

# 身近な物質によるアンモニアの消臭効果

神奈川県立厚木高等学校

2年 E組 α 1班

## 1. 背景

77期2I5班の「カキ殻による水質浄化」という研究でカキ殻に水質浄化作用があることが分かった。そこで私たちはカキ殻に消臭作用はあるのか疑問を持ち、調べるうちに、富士山にカキ殻を使ったトイレがあることを知った。ライフラインが止まってしまった災害時の消臭需要に着目し、身近な物質で災害時のトイレのアンモニア臭を消臭することを試みた。

## 2. 目的

身近な物質で災害時のトイレのアンモニア臭を消臭する方法を探ること。

## 3. 仮説

トイレの臭いの主な原因であるアンモニアにレモン、カキ殻をそれぞれ加えると、レモンの中和効果と、カキ殻の多孔物質による吸収効果によって臭いが取り除かれる。

## 4. 方法

アンモニア水を用意し、においチェックでにおいを測定する。次に実験物質を加え再度においを測定する。そこで、実際に消臭できているのかを数値で検証する。その数値を参考しつつ、レモンを用いた実験を実験1、牡蠣殻を用いた実験を実験2として、実験物質の最適な量や種類を見極めていく。

### 実験1-1 レモン汁と水酸化ナトリウムの中和滴定

(材料)

10倍希釀したレモン汁、水酸化ナトリウム溶液(0.1mol/L)、フェノールフタレン溶液、100mlビーカー、100mlコニカルビーカー×3、ビュレット、10mlホールピペット

(手順)

まず、10倍希釀したレモン汁をホールピペットで10mlとり、コニカルビーカーに入れ、フェノールフタレン溶液を数滴加える。その後、水酸化ナトリウム溶液を滴下していき、ごく薄く着色したらやめる。以上の手順を3回繰り返す。

### 実験1-2 レモン汁によるアンモニア消臭実験 I

(材料)

レモン汁(ストレート)、アンモニア水(2mol/L)、50mlビーカー×3、10ml駒込ピペット、アンモニアガス検知器

(手順)

アンモニア水を駒込ピペットで10mlとり、50mlビーカーに入れたものを3つ用意する。それぞれのビーカーにレモン汁を18.5mlずつ加える。レモン汁をえた後のビーカーのアンモニアガス濃度を検知器を使用して1分ごとに10分間測定する。

### 実験1-3 レモン汁によるアンモニア消臭実験 II

#### (材料)

レモン汁(ストレート), アンモニア水(2mol/L), 50mlビーカー×3, 10ml駒込ピペット, アンモニアガス検知器

#### (手順)

アンモニア水を駒込ピペットで5mlとり, 50mlビーカーに入れたものを6つ用意する。そのうち3つのビーカーにはレモン汁を9.5mlずつ, 残りの3つのビーカーにはレモン汁を10.5mlずつ加える。レモン汁を加えた後のビーカーのアンモニアガス濃度を検知器を使用して5分ごとに30分間測定する。

### 実験2-1 カキ殻による消臭実験

#### (材料)

10倍希釀済み2mol/Lアンモニア溶液, 50mlビーカー×5, 碎いたカキ殻10g×4

#### (手順)

碎いたカキ殻を○mm四方のカゴにふるいにかけて, 微粉末状にする。希釀済みアンモニア溶液を10mlずつ5つのビーカーに分け, その内の2つには微粉末状のカキ殻10gを中に入れ(ビーカー①, ビーカー②), さらに2つには周りに置く(ビーカー③, ビーカー④)。対照実験にするため, 最後の1つは何も入れない(ビーカー⑤)。気化したアンモニアが空気中に逃げるのを防ぐため, ビニール袋で密閉する。カキ殻を投入した日から6日目まで1日ごとにビーカーのアンモニアガス濃度を検知器を使用して測定する。

### 実験2-2 焼いたカキ殻による消臭実験

#### (材料)

10倍希釀済み2mol/Lアンモニア溶液, 50mlビーカー×3, 碎いたカキ殻20g, 電気炉

#### (手順)

碎いたカキ殻20gを電気炉で900°Cで2時間焼く。希釀済みアンモニア溶液を10mlずつ3つのビーカーに分け入れ, そのうちの2つには電気炉で焼いたカキ殻を中に入れ(ビーカー⑥, ビーカー⑦)。対照実験にするため, 残りの1つには何も入れない(ビーカー⑧)。実験2-1同様、気化したアンモニアが空気中に逃げるのを防ぐため, ビニール袋で密閉する。カキ殻を投入した日から6日目まで1日ごとにビーカーのアンモニアガス濃度を検知器を使用して測定する。

## 5. 結果

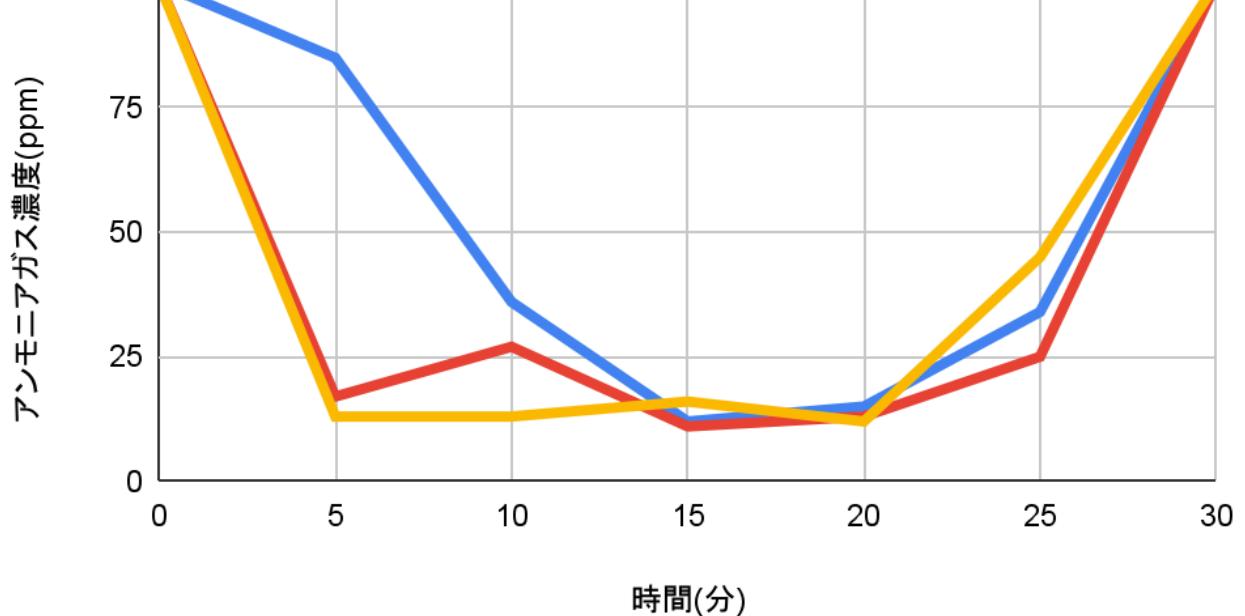
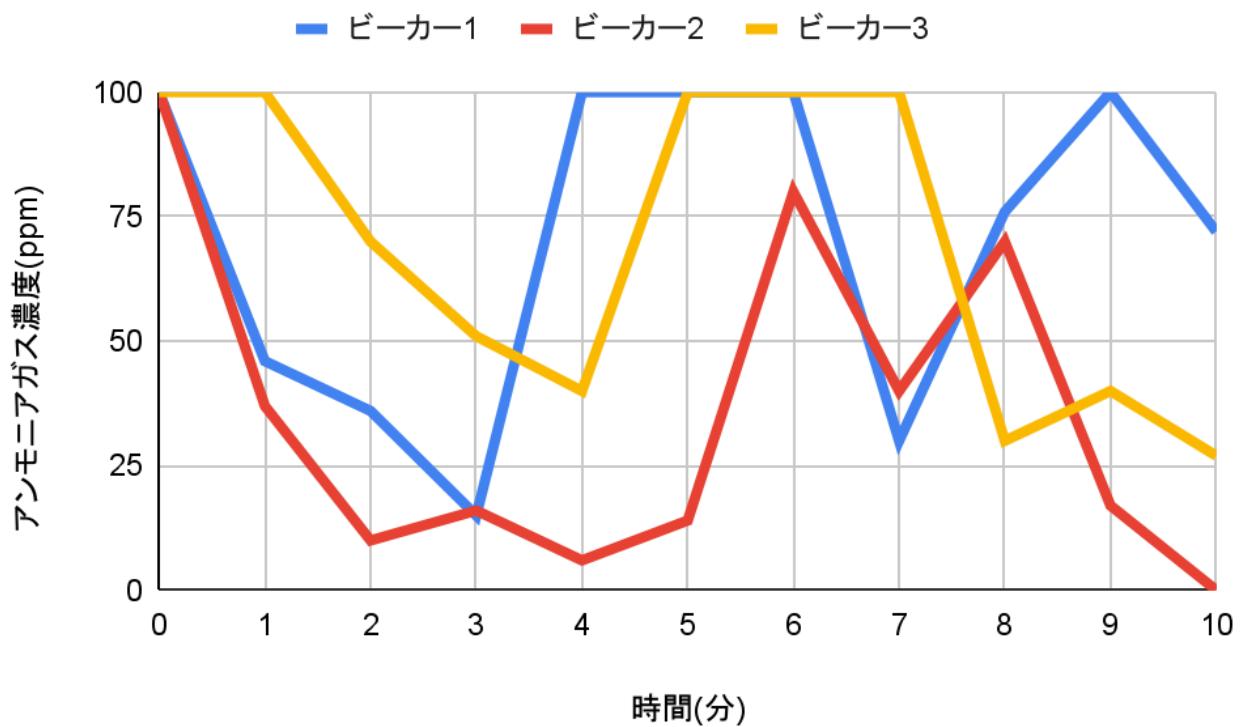
### 実験1-1

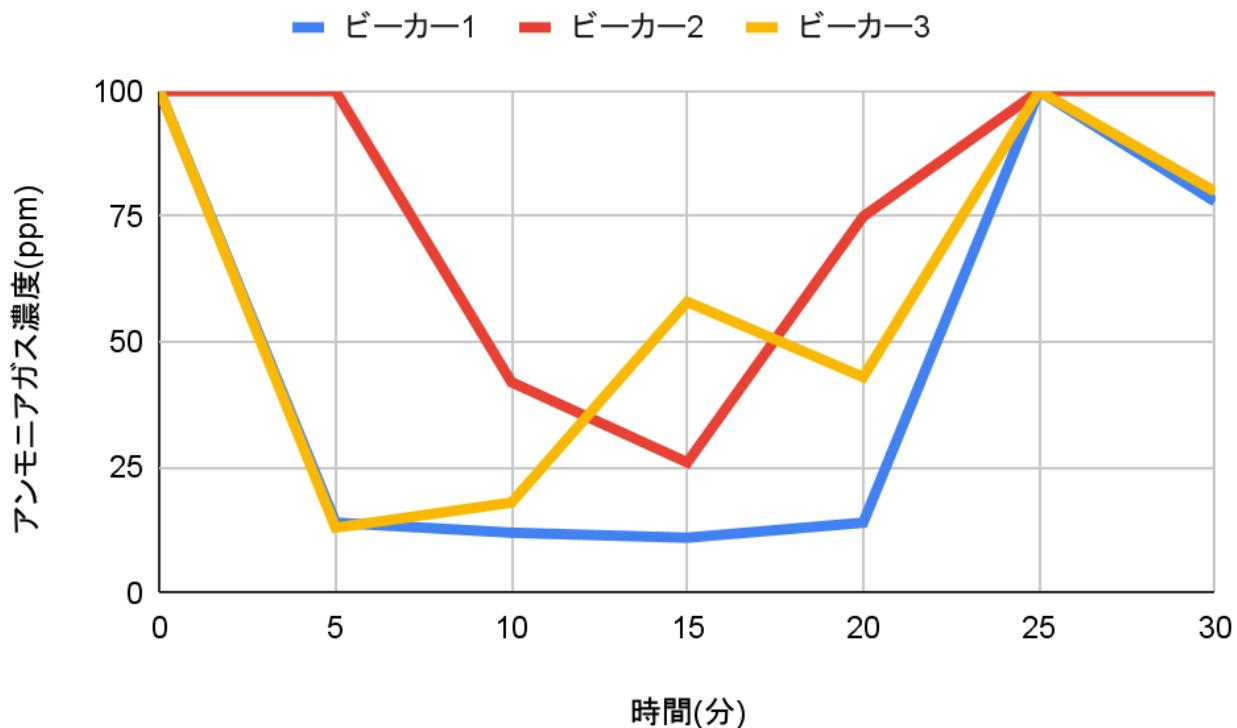
図1中和滴定前後の水酸化ナトリウム水溶液の滴下量

	滴下前(ml)	滴下後(ml)	滴下したNaOH量(ml)
1回目	3.61	13.58	9.97
2回目	13.58	24.4	10.82
3回目	24.4	36.3	11.9

### 実験1-2

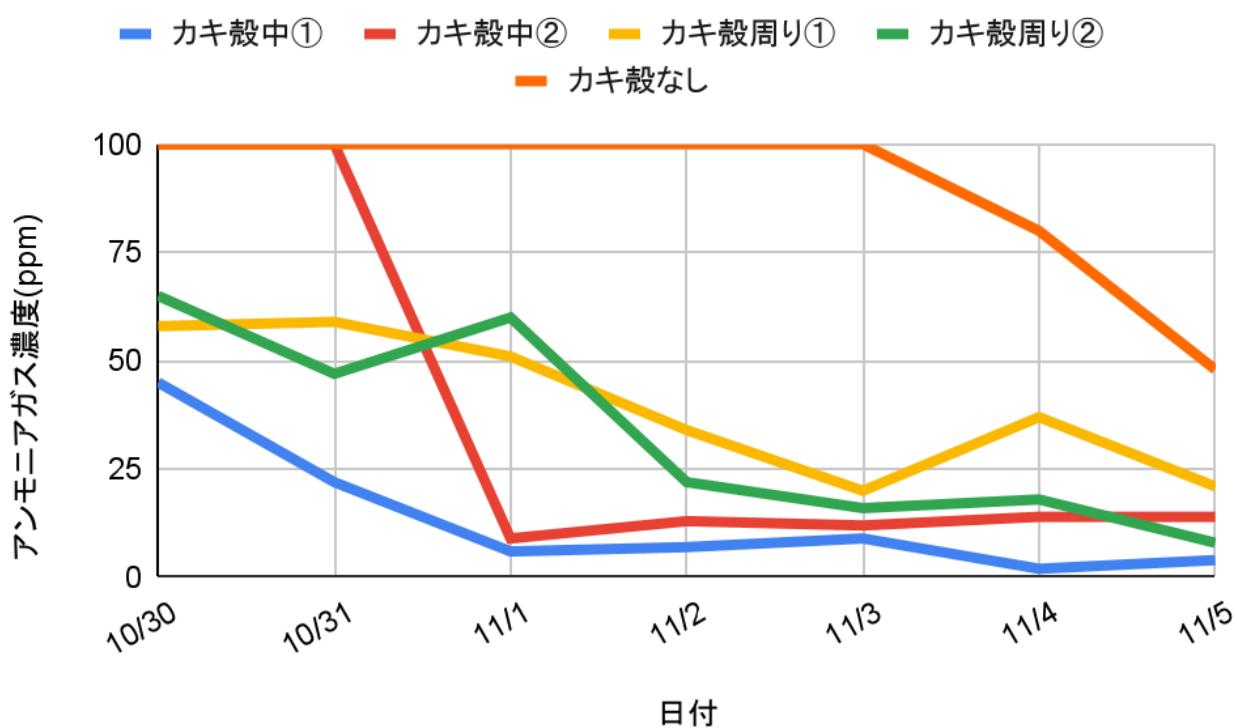
図2ビーカーのアンモニアガス濃度の推移(アンモニア水:レモン汁=10:18.5(ml))





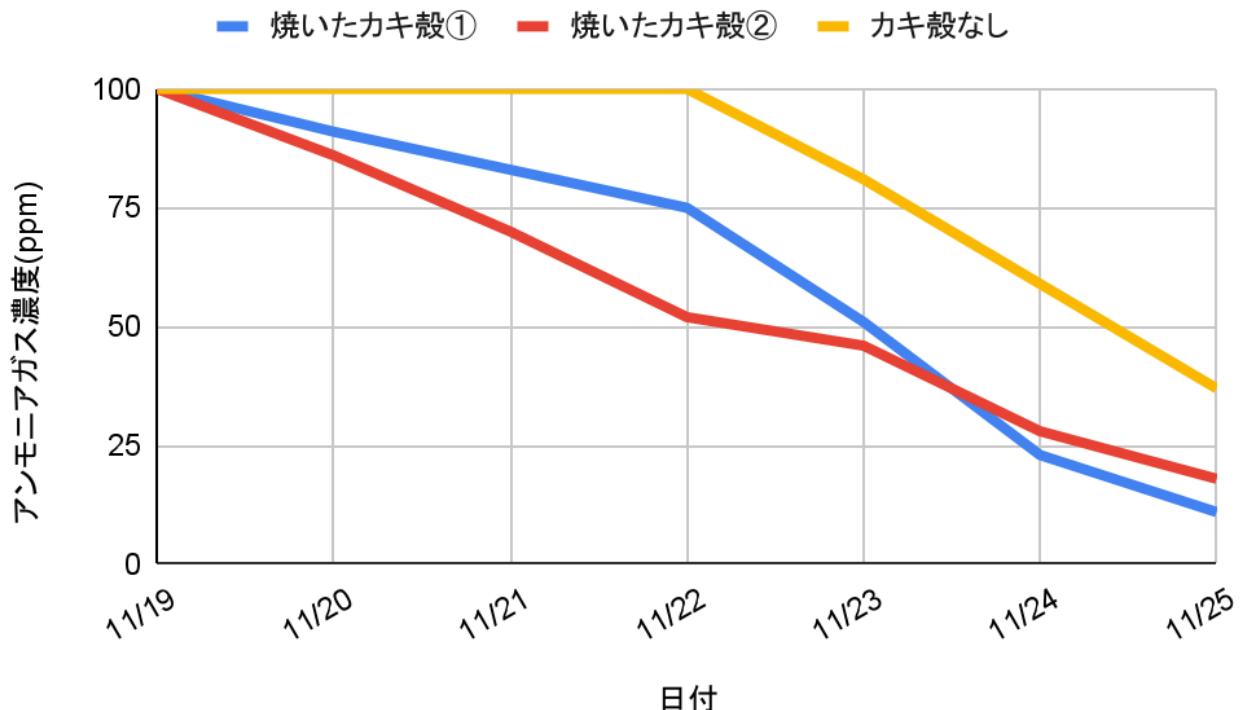
### 実験2-1

図5カキ殻の有無とカキ殻の置く場所によるビーカーのアンモニアガス濃度の推移



### 実験2-2

図6カキ殻を焼くことによるビーカーのアンモニアガス濃度の推移



## 6. 考察

### 実験1より

実験1-1の結果から計算した結果、アンモニア水とレモン汁(クエン酸)は2:3.7の割合で完全中和することが分かった。その結果から、実験1-2ではアンモニア水にレモン汁をこの割合で加えたところ、アンモニアガス濃度は加えた直後は減少したもの、どのビーカーも数分後には再びアンモニアガス濃度が上昇していた。また、実験1-3でアンモニアガス濃度が上昇しないようレモン汁を実験1-2より多くし、レモン汁を加えてから置く時間を長くして再び消臭実験を行ったが、この実験でも最初はアンモニアガス濃度は減少したもの、最終的には全てのビーカーでアンモニアガス濃度がレモン汁を加える前とほぼ同じくらいまで上昇してしまった。この結果から、レモン汁にはアンモニアに対する一時的な消臭効果があると考えることもできるが、断言することはできない。このような濃度が再び上昇してしまう結果になった原因として、実験中の実験室内の空気の気流の滞留や近くにおいていたアンモニアやレモン汁の影響により溶液中のpHが変化し、生成物であるクエン酸アンモニウムが分解されてしまったことが考えられる。また、連続してアンモニアガス濃度の計測を行ったことによる計測器の不具合も考えられる。

### 実験2より

実験2-1よりカキ殻の有無でアンモニアガス濃度を比較すると、カキ殻を中心に直接加えたものと、周りに置いたビーカーは何もしていないビーカーに比べアンモニアガス濃度が大きく早く減少していた。また、中に加えたものと周りに置いたものを比較するとグラフの傾き等から中に直接加えたものの方が消臭効果が高いと考えられる。また、実験2-2では77期の先輩方の研究より、水質浄化にはカキ殻に付着した微生物が関係していたことが分かっていたため、そのことを踏まえ、カキ殻を焼いて微生物を死滅させると消臭効果の違いが現れるのか実験した。その結果、焼いたカキ殻もアンモニアに対する消臭効果はあったものの実験2-1と比較すると焼いたカキ殻より焼いていないカキ殻を加えたものの方が高い消臭効果があったため、先輩方の研究も参考すると、カキ殻の表面に付着した微生物は消臭効果を持っていた、または消臭を手伝っていたと考えられる。

実験1、実験2をふまえると、レモン汁は一時的な消臭効果があると考えられ、カキ殻は継続的な高い消臭効果があることがいえる。

## 7. 今後の展望

### ・消臭実験における密閉方法の検討

今回の実験ではビニール袋の中にビーカーを入れて口を縛ってアンモニアの気化を防いだが、タッパー等に比べると密閉が不十分であったと考えられる。そのため、今後はタッパー等のビーカーを密閉できる容器を用意したり、ビーカーではなく蓋をして密閉可能なペットボトルなどの容器を使用して再度実験を行い、結果の正確性を高めたい。

### ・検定の実施

今回の実験ではレモン汁、カキ殻の実験の共に実験したビーカーのサンプル数が少なく正確な検定を行うことが難しく、検定を行うことが出来なかつた。そのため、今後はサンプル量を増やし、実験データを増やして検定を行い、客観的に有意差の有無を検証して結果の信用性を高めたい。

### ・米のとぎ汁による消臭実験

計画段階では米のとぎ汁を使用した米のとぎ汁に含まれるタンパク質の界面活性剤的効果による消臭実験も行う予定だったが、時間不足やとぎ汁の入手が難航したため行うことが出来なかつた。そのため、今後とぎ汁による消臭実験も行い、今回の結果と比較したい。

### ・災害用トイレへの実際の応用

今回アンモニア水で実験を行ったが、実際のトイレは尿から出るアンモニア臭以外にも様々な臭いの原因が考えられる。そのため、実際のトイレに設置するなどして、より目的に近づく効果を確かめたい。そして、災害時もすぐ使用できるような構造を考えたい。

## 8. 参考文献

・トイレの下水に牡蠣殻を投入すると...スーパートイレに！|広島ホームテレビ 地球派宣言, 2022年3月30日放送, [https://www.youtube.com/watch?si=jGfCvlaHa2MhKeH6&v=Bx\\_sapfDXMA&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?si=jGfCvlaHa2MhKeH6&v=Bx_sapfDXMA&feature=youtu.be) 2024年12月18日閲覧

・秋田県立由利高等学校: 様々な物質の消臭効果～身近な物質で匂いを消すには～, 2023, [https://www.google.com/url?q=http://www.yuri-h.akita-pref.ed.jp/yuri-h-cms/assets/uploads/2022/03/f826c3cf3757bc8a0b562af0f126bd5b.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwiXlNakquWKAxXcbfUHHTgVIhEQFnoECBYQBg&usg=AOvVaw1hOOOFUS\\_OMKo0zo5PwXpho](https://www.google.com/url?q=http://www.yuri-h.akita-pref.ed.jp/yuri-h-cms/assets/uploads/2022/03/f826c3cf3757bc8a0b562af0f126bd5b.pdf&sa=U&ved=2ahUKEwiXlNakquWKAxXcbfUHHTgVIhEQFnoECBYQBg&usg=AOvVaw1hOOOFUS_OMKo0zo5PwXpho) 2024年12月18日閲覧

・クエン酸でトイレの床や壁を消臭掃除 | サニクリーン, 2020年12月17日, <https://www.sanikleen.co.jp/kajiraku/blog/2326>, 2024年12月18日閲覧

・においてかおり環境学会誌、バイオマスを利用した消臭剤の作成-クスノキと米ぬかの消臭効果 -[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jao/38/4/38\\_4\\_287/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jao/38/4/38_4_287/_pdf/-char/ja) 2024年12月18日閲覧

○神奈川県立厚木高等学校: 77期生2年I組5班「牡蠣殻による水質浄化」  
[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) 2024年12月18日閲覧

# ダイコンを用いた根菜の水耕栽培方法の検討

神奈川県立厚木高等学校

2年E組 α 2班

## 1. 背景

根菜類の土壤栽培における問題点として、細菌やカビが土壤内で繁殖し病気の原因になること、土に虫がつきやすく害虫駆除の必要があることなどが挙げられる。水耕栽培であればこれらの問題は解決できるが、現状ではその栽培方法が確立されてない。そのため、根菜類の土壤栽培方法を検討することによって、根菜類の安定かつ効率的な供給が可能になるのではないかと考えた。

また、ハツカダイコンについては他の根菜類に比べて成長速度が速いこと、年間を通して収穫できること、サイズが小さく栽培しやすいことなどの理由からこの研究に利用した。

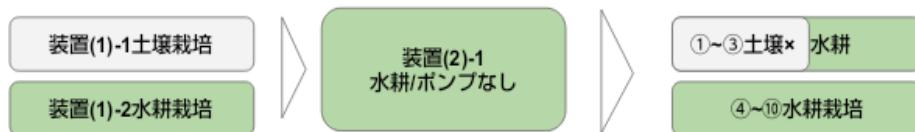
## 2. 目的

実用的な根菜類の水耕栽培方法を開発する

## 3. 方法

### ○本実験の流れ

#### 実験1 水耕栽培(酸素ポンプなし)



#### 実験2 水耕栽培 (酸素ポンプあり)

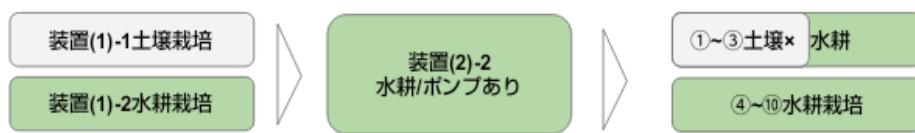


図1 実験の流れ

実験は上記のように進める。

### ○道具

#### [実験装置(1)]

##### [共通]

- ・2Lペットボトルを半分に切ったもの×2
- ・ハツカダイコンの種
- ・ハイポネックス(6-10-5)の培養液(500倍希釈)

##### [水耕栽培]

- ・半分に裂いたスポンジ×2個分

##### [土壤栽培]

- ・赤土×1.4L

#### [実験装置(2)]

- ・発泡スチロール(265×347×160)×2
- ・ハイポネックス(6-10-5)の培養液(500倍希釈)
- ・[カップ1セット]×20個
- ・プラスチックカップ×1

- ・1cm角のスポンジ×4個
- ・0.5cm角のスポンジ×5個
- ・酸素ポンプ×1

○栽培条件

- ・場所 実験装置(1)→2棟2階2年E組の日光の当たる場所  
実験装置(2)→2棟1階化学室の日光の当たる所
- ・栽培期間 11/19-12/23  
(12/2に実験装置(2)に移し替えた)
- ・準備実験とは異なり、培養液を用いて栽培する  
(基本的な栽培条件は種の袋に記載されていた情報に習った。)



図2 今回用いた種

○実験の詳細  
[実験装置(1)]

- ・すじまきを行い、茎の長さが3.5cm以上になつたら実験装置(2)に移植する  
この際、葉が十分な日光を得られるようにカップより少し大きくなる3.5cm以上に決定した
- ・毎日観察し、培養液を追加する



図3 実験装置(1)-水耕栽培



図4 実験装置(1)- 土壤栽培養

[実験装置(2)]

- ・実験装置(1)の段階で土壤栽培で育てたものを3株、水耕栽培で育てたものを7株づつ移植する
- ・毎日観察し、適宜培養液を追加する

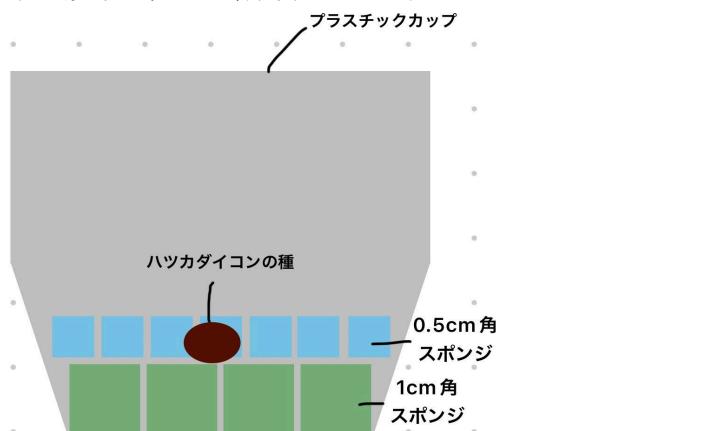


図5 実験装置(2)水耕栽培のプラスチックカップの内部構造

プラスチックカップ内に、このようにハツカダイコンの苗を移植する  
0.5cm角のスポンジが浸るくらいの培養液を入れる

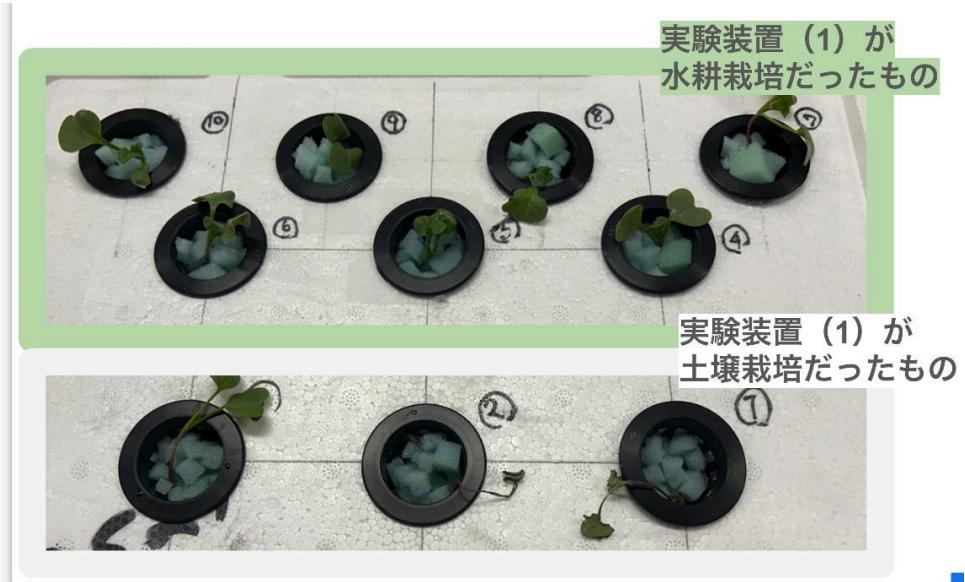


図6 実験装置(2)- I 水耕栽培、酸素ポンプなし

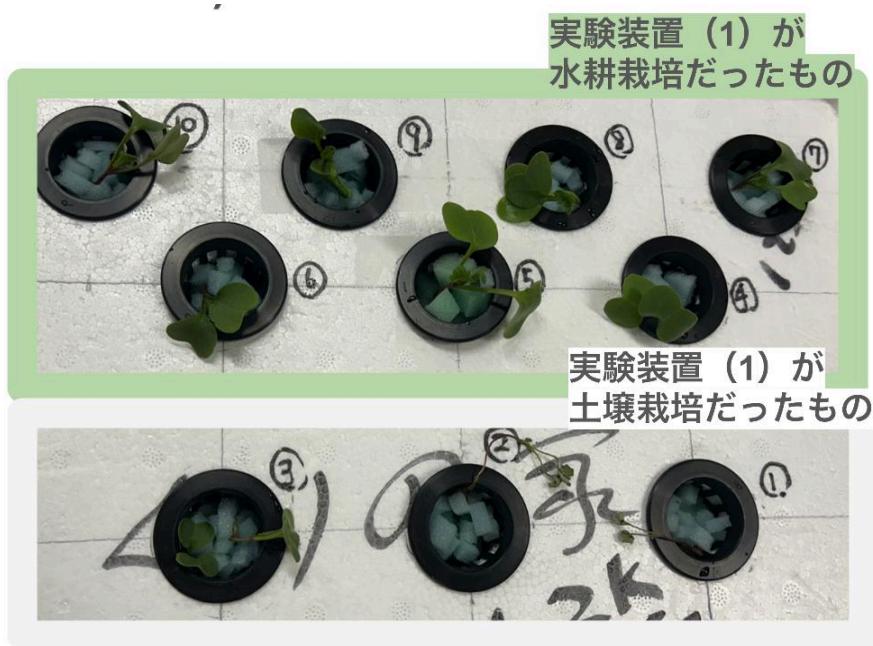
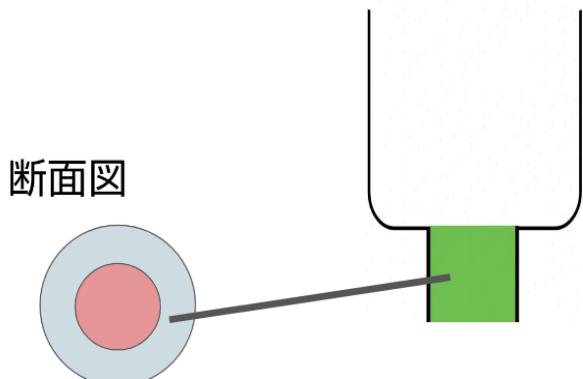


図7 実験装置(2)- II 水耕栽培、酸素ポンプあり

## ○昨年度の装置



く  
図8 昨年度の装置図

上図のようにペットボトルの飲み口の部分にスポンジを詰め、そこに種をまいて育てていた

問題点として挙げられること

- ・実が成長できるスペースを十分に確保できていない
- ・実が装置内で割れる、抜けなくなる

## ○準備実験

(水耕栽培装置、使用する種が適切であることを確認)

土壤栽培と水耕栽培におけるハツカダイコンの成長度合いの変化を観察した。また水耕栽培の栽培方法が正しいものなのかを検証するために以下の実験を行った。

栽培条件

場所 2棟4階女子更衣室内の日光の当たる窓際

準備実験の概要

水耕栽培では、図6と同じ発泡スチロールを用いた。カップの中のスポンジを1cm角で1層重ね、酸素ポンプと培養液は共に使用しなかった。

土壤栽培では発泡スチロールに赤土14Lをいれ筋蒔きをした。培養液は使用しなかった。

どちらも2日に1回観察し、9/18-10/30まで行った。

## ○準備実験の結果と改善点

- ・日光が十分に当たっておらず可食部が膨らまなかった  
(種から水耕栽培装置で育てるとき芽、茎が出てくるまで日光がほとんど当たらない状況となっていたため)
  - より日光の当たる場所に装置を移動
  - 種から苗の段階で実験装置(1)を用いた
  - ・主根部が下に徒長した
  - 上の層のスポンジを1cm角から0.5cm角に変更した

#### 4. 結果

水耕栽培 I (酸素ポンプなし)				枯れ...①②⑥⑦⑧⑨⑩
	③	④	⑤	
長さ	6	1.8	1	
最大円周	3.2	4.5	-	
水耕栽培 II (酸素ポンプあり)				枯れ...①②③④⑥
	⑤	⑦	⑧	⑨⑩
長さ	3.9	2.4	2.7	2.2 2.7
最大円周	3	3.5	2.6	3.6 6

図9 水耕栽培 I と水耕栽培 II の結果

最終的に水耕栽培Iは3株、水耕栽培IIは5株が枯れずに成長し、各株の主根部の長さ、最大円周は上記の通りとなった。

#### 5. 検定

生存率・主根部の長さの平均・主根部の最大円周の平均の3つの値に関して、酸素ポンプの有無により有意差が見られるかを独立2群のT検定で検証を行った。この結果、いずれの条件に関しても統計的に有意差が見られなかった。(p>0.05)

#### 6. 考察

本実験において、ハツカダイコンの新たな水耕栽培方法の開発に成功したといえる。

一方で水耕栽培で育てた場合の十分に生育した個体の割合が低く、実用的な栽培方法とは言えない。検定の結果を受けて、ハツカダイコンの酸素ポンプの有無による生育の違いについて今回有意差が得られなかつたのは、母数が少なかつたことが原因として挙げられる。

#### 7. 今後の展望

今回の2つの実験を通しての問題点は実験を行った母数が小さく外れ値を出すことが出来なかつた点であるため、実験する母数を増やし今回得られなかつた有意差があるのかどうかを調べていきたい。また77期の先輩方の研究と比べ向上した点として、裂果が無く曲がりの少ないハツカダイコンを栽培できたことが挙げられる。今回の結果がハツカダイコン以外の根菜類でも同じ水耕栽培方法が有効であるのかの実験を行い、開発した水耕栽培方法がより幅広い種類の根菜類でも活用出来るようにすることを目指す。

#### 8. 参考文献

- 1)神奈川県立厚木高等学校77期生2年I組4班  
ハツカダイコンを用いた水耕栽培方法  
[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)
- 2)タキイ種苗会社 大根の病気について  
<https://www.takii.co.jp/tsk/bugs/ada/disease/>
- 3)鹿児島県 人参の発芽率上昇に向けて

[https://www.pref.kagoshima.jp/al08/chiiki/nansatsu/sangyo/nougyou/gijutsu/documents/62039\\_20171005192314-1.pdf](https://www.pref.kagoshima.jp/al08/chiiki/nansatsu/sangyo/nougyou/gijutsu/documents/62039_20171005192314-1.pdf)

4) Googleドキュメントエディタヘルプ TTEST

<https://support.google.com/docs/answer/6055837?hl=ja>

5) 酸素ポンプの役割

<https://sbc21.co.jp/gakkokagaku/2022/09.pdf>

6) 人参の水耕栽培

<https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010761224.pdf>

# 水引交差点の歩行者に着目した渋滞解消

神奈川県立厚木高等学校  
2年E組 α 3班

## 1. 背景

現在、水引交差点下において朝方及び夕方頃で渋滞が発生している。特に朝方では交通機関や輸送業用車などの車体が大きい車両が多いため、経済的損失も生じている。影響はバスの到着予定時間まで及び、それが大幅に遅れることで、途中でバスを降りてしまう人も散見される。

## 2. 目的

自動車の交通状況を改善すること。

## 3. 仮説

歩行者の群衆の歩く速さを上げることで歩行者が横断歩道上に滞在している時間を減らすことができ、これにより自動車の交通状況を改善できる。

### 4-1. 予備実験の方法

目的:歩行者の適切な誘導、分割方法を探る。

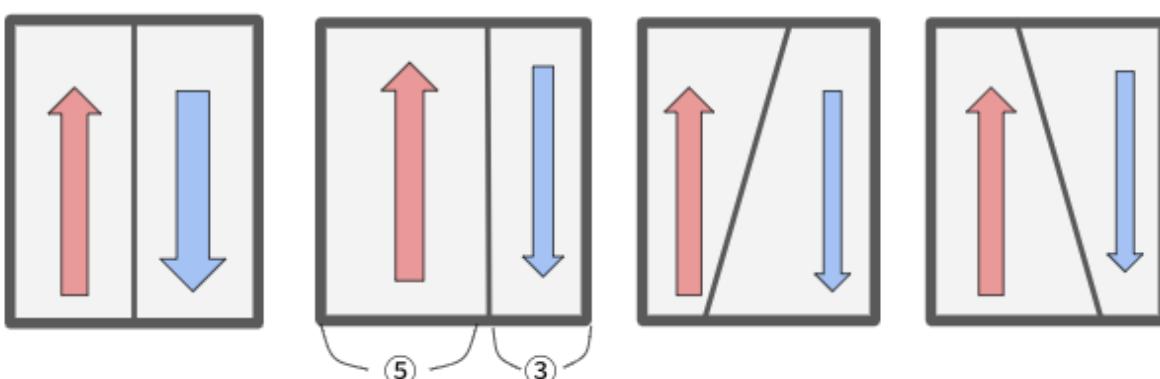
場所:神奈川県立厚木高校グラウンド(件の横断歩道を白線で模したもの)

対象:生徒32名

手順:下記のパターンで歩行者として生徒を分割し歩いてもらい、所要時間を計測する

図①

#### パターン① パターン② パターン③ パターン④



予備実験の結果:統計的有意差がみられなかったのであくまでも速度が大きくなる傾向がある  
パターン②を本実験で採用する

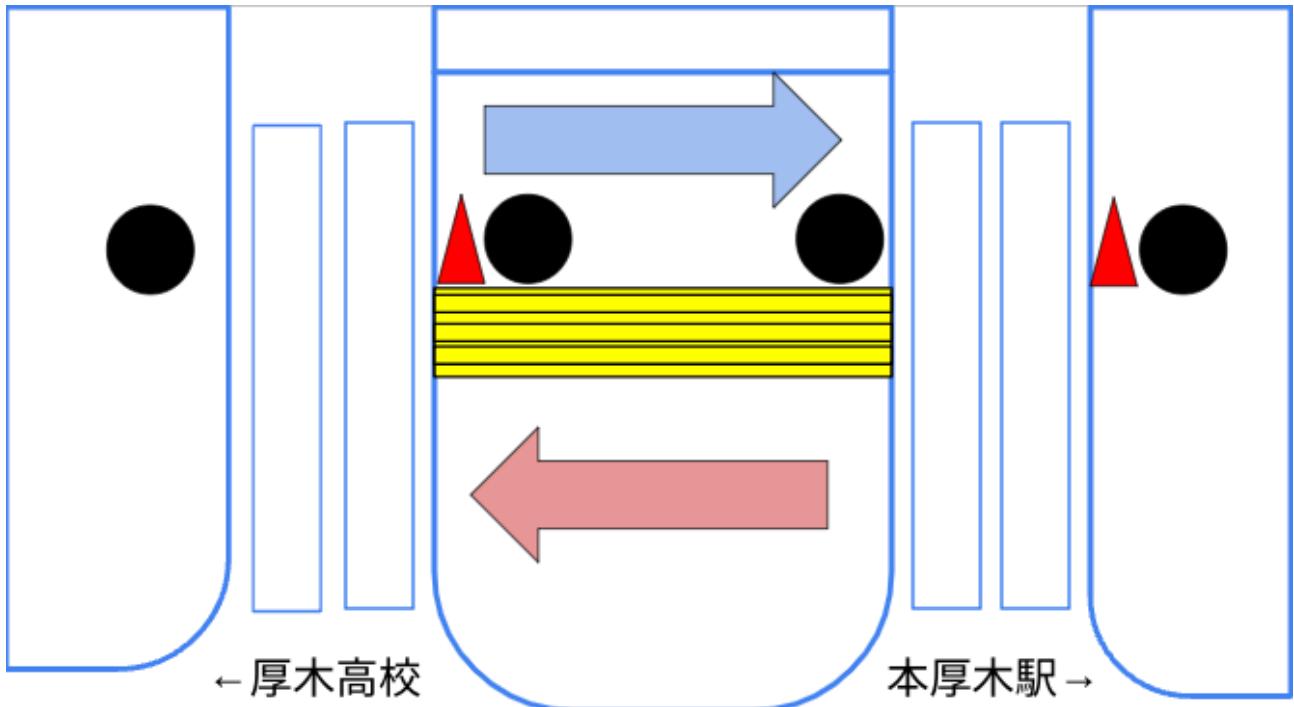
### 4-2. 本実験の方法

歩行者を5:3※(本厚木駅側からの歩行者:厚木高校側からの歩行者)に分割し、左側通行を促す。

横断歩道が青になった瞬間までの人数を記録し、

また、横断する歩行者を一つのカタマリとして見なし、このカタマリが横断にかかった時間を計測する。  
この得られた人数及び時間のデータからカタマリの進行状況を計測する。

(※5:3は平常時の「本厚木駅側からの歩行者:厚木高校側からの歩行者」のいくつかの人数比のデータの平均から設定)



(図② ●:誘導員 △:カラーコーン)

(今回は点字ブロックがほとんど5:3に図②の中央の待ちスペースの縦幅を分離していたので、点字ブロックの上を遮断しないよう、それを分割の境界線として利用した。)

## 5. 結果

歩行者交通量※<sup>2</sup>について、分割しないときのデータと上記の分割方法を用いた時のデータでT検定を行ったところ有意差は出なかったが、分割した時のデータを、歩行者20名以上のものを抜粋し、p値の有意水準は0.05としてT検定を取ったところp値が0.013となり有意差が認められた。

(※<sup>2</sup>歩行者交通量は「歩行者横断人数/通行所要時間/通行距離」によって表される<sup>1</sup>が本実験においては通行距離は一定(14.2m)であるので、本実験においては検定上では歩行者横断人数/横断所要時間[人/s]と同義である。この値が大きいほど集まった歩行者が横断するのにかかる時間が短くなる。)

## 6. 考察

結果から歩行者誘導により歩行者が多く集まつた場合には、歩行者が速やかに横断歩道を渡ることができるようになり、左折づまりを解消できると考えられる。

## 7. 今後の展望

青信号になってから渡りに来る歩行者のデータの扱い。

歩行者分割システムを人力の誘導では永続的にできない点。

効果的な歩行者分割方法の検討。

以上の課題を探求することが望まれる。

## 8. 参考文献

1. 大阪大学.歩行者挙動に関する研究 2024年6月24日閲覧 歩行者交通量の定義

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscej1969/1977/268/1977\\_268\\_99/\\_pdf/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscej1969/1977/268/1977_268_99/_pdf/-char/en)

2. 九州大学.パーソナルスペースを用いた障害物を回避する歩行者の群衆流動 2024年6月24日閲覧

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejd/64/4/64\\_4\\_513/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejd/64/4/64_4_513/_pdf/-char/ja)

# 緑茶、紅茶、ウーロン茶の 茶葉と茶殻の抗菌効果の有意差の検証

神奈川県立厚木高等学校  
2年 E組 α 4班

## 1. 背景

近年、お茶等に含まれるカテキンの効果が注目され、様々な研究が進められている。茶葉には、抗菌効果、抗酸化作用、コレステロール低下作用など、様々な効果があるが、使い終わった茶葉(茶殻)には7割も成分が残っているのにもかかわらず、ほとんどが破棄されている。

私たちは、カテキン研究をするうえでの、参考の一つになるような結果を残し、茶殻の再利用を促したいと考えたのが背景である。

## 2. 目的

### 実験1

3種類の茶葉(緑茶(*Camellia sinensis*)、紅茶(*Camellia sinensis*)、ウーロン茶(*Camellia sinensis*))から抽出した液体の抗菌効果を、mic測定法で測定し、比較する。既に、様々な種類のお茶の抗菌効果の強さの比較は、先輩が実験していたが、先輩の実験方法と結果にあまり正確性がないので、自分たちでもう一度より正確に行うこととした。

### 実験2

実験1で使用した茶葉(茶殻)の粉末の抗菌効果をmic測定法で測定し、比較する。

上記の実験結果から、茶葉の種類によって、茶葉の抽出液と茶殻の、抗菌効果の強さや、抗菌物質の成分の出方に違いがあるのかどうかを調べる。

## 3. 仮説(なくてもよい)

独立変数;各茶葉に含まれる抗菌物質の種類や量 従属変数;大腸菌(*Escherichia coli*)の菌数

実験1 先輩の実験の結果が正確ならば、抗菌効果の強さの結果はウーロン茶>紅茶>緑茶となる。

実験2 先輩の実験の結果が正確で、茶葉の抽出液と、茶殻粉末の抗菌効果が同じならば、抗菌効果の強さの結果は、実験1と同じウーロン茶>紅茶>緑茶となる。ただし、緑茶、紅茶、ウーロン茶で抗菌効果を担っている抗菌物質はそれぞれ異なるので、抽出のされやすさなどによって、実験1と結果が変わる可能性もある。

## 4. 方法

### 実験1

1. 緑茶、ウーロン茶、紅茶の3種類の茶葉0.50gを、それぞれ25mlの純水に入れ、ガスバーナーで熱する。水が沸騰してから5分間攪拌する。

2. ろ過したものを原液とし、純水で2倍に希釀していく、マイクロプレートの各ウェルに0.1mlずつ分注する。分注の仕方は、下記の表に準ずる。Cの部分は比較のため、試液の代わりに純水を0.1ml加える。

**図1 96穴マイクロプレートにおける試料の原液の希釈倍率**

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

上記のプレートを緑茶、紅茶、ウーロン茶で3つずつつくる。

3. 19.83gの純水と0.17gの塩化ナトリウムを混合して、0.85%の生理食塩水をつくる。
4. 0.85%の生理食塩水10mlに、白金耳で培養した大腸菌を懸濁し、マクファーランド標準液を用いて、マクファーランド値0.5～1の間に菌液を調整する。
5. 試験管にミューラーヒントン培養液36mlに対し、菌液を $75 \mu\text{L}$ 加えてよく混ぜる。
6. マイクロプレートの各ウェルに0.1mlずつ、菌液を接種したミューラーヒントン培養液を加える。
7. マイクロプレートをインキュベーターで、 $35 \pm 1^\circ\text{C}$ で、24時間培養する。

## 実験2

1. 実験1で使った茶葉(茶殻)を乾燥させ、乳棒と乳鉢で粉状にする。
2. 緑茶、ウーロン茶、紅茶の3種類の茶殻0.50gを、それぞれ9.5mlの純水に入れ、攪拌する。
3. 2の液体を最高濃度として、純水で2倍に希釈していき、マイクロプレートの各ウェルに0.1mlずつ分注する。分注の仕方は、下記の表に準ずる。Cの部分は比較のため、試液の代わりに純水を0.1ml加える。

図2 96穴マイクロプレートにおける試料の希釈濃度(μg/ml)

50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000
25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500	12500
6250	6250	6250	6250	6250	6250	6250	6250	6250	6250	6250	6250
3125	3125	3125	3125	3125	3125	3125	3125	3125	3125	3125	3125
1562. 5											
781.2 5											
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

上記のプレートを緑茶、紅茶、ウーロン茶で3つずつつくる。

4. 19.83gの純水と0.17gの塩化ナトリウムを混合して、0.85%の生理食塩水をつくる。
5. 0.85%の生理食塩水10mlに、白金耳で培養した大腸菌を懸濁し、マクファーランド標準液を用いて、マクファーランド値0.5～1の間に菌液を調整する。
6. 試験管にミューラーヒントン培養液36mlに対し、菌液を75 μL加えてよく混ぜる。
7. マイクロプレートの各ウェルに0.1mlずつ、菌液を接種したミューラーヒントン培養液を加える。
8. マイクロプレートをインキュベーターで、35±1° Cで、24時間培養する。

## 5. 結果

実験1と実験2では、mic値の定義が異なるので、実験1の結果と、実験2の結果どうしでは比較しない。

### 実験1

mic値(大腸菌が発育しなかった原液の希釈倍率の最大値)は、値が大きくなるほど抗菌効果が大きい。

図2 実験1 ウーロン茶のmic値の分布

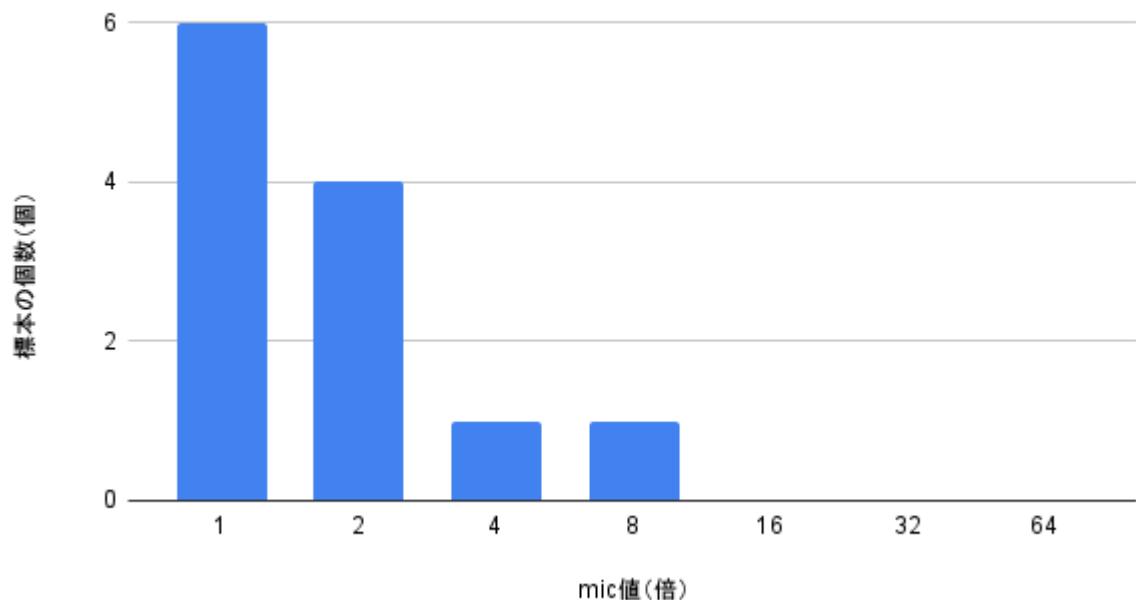


図3 実験1 緑茶のmic値の分布

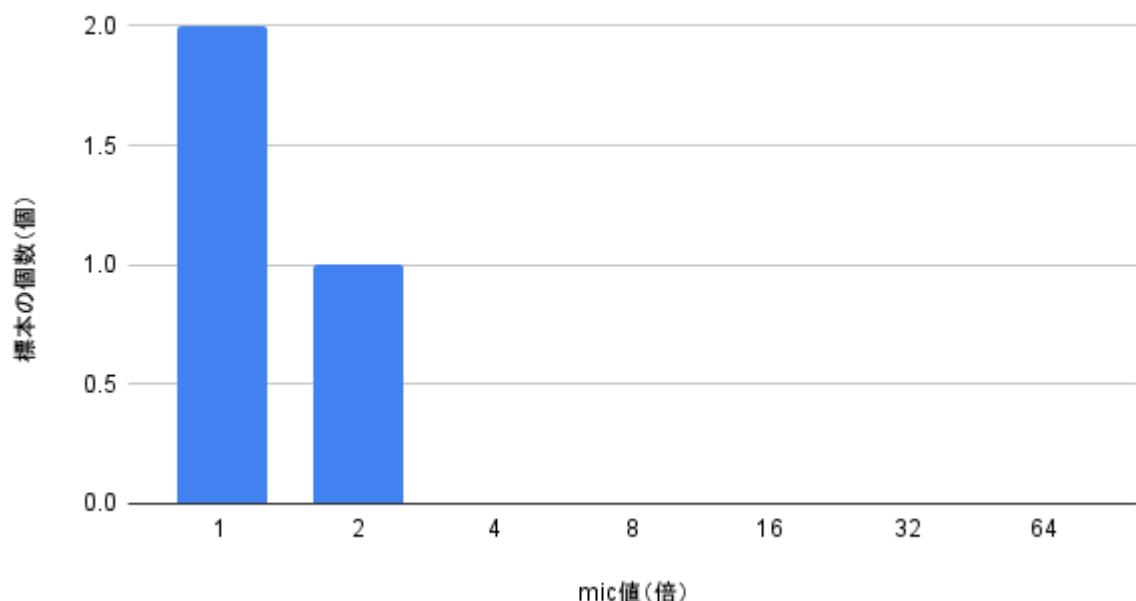
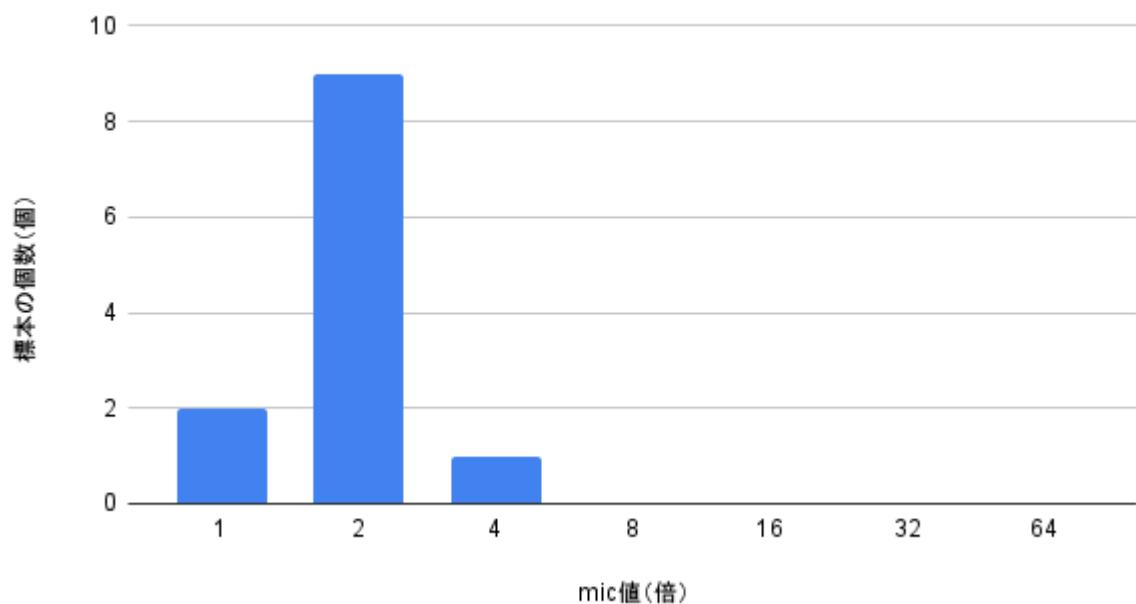


図4 実験1 紅茶のmic値の分布



実験1の結果をTukey-Kramer法で多重比較をした結果、統計学的な有意差がなかった。

## 実験2

mic値(大腸菌が発育しなかった試料の希釈濃度の最小値)は、値が小さくなるほど抗菌効果が大きい。

図5 実験2 ウーロン茶のmic値の分布

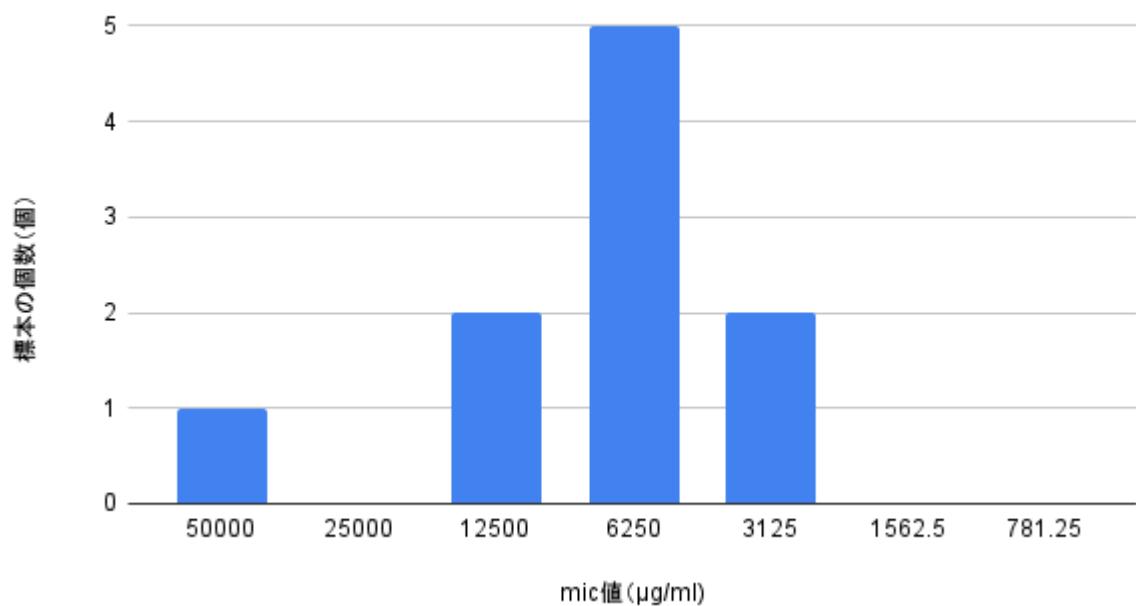


図6 実験2 緑茶のmic値の分布

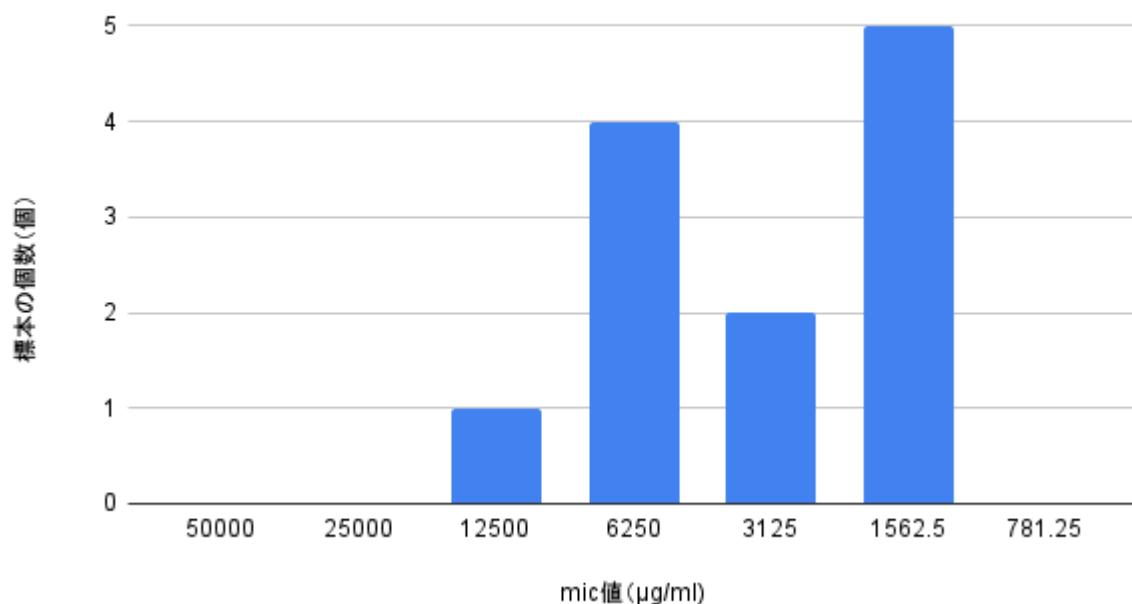
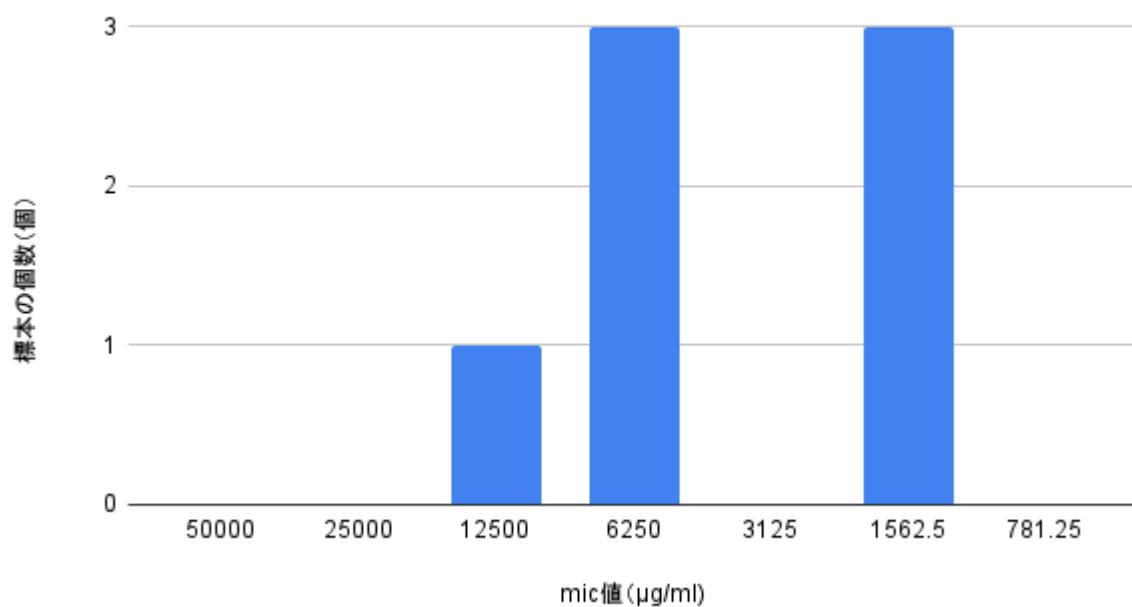


図7 実験2 紅茶のmic値の分布



実験2の結果をTukey-Kramer法で多重比較をした結果、統計学的な有意差がなかった。

## 6. 考察

有意差がなかった原因を考察してみる。

### 実験1

#### その1 サンプル数が少ない。

統計学において信頼性の高い区間推定には最低30のサンプルが推奨されるが、今回のサンプル数は1標本につき12個だった。

#### その2 実験結果の確認が不正確。

大腸菌が繁殖しているかどうかは目視で確認しており、中には抗菌されているのかどうか怪しいものもあった。それらは独断で結果を決定していたので、それらは実験結果の誤差に大きく影響していると考えられる。

#### その3 お茶が酸化してる。

特に緑茶は酸化しやすく、酸化すると紅茶等と似通った成分になってしまう。今回の実験では、結果に大きな影響が出ないよう、抽出した後すぐに実験を開始した。しかし、結果を確認するときには酸化してしまっていた。

#### その4 本当に緑茶、ウーロン茶、紅茶の間で、抗菌効果に差が無い。

現時点ではその可能性もあるというだけで断定できない。

### 実験2

#### その1 サンプル数が少ない。

統計学において信頼性の高い区間推定には最低30のサンプルが推奨されるが、今回のサンプル数は1標本につき12個だった。

#### その2 実験結果の確認が不正確。

大腸菌が繁殖しているかどうかは目視で確認しており、中には抗菌されているのかどうか怪しいものもあった。それらは独断で結果を決定していたので、それらは実験結果の誤差に大きく影響していると考えられる。

#### その3 分注される茶殻の粉末の量に差があった。

分注するときに、マイクロピペットチップに粉末が詰まり、同じ希釈濃度になるはずの、マイクロプレートの穴同士で、分注される茶殻の粉末量に、バラツキが生まれてしまっていた。

#### その4 本当に緑茶、ウーロン茶、紅茶の茶殻間で、抗菌効果に差が無い。

現時点ではその可能性もあるというだけで断定できない。

## 7. 今後の展望

今回の実験の改善案として、

- ・サンプル数を増やす。
  - ・酸化防止剤を使う。
  - ・粉末茶を使ってみる。
  - ・抗菌されているか判断が難しい場合は、大腸菌検出用培地を用いて、培養して確認する。
- などが挙げられる。

また、全く別のアプローチとして、それぞれ緑茶、ウーロン茶、紅茶の茶殻で、何かしら製品（例：抗菌スプレー、靴の中敷き等）を作ってみて、それぞれ効果の違いを検証してみてもいいかもしれない。なぜかというと、緑茶の茶殻を使った製品は数多くあるが、ウーロン茶や紅茶等の茶殻を使った製品は、あまり見られなかったからである。

## 8. 参考文献

1 田栗利紹 阿部久雄 有機・無機系抗菌剤のマイクロプレート殺菌力試験方法

<https://patentimages.storage.googleapis.com/2c/66/39/95e380a7e39351/JP2005348651A.pdf>

2024年9月29日閲覧

2 maffchannel 全編 第3章 現場で行う検査(薬剤感受性試験)

<https://www.youtube.com/watch?v=pZVdJ-7yv20&t=489s> 2024年9月18日閲覧

3 日本化学療法学会 日本化学療法学会抗菌薬感受性測定法検討委員会報告(1989年)

[https://www.chemotherapy.or.jp/uploads/files/guideline/38\\_102.pdf](https://www.chemotherapy.or.jp/uploads/files/guideline/38_102.pdf) 2024年9月18日閲覧

4. 厚木高校 77期生 2年H組 9班 茶葉の製造方法の違いによる抗菌効果の有意差

[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)

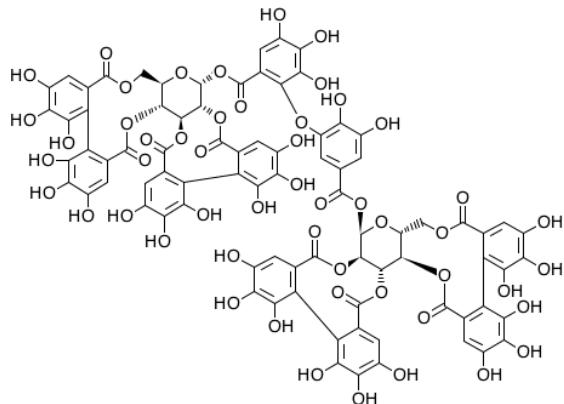
2024年9月18日閲覧

# いちごの不可食部位を用いた抗菌作用のある液体の開発

神奈川県立厚木高等学校  
2年E組β5班

## 1. 背景

近年の食品産業の問題点として、まだ食べることができる食品が廃棄されてしまう食品ロスや、食品の廃棄物による環境破壊などが挙げられる。私たちはこの問題について考え、いちご(*Fragaria × ananassa Duchesne ex Rozier*)のへたや葉などの不可食部分に着目した。いちごの葉は普段廃棄されてしまう部分だが、葉にはビタミンCやカルシウム、マグネシウムなどの微量栄養素が豊富に含まれており、ポリフェノールには抗菌効果がある。またポリフェノールの一種であるアグリモニンには抗酸化作用や抗炎症作用、鎮静作用などがあることが分かっている。これらのこと踏まえ、まだ研究の進んでいない、いちごのへたを利用した抗菌作用のある液体の生成を試みた。



C10210

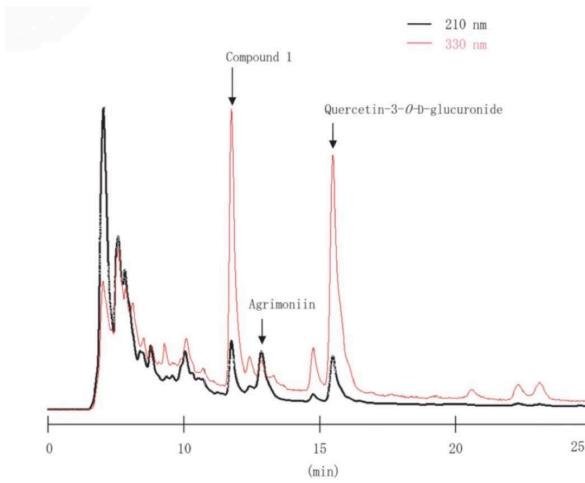


Fig. 5. HPLC profile of strawberry leaves 50% EtOH extract

図1<sup>1</sup>、2<sup>1</sup>:アグリモニンの構造式(左)及びアグリモニンが示す抗菌効果(右)

## 2. 目的

いちごの葉には抗菌作用のあるアグリモニンというポリフェノール成分が含まれていることが分かっている。そこで、へたにも抗菌作用があるか検証し、いちごの不可食部分を利用した抗菌効果のある液体の生成、また衣服の抗菌スプレー等の商品の開発につなげる。さらに、いちごは産地により色や形、大きさなどが様々であることから、いちごの産地ごとの抗菌効果を比較する。

## 3. 仮説

いちごのへたにも抗菌作用があり、汗や衣服に含まれる菌に効果を示す。

## 4. 方法

### 【予備実験】いちごのへたにおけるポリフェノールの有無

いちごのへたにポリフェノールが含まれているか、実験前に予備実験として予め確認した。

#### [予備実験-1]いちごのへたのポリフェノールの抽出

##### ・材料と器具

(材料)アメリカ産のいちごのへた 5.0g(図3)、50%エタノール300mL

(器具)温度計、ガラス棒、ガスバーナー、500mLビーカー



図3:いちごのへた5.0g

・方法

- 1.純水150mL、エタノール150mLを合わせて50%エタノール300mLを作った。
- 2.乾燥させたいちごのへた5.0gと50%エタノール300mLを500mLビーカーに入れ、攪拌しながら加熱した。
- 3.エタノールが沸騰するまで加熱を行い、抽出液を得た。この抽出液は常温で保存した。

[予備実験-2]フォーリンチオカルト法によるポリフェノール量の測定<sup>2</sup>

・材料と器具

(材料) 水8.0mL、試料溶液0.5mL、フェノール試薬0.5mL、10%炭酸ナトリウム溶液1.0mL

(器具) スターラー、攪拌子、50mLビーカー、ピペット

・方法

- 1.水8.0mLに予備実験-1で得た試料溶液0.5mLを50mLビーカーに加えて3分間攪拌した。
- 2.フェノール試薬を0.5mL加えて3分間攪拌した。
- 3.10%炭酸ナトリウム溶液1.0mLを加えて5分間攪拌した。
- 4.10分以上放置し、分光光度計でポリフェノール量の数値を計測した。

【実験1】寒天培地(エタノール抽出、汗培地)

[実験1-1]いちごのへたの抽出液の生成

・材料と器具

(材料) アメリカ産のいちごのへた 5.0g、50%エタノール 300mL

(器具) 温度計、ガラス棒、ガスバーナー、500mLビーカー

・方法

予備実験-1と同じ方法で抽出を行った。

[実験1-2]寒天培地の作成

・材料と器具

(材料) 寒天粉 2.0g、砂糖 1.0g、コンソメ 1.0g、純水 200mL、予備実験で得た抽出液(以下古い抽出液と呼ぶ)、実験1-1で得た抽出液(以下新しい抽出液と呼ぶ)、汗に含まれる菌(※1)

※1 今回使用する菌は特定の一種ではなく汗に含まれる菌全般とし、将来的に衣服に対する抗菌製品の開発を見込めるようにした。先行研究より、汗の付着した衣類からは、マイクロコッカス属細菌、モラクセラ属菌等の菌が検出されることがわかっている<sup>3</sup>。

(器具)500mL三角フラスコ、シャーレ、コンラージ棒、オートクレーブ、ろ紙(ペーパーディスク)、ピンセット

#### ・方法

以下の方法で古い抽出液、新しい抽出液の比較実験を行った。

- 1.寒天粉2.0g、砂糖1.0g、コンソメ1.0g、純水200mLを500mL三角フラスコに入れ、振り混ぜた。
- 2.500mL三角フラスコの口をアルミホイルで蓋をして、シャーレと共にオートクレーブにかけて滅菌処理した。
- 3.クリーンベンチ内でシャーレ6個に分注した。
- 4.培地が固まったら、コンラージ棒で汗溶液を培地に敷いた。
- 5.古い抽出液を染み込ませたペーパーディスク、新しい抽出液を染み込ませたペーパーディスク、純水を染み込ませたペーパーディスクを4枚ずつそれぞれ2個のシャーレに置いた。
- 6.30°Cのインキュベーターで管理し、一週間毎日コロニーを観察した。

	ペーパーディスク	汗
1	水	○
2	水	×
3	古い抽出液	○
4	古い抽出液	○
5	新しい抽出液	○
6	新しい抽出液	○

表1:実験1-2におけるペーパーディスクに染み込ませた液体と汗の有無による寒天培地の番号

#### 【実験2】寒天培地(熱水抽出、汗培地)

##### [実験2-1]熱水による抽出液の作成

###### ・材料と器具

(材料)アメリカ産のいちごのへた 2.0g、日本産のいちごのへた 2.0g、イギリス産のいちごのへた 2.0g、純水 150mL

(器具)100mLビーカー、ガスバーナー、温度計、ガラス棒

#### ・方法

エタノールによる殺菌効果が結果に与える可能性を考慮してエタノール溶媒ではなく、熱水での抽出を行った。

- 1.3つの産地のいちごのへたを、それぞれ純水50mLを入れた100mLビーカーに入れ、ガラス棒を用いてへたがほとんど純水に浸るようにした。
- 2.それぞれのビーカーをガスバーナーで熱し、約90°Cになるように6分間攪拌しながら加熱した。
- 3.100mLビーカーからいちごのへたをろうじで取り除き、抽出液を得た。実験1で常温保存した抽出液にカビが付着していたため、以降抽出液は冷蔵庫で保管を行った。

### [実験2-2]フォーリンチオカルト法によるポリフェノール量の測定<sup>2</sup>

#### ・材料と器具

(材料) フェノール試薬 1.5mL、実験1-1で得た抽出液、10%炭酸ナトリウム溶液 3.0mL

(器具) スターラー、攪拌子、50mLビーカー、ピペット

#### ・方法

[予備実験-2]と同様の方法で測定した。

### [実験2-3]寒天培地の作成<sup>4</sup>

#### ・材料と器具

(材料) 寒天粉 2.0g、砂糖 1.0g、純水 200mL、コンソメ 1.0g

(器具) シャーレ、オートクレーブ、500mL三角フラスコ、コンラージ棒、ろ紙(ペーパーディスク)、ピンセット

#### ・方法

1. 寒天粉2.0g、砂糖1.0g、コンソメ1.0g、純水200mLを三角フラスコに入れ、振り混ぜた。

2. 500mL三角フラスコの口をアルミホイルで蓋をして、シャーレと共にオートクレーブにかけて滅菌処理した。

3. クリーンベンチ内でシャーレ8個に分注した。

4. 培地が固まつたら、コンラージ棒で汗溶液を培地に敷いた。

5. アメリカ産いちごのへたの抽出液を染み込ませたペーパーディスク、日本産いちごのへたの抽出液を染み込ませたペーパーディスク、イギリス産いちごのへたの抽出液を染み込ませたペーパーディスク、純水を染み込ませたペーパーディスクを4枚ずつ置いたシャーレをそれぞれ2個ずつ用意した。

6. 30°Cのインキュベーターで管理し、一週間毎日コロニーを観察した。

	ペーパーディスク	汗
1	水	○
2	水	○
3	アメリカ	○
4	アメリカ	○
5	日本	○
6	日本	○
7	イギリス	○
8	イギリス	○

表2:実験2-3におけるペーパーディスクに染み込ませた液体と汗の有無による寒天培地の番号

### 【実験3】寒天培地(熱水抽出、納豆菌培地)

繁殖力の強い納豆菌(*Bacillus subtilis*)を用いた。

### [実験3-1]納豆菌の培養

#### ・材料と器具

(材料)納豆 1パック、0.9%生理食塩水 100mL

(器具)ミキサー

・方法

1.納豆を液体状になるまで、ミキサーにかけた。

2.0.9%生理食塩水100mLを加え、液体状の納豆を100倍に薄めた。

[実験3-2]寒天培地の作成<sup>4</sup>

・材料と器具

(材料)寒天粉 2.0g、砂糖 1.0g、ペプトン 3.5g、純水 350mL

(器具)500mL三角フラスコ、シャーレ、コンラージ棒、オートクレーブ、ろ紙(ペーパーディスク)、ピンセット

・方法

1.実験2-3と同様の手順で菌の種類を納豆菌に変えて、8個のシャーレに分注した。

2.30°Cのインキュベーターで管理し、一週間観察した。

	ペーパーディスク	納豆菌
1	水	○
2	水	○
3	アメリカ	○
4	アメリカ	○
5	日本	○
6	日本	○
7	イギリス	○
8	イギリス	○

表3:実験3-2におけるペーパーディスクに染み込ませた液体と納豆菌の有無による寒天培地の番号

【実験4】寒天培地(エタノール抽出、納豆菌培地)<sup>5</sup>

エタノールで抽出したいちごのへたの抽出液とエタノールの対照実験を納豆菌の寒天培地で比較した。

[実験4-1]ペーパーディスクに浸す液体の生成

・材料と器具

(材料)アメリカ産のいちごのへた 1.0g、日本産のいちごのへた 1.0g、イギリス産のいちごのへた 1.0g、5%エタノール50mL

(器具)ガスバーナー、100mLビーカー、温度計、ガラス棒

・方法

1.いちごのへた1.0gとエタノール5%を加えた100mLビーカーをそれぞれ80°Cで3分加熱した。

2.比較するエタノールだけが入った100mLビーカーを80°Cで3分加熱した。

### [実験4-2]納豆菌の培養

#### ・材料と器具

(材料) 納豆1粒、滅菌水5.0mL

(器具) 試験管

#### ・方法

1. 納豆1粒と滅菌水5.0mLを試験管内で懸濁した。

2. 懸濁液を1000倍に希釈した。

### [実験4-3]ポテトデキストロース寒天培地の作成

#### ・材料と器具

(材料) 純水400mL、ポテトデキストロース粉末14.7g

(器具) 500mL三角フラスコ、シャーレ、コンラージ棒、オートクレーブ、ろ紙(ペーパーディスク)、ピンセット

#### ・方法

実験2-3と同じ手順で培地の種類をポテトデキストロース培地に変えて実験を行った。なお、阻止円の広がりを明確にするため、ペーパーディスクの枚数を4枚から1枚に変更した。

	ペーパーディスク	納豆菌
1	エタノールのみ	○
2	エタノールのみ	○
3	アメリカ	○
4	アメリカ	○
5	日本	○
6	日本	○
7	イギリス	○
8	イギリス	○

表4:実験4-3におけるペーパーディスクに染み込ませた液体と納豆菌の有無による寒天培地の番号

## 5. 結果

### [予備実験-2]フォーリンチオカルト法によるポリフェノール量の測定

実験により、アメリカ産のいちごのへたに含まれるポリフェノール量は792μg/mLであることが分かった。このことより、いちごのへたをエタノール抽出した抽出液には、ポリフェノールが含まれていることが分かった。

### [実験1-2]寒天培地の作成

実験により、以下の結果が得られた。

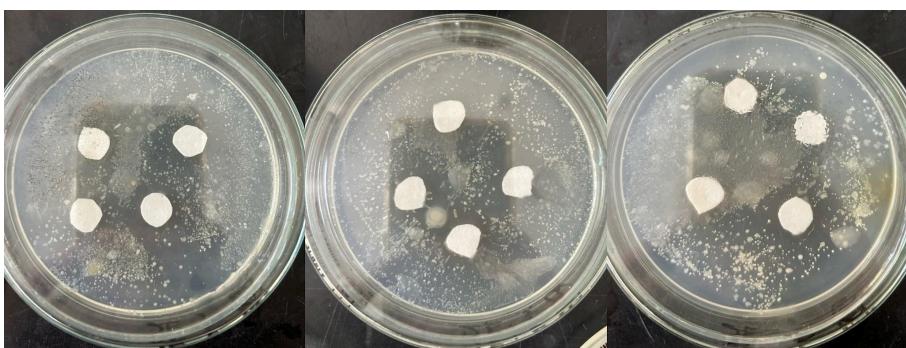
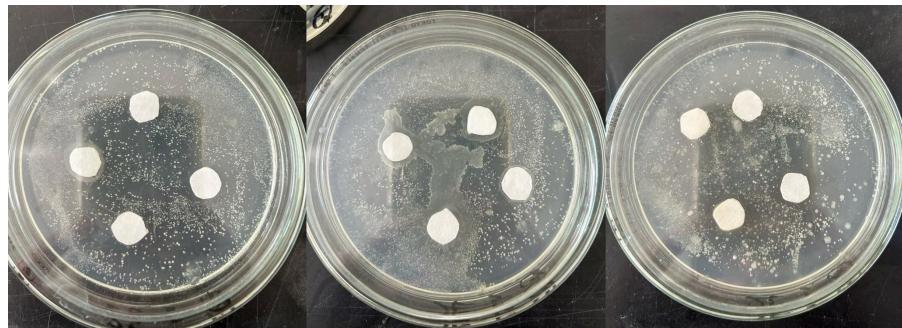


図4、5:一週間後の実験1-2の寒天培地の様子(左上から順に1、2、3、4、5、6番)

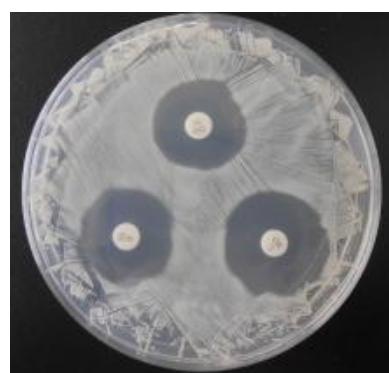


図6:阻止円の例<sup>6</sup>

抗菌効果があれば、図6のような阻止円が見られるが、いずれの寒天培地にも明らかな阻止円は見られなかつた。

[実験2-2]フォーリンチオカルト法によるポリフェノール量の測定  
実験により、以下の結果が得られた。

アメリカ産	日本産	イギリス産
701μg/mL	620μg/mL	958μg/mL

表5:実験2-2の産地ごとのポリフェノール含有量

いちごのへたを熱水抽出した抽出液には、アメリカ産、日本産、イギリス産のいずれの産地においてもポリフェノールが含まれていることがわかつた。

[実験2-3]寒天培地の作成  
実験により、以下の結果が得られた。



図7、8:4日後の実験2-3の寒天培地の様子(左上から順に1、2、3、4、5、6、7、8番)

抗菌効果があれば、図6のような阻止円が見られるが、いずれの寒天培地にも阻止円は見られなかつた。

[実験3-2]寒天培地の作成  
実験により、以下の結果が得られた。

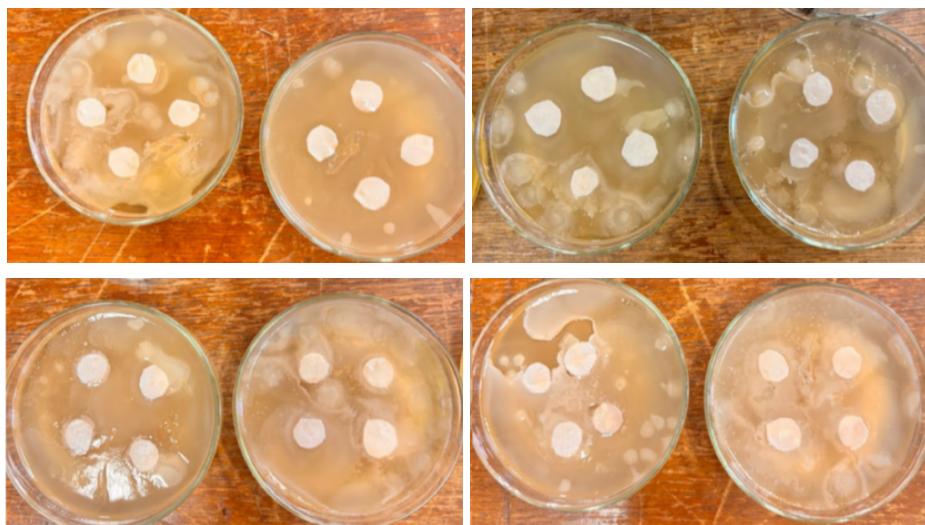


図9、10、11、12:7日目の実験3-2の寒天培地の様子(左上から順に1、2、3、4、5、6、7、8番)

抗菌効果があれば、図6のような阻止円が見られるが、いずれの寒天培地にも阻止円は見られなかつた。

[実験4-3]ポテトデキストロース寒天培地の作成  
実験により、以下の結果が得られた。

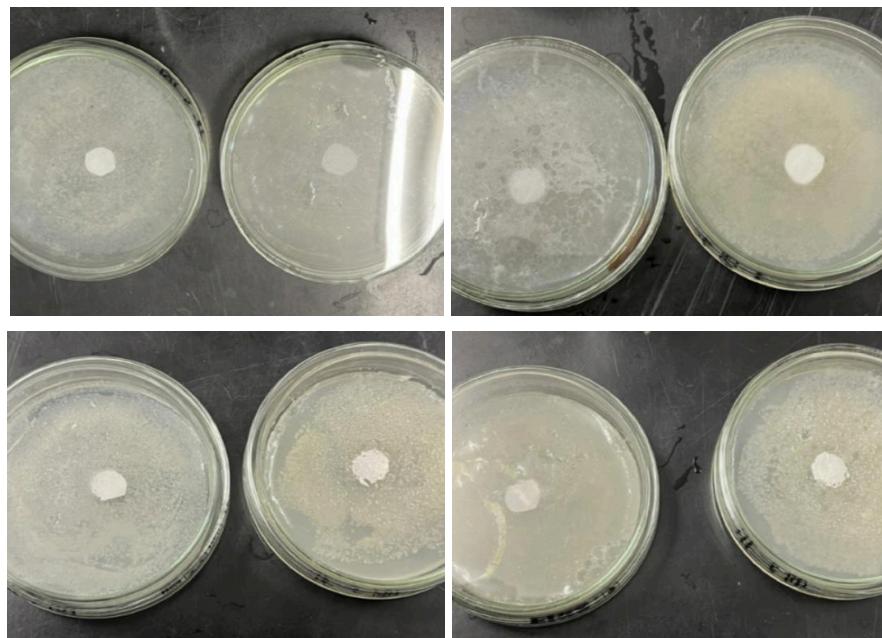


図13、14、15、16:3日目の実験4-3の寒天培地の様子(左上から順に1、2、3、4、5、6、7、8番)

抗菌効果があれば、図6のような阻止円が見られるが、いずれの寒天培地にも阻止円は見られなかつた。

## 6. 考察

予備実験のポリフェノール量の測定結果から、いちごのへたをエタノール抽出した抽出液にはポリフェノールが含まれており、ポリフェノールによる抗菌効果が期待できると思われる。

しかし、実験1、2、3、4のいずれの寒天培地にも明らかな阻止円は見られず、抗菌効果を証明することができなかつた。また、産地ごとの抗菌効果の比較については、いずれの寒天培地においても阻止円が見られなかつたことから、確かめることができなかつた。

実験1、2で阻止円が見られなかつた原因として、菌の繁殖がうまく進まなかつた、抽出液の濃度が低かつたという原因が考えられる。抽出液中のポリフェノール量を濃縮したり、抽出液におけるいちごのへたの量を変更した実験を行つたりすることで確認できると考える。

実験3、4の納豆菌を用いた実験では、上記の考察に加え、納豆菌の濃度が適切ではなかつたという可能性が示唆される。納豆菌懸濁液における納豆の粒の量を増やし、様々な濃度で検証することで確認できると考える。

全体を通して、いちごの葉と比較してへたには抗菌効果のあるアグリモニインの含有量が小さく、結果に現れにくかつたことが考えられる。これは、ポリフェノール量の測定は行つたが、アグリモニインだけの量を測定することは技術や時間の面で難しいと判断し、行うことができなかつたことが、一つの可能性として挙げられる。また、すべての実験において作成した抽出液はいちごのへたのみで、葉の抽出液は作成しなかつた。そのため、いちごのへたと葉の抗菌効果の違いがわからず、得られた結果はへたと葉の違いによるものなのか、実験の操作によるものなのか判断することが難しくなつてしまつた。いちごのへたと葉でそれぞれ同じ手順で抽出液を作成し、抗菌効果を比較することで、明確な課題が発見でき、より的確な改善につながると思われる。

## 7. 今後の展望

実験2、実験3、実験4での寒天培地の操作において、明らかな阻止円が見られるようにいちごのへたの抽出液を濃縮して実験を行う。また、いちごの葉も入手して抽出液を作成し、へたとの差を比較する。そして産地の異なるへたの抽出液の実用化に向けて、どのような種類の菌に効果を示すのかについてさらに実験を進める。

## 8. 謝辞

本研究を行うにあたり、ご教示をいただいた近畿大学農学部応用生命科学部農学研究科森本正則様、いちごのへたを提供していただいたGatoh 雅藤の皆様、PATISSERIE ESPOIRの皆様に深く感謝いたします。

## 9. 参考文献

1.近畿大学大学院農学研究科応用生命化学専攻、プラーナ株式会社

大原裕美、河越義晴、鎌田靖志、野崎勝則、森本正則、駒井功一

イチゴ葉に含まれる生理活性物質

<https://kindai.repo.nii.ac.jp/record/files>

2024年10月22日閲覧

2. User Life Science 茶葉のポリフェノール分析(フォーリンチオカルト法)

<https://userlife.science/basics/polyphenol-analysis/>

2024年7月10日閲覧

3.花王株式会社研究開発ニュースリリース(2016)

汗をかいた後に衣類から発生するニオイ成分とその原因菌を解明

[https://www.kao.com/jp/newsroom/news/release/2016/20160608\\_001/](https://www.kao.com/jp/newsroom/news/release/2016/20160608_001/)

2024年9月17日閲覧

4.大阪府和泉市 身近なもので微生物実験

<https://www.city.osaka-izumi.lg.jp/material/files/group/72/tvuu06.pdf>

2024年9月17日閲覧

5.神奈川県立厚木高校 石川郁巳 内田圭識 長澤鈴

精油の抗生物質の代替としての有効性の検討 2年C組11班

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

2024年10月30日閲覧

6.阻止円の寸法測定 KEYENCE

<https://www.keyence.co.jp/ss/imagemeasure/sokushiri/news/011/>

2024年10月30日閲覧

# タイトル モテない男への恋文 ~真:天才たちの恋愛頭脳戦~

神奈川県立厚木高等学校  
2年 E組 β 班  
出席番号 氏名

## 1. 背景

心理学の中で最も興味のあるものとして恋愛心理学を詳しく調べる。厚木高校ならではのテーマが欲しい中で学力が恋愛においてのアドバンテージになるのかを調べたいと考えた。  
また高校生というのもあり恋愛がしたいこの時期でどうすればモテることが出来るのかや他校にとって厚高は比較的頭が良い人が多くその点が恋愛においてどう影響するのかを知りたかったから。

## 2. 目的

他校で学力が恋愛においてアドバンテージとして評価されるのかを調べる。それとともに、顔、スタイル、清潔感など同じ高校生でも偏差値によって重視するものに差が出るのか調べる。  
→厚高生が他校にいけばモテるのでは？

## 3. 仮説

仮説 偏差値に反比例して恋愛において学力が高いことを重視する人が増えるのではないか？

<仮説の根拠>なぜ学校間に違いがある？

人にはタイプというものがある。例としては、顔が好き 性格が良い 運動神経が良いなど。

→人のタイプというのは学校(主に学力)によって異なるのではないか。

## 4. 方法

実験 アンケートによる各偏差値帯での恋愛観の確認

【Googleフォームでのアンケート】

・Googleフォームでのアンケートを実施し、データを集める。

→理由…テーマに興味を持つてくれる人が多いと予想し、その上現実味があるから。

◎懸念点…1、厚高生の回答数をしっかりと確保できるかどうか→二年生と一年生に協力してもらうことができた

2、他校で回答数を確保できるか。→これは2校ずつに絞ったが集められた

<懸念点への解決策>

1、昨年の経験から、昼休憩に取るのは良くないことが分かっている。

⇒帰りHR直後各先生に説明をして協力してもらう

2、他校の回答については基本的に自分たちの人脈。厳しい戦いになりそうだが、時間が全くないわけで

はないので粘って集めることにした。

#### <具体的な実験方法>

・偏差値を10ずつ3つに区分し、40~50(旭、綾瀬)、50~60(横浜瀬谷、松陽)、60~70(市立桜丘、横浜平沼)、70~(厚高)でアンケートをとった。

⇒各偏差値帯を2校ずつに絞ることで集中的に集計した

・各偏差値男女100~300人ずつのアンケート

アンケートの形式…1~4で評価にした

⇒仮実験をクラスメイト数名に5段階評価で行ったところ、3の回答数が圧倒的に多かった。そのため偏りを出すために4段階を採用した。

\*同じ偏差値帯でも校風などにより差が出そうだが、今回は偏差値で区分するので考慮しないものとする。

↙ ヴェリタスアンケート 🏰 🎉

質問 プレビュー 回答 89+ 設定 アナリテ-

合計点0 保存

恋愛に関するアンケート

あなたが恋愛において重視するポイントを教えて下さい  
10項目において1~5でどれだけ重視しているか、  
回答してください

明るさ

1.まったく重視しない  
2.非常に重視する

1 To 4

回答キー (0 ポイント) 必須

学力

1.まったく重視しない  
2.非常に重視する

1 To 4

回答キー (0 ポイント) 必須

優しさ

1.まったく重視しない

1 To 4

回答キー (0 ポイント) 必須

・実際のアンケートの画像

項目については、先行研究で使用していた10項目をそのまま使用し、学力の項目のデータを取っていることを推測されないようにした。

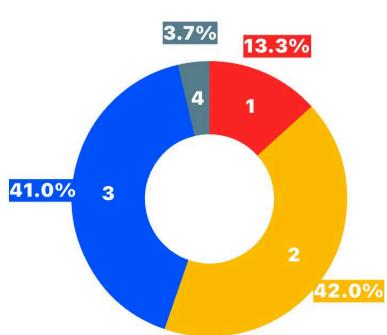
## 5. 結果

1. アンケートの集計について

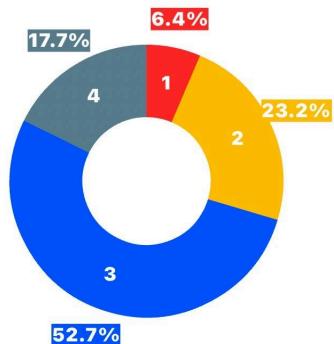
人数(偏差値) :

40~50 : 197人 50~60 : 197人

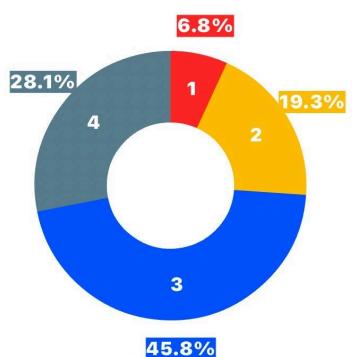
60~70 : 198人 70~ : 251人 (厚木高校生のみ)



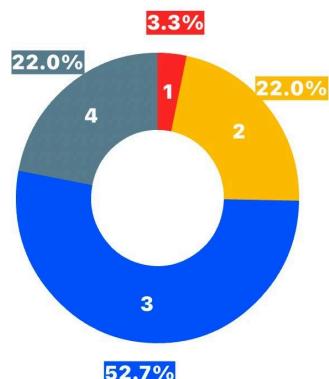
40-50



50-60



60-70



70-

<40-50>

今回集計した中で最も偏差値の低いこの区分では、過半数の人が重視はしないと回答していた。また、とても重視すると回答した人はほとんどいないことがわかる。

<50-60>

偏差値50~60において、学力3を選んだ人が多く学力を重視していない人が少ないと結果になった。

結果的に学力を気にしやすい傾向があることがわかった。

<60-70>

全体的にグラフが右に片寄っていることから恋愛を重視する人が高い確率でいるということがわかった。

<70->

厚高生は自分たちが予想していたよりもはるかに重視する回答が多かった。

特に全く重視しない人はほとんどおらず、また約過半数の回答がどちらかといえば重視するという回答であった。

## 6. 考察

今回のアンケートでは、仮説「偏差値に反比例して恋愛において学力が高いことを重視する人が増えるのではないか」と異なり、偏差値が上がるにつれ、学力の重視度も増えていったことが分かる。それなら、別に厚高生が他校に行ってもモテないという結論に至る。そして、偏差値と恋愛観(学力が高いこと)には、比例の関係がありそうだと考えた。

## 7. 今後の展望

- ・今回はある程度固まった高校にのみアンケートを行ったため、その高校の校風なども影響してしまった可能性がある。今後もアンケートを取り、母数を増やすことでより正確な検定をしていきたい。
- ・学力と共に、他のタイプとは相関関係があるのではないか比較していきたいと思う。
- ・男女の違いによるグラフを出せていない為、男女の中でも違いがあるのか検証する。

## 8. 参考文献

<https://hakuoh.repo.nii.ac.jp/record/2656/files/%E7%99%BD%E9%B4%8E%E5%A4%A7%E5%AD%A6%E6%95%99%E8%82%B2%E5%AD%A6%E9%83%A8%E8%AB%96%E9%9B%8613020021.pdf>

白鷗大学機関リポジトリ「恋愛経験と理想的な恋人の特性」

[https://nagoya.repo.nii.ac.jp/record/1776/file\\_preview/KJ00000726360.pdf](https://nagoya.repo.nii.ac.jp/record/1776/file_preview/KJ00000726360.pdf)

名古屋大学学術機関リポジトリ「恋愛関係が青年に及ぼす影響についての探索的研究」

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/personality/29/2/29\\_29.2.6/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/personality/29/2/29_29.2.6/_pdf)

立命館大学 男女間における恋愛意識調査における報告書

# タイトル

神奈川県立厚木高等学校  
2年 組 β 8班

## 1. 背景

水引交差点は市内最大の交通渋滞箇所の一つでピークタイムには100mを超える滞留が持続している。県道北側の横断歩道では青信号で渡る歩行者数が途切れず、中心街方面への車列が左折車の横断待ちでつまる「左折づまり」が多く発生している。この原因の歩行者が厚高生である可能性が高いため、滞留の解決策を提案してくれないかと厚木市役所都市計画課の方々に要請された。

## 2. 目的

- ・渋滞発生の原因を研究し、渋滞解消の手がかりを得る。
- ・得た手がかりを基に日本各地に存在する混雑地域の渋滞解消のモデルケースになる。
- ・交通渋滞を解決することで交通の流動性の上昇や環境への影響の低減、経済的影響の軽減などが見込まれる。

## 3. 仮説(なくてもよい)

歩行者数と渋滞の発生は相関関係がない。

渋滞発生の原因はやってくる車両の需要と道路の容量との関係や信号周期の問題などであることが多いため横断歩道を通過する歩行者に直接的な要因はない。

\*先行研究より本研究において「道路の容量」とは道路の幾何構造(車線幅、側方余裕、勾配、曲率など)によって単位時間に通すことのできる最大の車両台数のことである。

## 4. 方法

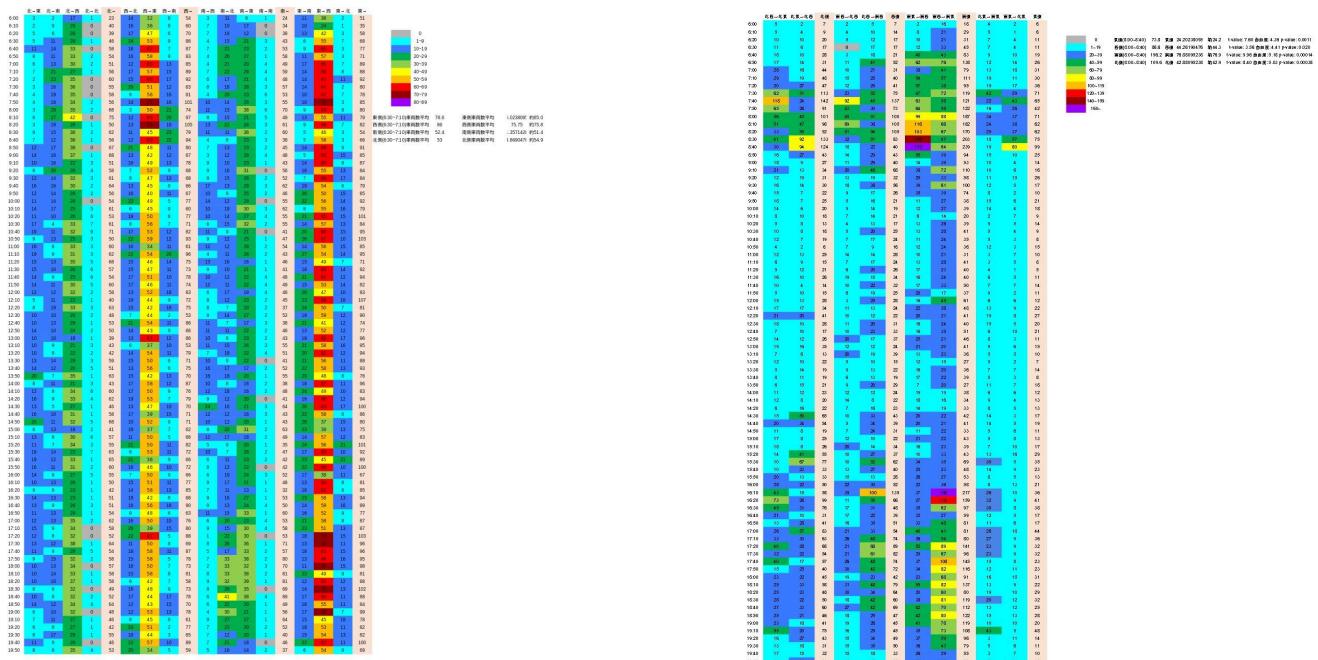
1. 厚木市役所都市計画課の方々から頂いた水引交差点の交通量、歩行者データを色付けし可視化する。
2. t検定を用いて有意差を算出し、渋滞が起きていると思われる時間帯を設定する。
3. 渋滞が起きている時間帯から、歩行者数が多い時間帯と少ない時間帯の2つのグループに分ける。
4. 設定した2グループの時間帯にそれぞれ実際に交差点へと出向き、渋滞と歩行者数と共に計測し相関関係を求める。

\*なお、先行研究より、本実験において「渋滞」とは1kmあたり25台程度以上に増えた状態とする

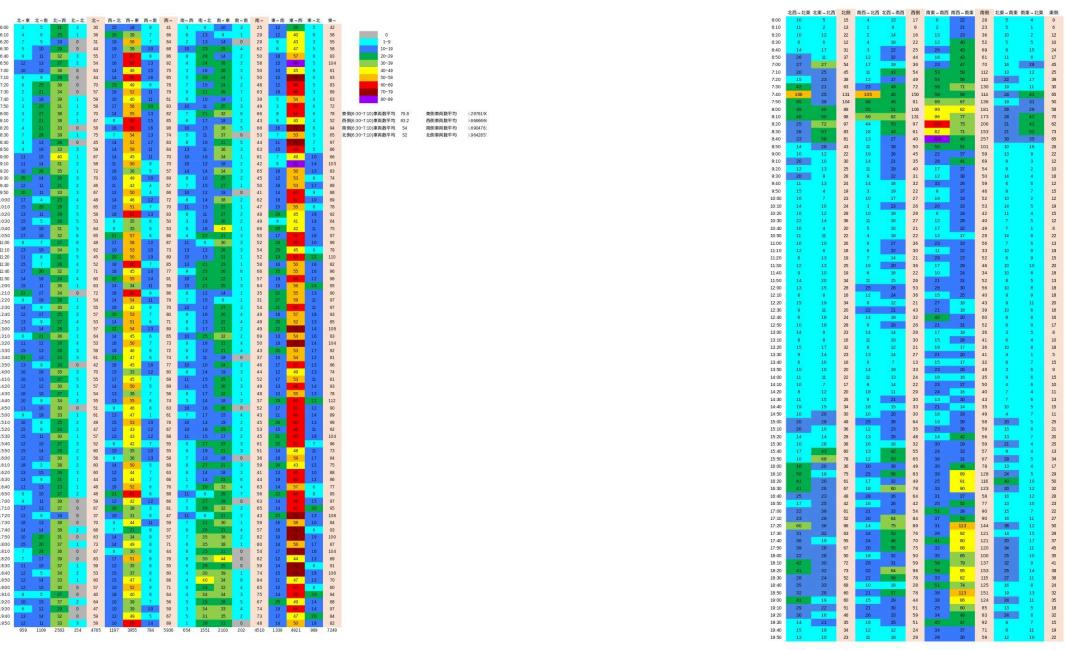
## 5. 結果

本研究では主に令和3年、10月7日と8日に厚木市役所が行った交差点を通過する車両数と歩行者数に関する調査結果を使用し研究を行った。

下記の表は令和3年10月7日に行われた調査をまとめた表である。左が車両の通過数であり右が歩行者数である。



続いて令和3年10月8日の車両通過数と歩行者数である。上記と同様に左が車両通過数、右が歩行者数である。



私達は頂いたデータを数値ごとに10の段階に分類し、色分けを行った。車両通過数の表においては「0」、「1~9」、「10~19」、「20~29」、「30~39」、「40~49」、「50~59」、「60~69」、「70~79」、「80~89」の10段階に歩行者数の表では「0」、「1~19」、「20~39」、「40~59」、「60~79」、「80~99」、「100~119」、「120~139」、「140~159」、「160~」の10段階に分類し、数値が高いものほど色が濃くなるように色分けを行った。

この2つの歩行者数の表の値のうち、8:00~8:40の値と18:00~18:40の値に注目しそれぞれt検定を行ったところ共に有意な差が確認できたため、他の時間帯に比べて8:00~8:40は、渋滞が確認できるうえに歩行者も多い時間帯であり、18:00~18:40は渋滞は確認できるが歩行者は少ない時間帯であると分かった。このデータを踏まえ、実際に検証する予定であったが、研究時間が足りなかつたうえに、班員の体調不良が相次ぎ人手が足りなかつたためこの実地検証を行うことは叶わなかつた。

## 6. 考察

8:00~8:40と18:00~18:40の2つの時間帯で共に渋滞が確認できた場合、歩行者数の増減に関係なく渋滞が発生していると考えられるため歩行者数と渋滞の発生には相関関係がなく、歩行者が渋滞発生の直接的要因ではないという本研究の仮説は証明される。

## 7. 今後の展望

今回の研究で行うことのできなかつた実験を行い、私達の研究を原因特定の段階から解決策提案の段階へと進めて行きたい。また、シミュレーターを用いて道路の容量を変えることなく渋滞を解消する方法を提案しモデルケースを作成して多くのドライバーが渋滞のストレスを感じずにするようにしたい。

## 8. 参考文献

渋滞のサイエンスとその解消法 西成活裕(東京大学先端科学技術研究センター)

<https://www.jps.or.jp/books/gakkaishi/2016/03/71-03mijika.pdf>

交通の数理と渋滞学 西成活裕 東京大学大学院工学系研究科、科学技術振興機構「さきがけ」

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/ijsei/23/5/23\\_631/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/ijsei/23/5/23_631/) pdf

交通渋滞の科学 桑原雅夫 東京大学生産技術研究所

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/souonseigyo1977/27/6/27\\_6\\_431/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/souonseigyo1977/27/6/27_6_431/) pdf

厚木市役所交通課の方々による研究及び研究資料

# アンモニアを用いた高校水準での酸化鉄還元

神奈川県立厚木高等学校  
2年 E組 β9班

## 1. 背景

日本産業において製鉄業界が生み出しているCO<sub>2</sub>は排出量が1位であり、現状の製鉄方法では懸念されている地球温暖化等の環境問題を起こす大きな要因の一つであると考えられる。そのため製鉄を営む企業は、石炭等の炭素で組成される物質を用いた直接製鉄法から、反応時に二酸化炭素を排出しない水素製鉄をおこなうための研究がおこなわれている。しかし、水素製鉄には利用する水素の安全性や生成方法・運搬効率などの観点から実用化は困難であることにより、それらの懸念を解決するような利点を持つ”アンモニア”を用いた酸化鉄還元法も研究されている。

## 2. 目的

アンモニアで製鉄を行う先行研究はあったが、大学や企業レベルの設備と資金が必要なものであった。そのため、高校レベルの設備で代用した実験装置で、アンモニアを用いた製鉄が可能であることを実証する。

## 3. 仮説

実験において代用できる設備で装置を作り、先行研究と同様に鉄を作ることは可能。しかし、還元に必要なアンモニアの供給量を一定にし反応させることができない。また、実験装置の規模や実験時間等が先行研究とは異なるため、先行研究と比べて鉄の純度が落ちると考えられる。

## 4. 方法

実験目的を達成するために、本実験(メイン)とそれに付随する予備実験を行って自分たちがつくった実験装置による製鉄の効率を、実測値と科学的な理論計算によって検証する。

### <予備実験1>

酸化鉄(III)を還元させるときに使用するガスバーナーから単位時間当たりに供給される熱量の研究

○使用実験器具:

- ・水200g
- ・力学スタンド×1
- ・ガスバーナー
- ・水銀温度計×1
- ・ビーカー500mℓ

○実験方法

1. ビーカーに200gの水を計測していれる
2. 水銀温度計で実験開始前の温度をはかり、力学スタンドを用いてビーカーの中心あたりに固定する。
3. ビーカーの水をガスバーナーで熱する。このとき、空気調節ネジとガス調節ネジの回転数を実験ごとに変化させ、本実験において最も好ましいパターンを調べるものとする。
4. 10分間の上昇温度を測り、各パターンでガスバーナーの仕事率を求める。

### <予備実験2>

単位量の塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを反応させた際に発生するアンモニアの物質量をもとにした、本実験中のアンモニア供給速度の研究

○使用した実験道具・材料

- ・30mℓ試験管

- ・丸底フラスコ(容積300mℓ)
- ・ガラス管付きゴム栓
- ・ガスバーナー
- ・ドラフト
- ・試料(塩化アンモニウム1gと水酸化カルシウム1g)
- ・ガラス棒
- ・濃塩酸
- ・タイマー(今回はスマホのタイマー機能を利用した)
- ・力学スタンド
- ・薬さじ
- ・薬包紙

#### ○実験手順

1. 装置を組み立てる。試験管に試料を入れてゴム栓で蓋をしガラス管とつないで、丸底フラスコにガラス管のもう片方を入れる。
2. ガスバーナーに火をつけ、試験管を熱すると同時にタイマーで時間の計測をする。このときアンモニアを発生させる実験のため、安全性を考慮しドラフトの中で実験をする。
3. 丸底フラスコの口に、濃塩酸を先端につけたガラス棒を近づける。ガラス棒から白煙が生じたときタイマーを止め、試料の反応速度を求める。(発生したアンモニアを揮発性の塩酸の蒸気で白煙にする、 $\text{NH}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$  の反応を利用)

#### <本実験>

作成した実験装置を用いたアンモニア製鉄実験・製鉄効率の計測

#### ○使用する実験道具・材料

- ・ガスバーナー×2台(アンモニア発生用、酸化鉄還元用それぞれ全実験で共通のもの・元栓を使用)
- ・石英ガラス管(全長60cm、20mm口径、熱伝導率(20°C) 1.5W/m·K)
- ・ドラフト
- ・三角フラスコ×2つ
- ・300mℓビーカー
- ・シリコンゴム栓×2つ
- ・塩化アンモニウム 1.5g
- ・水酸化カルシウム 1.0g
- ・酸化鉄(III)粉末 2.0g**
- ・硫酸水溶液(硫酸 $5.0 \times 10^{-2}$ mol分) 200mℓ
- ・希硫酸1mol/L水溶液(数滴)
- ・フェノールフタレン溶液
- ・力学スタンド×2
- ・磁石
- ・薬さじ
- ・薬包紙
- ・シャーレ

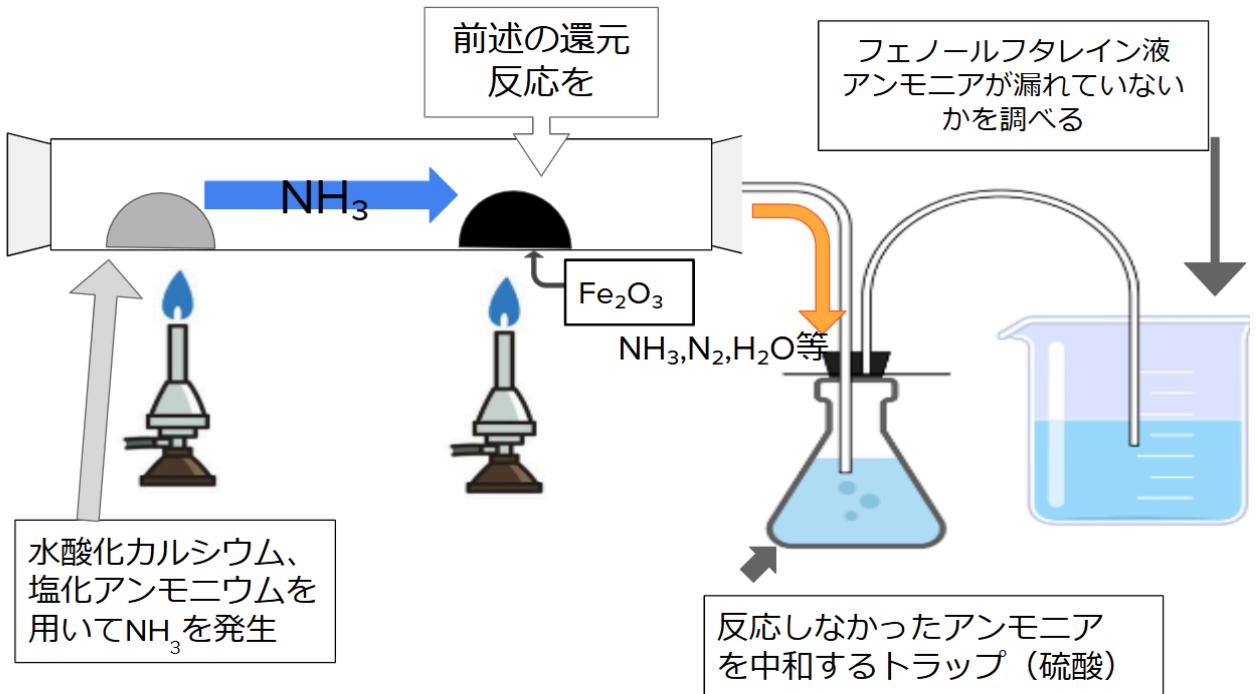


図1: 実験装置の概観(力学スタンドは割愛)

### ○実験手順

#### (1) 実験装置の組み立て

- 酸化鉄(III)の粉末をより細かくつぶす。
- 石英ガラス管に塩化アンモニウムと水酸化カルシウムのモル比率1:1の混合物、手順1で精製した酸化鉄(III)を投入し、穴の開いたシリコンゴム栓を用いて蓋をする。
- 実験装置内で酸化鉄(III)と反応しなかったアンモニア気体を回収するために、強酸をビーカーに入れて穴の開いたシリコンゴム栓とガラス管でつなげ栓をし、もう片方の管をフェノールフタレン溶液を入れたビーカーに入れて、アンモニアのトラップ装置をつくる。
- ドラフト内に1~3で組み立てた装置を設置し、ガスバーナーを供給元と接続する。このとき、各栓と接続するガスバーナーを固定し、またアンモニアの精製・酸化鉄(III)の還元に使うガスバーナーは核実験方法共通とする。アンモニアの発生に使用するガスバーナーは予備実験2で用いたものを使用する。

#### (2) 実験方法

対照実験を行うため、4パターンの実験を実施する。パターンA・B・Dでの共通事項は以下の通り。

- 実験装置のガスバーナーを点火。パターンごとに任意の時間だけ加熱をする。塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を反応させアンモニアを発生させる。同時に酸化鉄(III)の還元も行う。  
※フェノールフタレン溶液が赤みを帯びた場合は遅滞なく実験を中断する。
- 時間経過ののち、実験装置全体を自然冷却するため加熱をやめる。
- 冷却後の反応物のうち磁性を帯びた物体の質量を計測する。元の酸化鉄(III)の質量から還元率を計算する。
- 反応後に発生した物質が四酸化三鉄か鉄かを調べる。金属光沢、希硫酸との反応の有無を用いて判断する。

#### (3) 対照実験の実施

本実験における上記の共通事項に加え、パターンごとに一部実験方法を変更する。以下の通り。

パターンA: 加熱時間45分。酸化鉄(III)を山なりに実験装置に入れる。

パターンB: 加熱時間45分。酸化鉄(III)を反応する表面積が大きくなるように薄く広げる。

パターンC: 実験方法のうちアンモニアの発生を利用しない実験方法を取る。加熱時間45分。

パターンD:加熱時間90分。パターンAと時間による反応の比較を行う。

## 5. 結果

<予備実験1>水を用いてガスバーナーより供給される熱量を調べる。

	空気調節ネジ [°]	ガス調節ネジ [°]	実験前の水温 [°C]	実験後の水温 [°C]	仕事率[w] (計算値)
条件1	270	30. 0	26. 8	48. 5	30. 3
条件2	270	45. 0	26. 5	64. 5	53. 1
条件3	300	60. 0	28. 5	90. 5	86. 6
条件4	360	30. 0	26. 2	80. 0	75. 1
条件5	360	60. 0	27. 0	89. 9	87. 9

表1:空気調節ネジ、ガス調節ネジの角度と各条件ごとの仕事率

表1より、いずれの条件下においても実験器具を破損させるほどの熱量は供給されないことが分かった。また、条件2により本実験をおこなうこととした。

<予備実験2>塩化アンモニウムと水酸化ナトリウムの反応が終わるまでの時間を測る。

1回目:2m55s 2回目:3m12s 平均反応時間:184s(有効数字を考慮しないなら183.5s)

反応により発生したアンモニアは丸底フラスコの体積から0.300Lであるため約 $1.34 \times 10^{-2}$ mol発生したとわかる。これらから、アンモニアの発生速度は $7.30 \times 10^{-5}$ mol/sとわかる。

<本実験>作成した実験装置を用いたアンモニア製鉄実験・製鉄効率の計測

	反応の 有無	反応後の 黒色物質の質量	還元された 酸化鉄(III) の割合	磁性	金属 光沢	希硫酸	加熱 時間
パターンA	○	0.9g	46.6%	○	×	×	45分
パターンB	○	0.8g	41.4%	○	×	×	45分
パターンC	×	0.0g	0.00%	×	×	×	45分
パターンD	○	1.1g	56.9%	○	×	×	90分

表2:反応性と反応後の物質についての比較

アンモニアの還元により、磁性をもった物質が生成された。しかし、いずれも金属光沢、鉄と同じ反応性を持っているものは反応により作られなかった。

## 6. 考察

実験結果からこれら3つのことが考察できた。

- ・実験でできた黒色物質は磁性を持っていたが、金属光沢や希硫酸との反応性などの鉄の特性をもっていなかった。このことからアンモニアで酸化鉄(III)は還元され四酸化三鉄になったと考察できる。
- ・パターンAと比べて酸化鉄(III)をうすく広げたパターンBがAと比べ効率が悪化したのは、広げたことによりバーナーから離れてしまい、バーナーから離れた部分の温度が低下してしまい、反応に必要な温度に達することができなかつたからだと思われる。また、パターンAとパターンDを比べるとパターンDの方が

時間が長いためできた黒色物質の量が多かったと思われる。

・酸化鉄(III)が四酸化三鉄になった後に鉄へと還元できなかつた理由として、主に以下の三点が 推測できる。

- ・本実験の時間不足
- ・酸化鉄(III)の量が多いことによる効率の悪化
- ・四酸化三鉄が触媒として働く、アンモニアが水素に分解されない。

以上のことまとめるとアンモニアによる還元で四酸化三鉄はできたものの、時間不足や過剰な酸化鉄(III)の量、還元に必要な水素の不足などにより、鉄はできなかつた。長時間熱することで四酸化三鉄の量は増加する。

## 7. 今後の展望

発生してすぐの酸素がアンモニアと反応してしまつたり、酸化鉄(III)全体にアンモニアが行き渡つていなかつたり、水素の発生を確認する方法がなかつたりなど、実験装置としての課題も見られた。

今後の展望として実験装置の改良、より長い時間での実験、水素の発生の確認などが必要である。

## 8. 参考文献

[1]北海道大学 JFEスチール 製鉄方法および製鉄システム

<https://patentimages.storage.googleapis.com/8f/06/84/d255c212383413/WO2011108570A1.pdf>

[2]京都大学 経済産業省「製鉄プロセスにおける水素プロジェクト」の研究開発・社会実装の方向性(案)に対する意見

[https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green\\_innovation/energy\\_structure/pdf/005\\_s02\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/pdf/005_s02_00.pdf)

[3]日本製鉄 水素を利用した製鉄の技術

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/70/9/70\\_422/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/70/9/70_422/_pdf/-char/ja)

[4]金属系材料研究開発センター 製鉄プロセスにおける水素

<http://www.jrcm.or.jp/pdf/20220615-2.pdf>

# 音色が人に与える印象について

神奈川県立厚木高等学校  
2年E組 β 10班

## 1. 背景

近年、楽器数の増加や新たな奏法など、技術の発達によって音楽活動が盛んになった。使える音色の数が大量に存在することで、音楽活動の際に、より効果的な音楽にするにはどんな音色を使うべきかを迷いやすい。

## 2. 目的

音楽の場面に応じた適切な音色を選べるようにするために、4種の波形(正弦波、矩形波、三角波、のこぎり波)の基本的なキャラクターを調べる。

## 3. 方法

### アンケートを用いて実施。

ラフマニノフ『悲しみの三重奏』一番(以下、使用曲)を、正弦波、三角波、矩形波、のこぎり波のそれぞれで編集した。アンケートには、4種の波がそれぞれ15秒間ずつ流れる一つの動画を貼り付けた。ここで用いた15秒間の音声ファイルは、いずれも使用曲において同じ部分を使い、正弦波は音源①、三角波は②、矩形波は③、のこぎり波は④とした。これは、各波のその名称による印象への影響を考慮したためである。

### 〈評価項目について〉

イギリスの音楽心理学によって発表されたGeneva Emotional Music Scale(GEMS-9)に基づいて、評価項目は以下9つにした。

「感動した」「魅了された」「力強さを感じた」「優しさを感じた」「懐かしさを感じた」

「落ち着きを感じた」「愉快な感じがした」「悲しい感じがした」「緊張感がした」

それぞれの評価項目に「どの音源が一番当てはまるか」という質問をし答えてもらった。

## 4. 結果

以下の各項目で、最も当てはまる音源を選んでください。

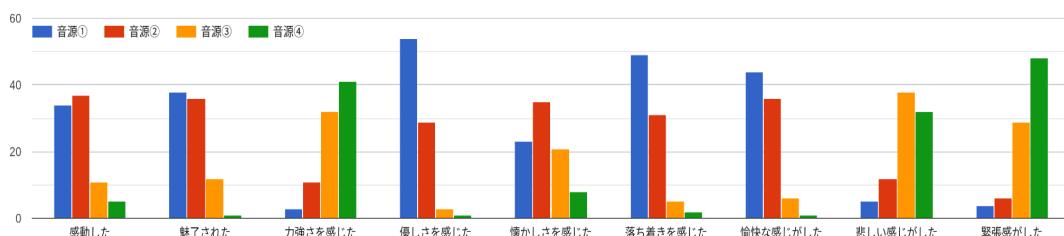


図1 実際のアンケート結果

### 検定

(n=87)

測定値	①	②	③	④	計
感動した	34	37	11	5	87
魅了された	38	36	12	1	87
力強さ	3	11	32	41	87
優しさ	54	29	3	1	87
懐かしさ	23	35	21	8	87
落着き	49	31	5	2	87
愉快	44	36	6	1	87
悲しい	5	12	38	32	87
緊張	4	6	29	48	87
計	254	233	157	139	783

理論値	①	②	③	④	
感動した	28.22222222	25.88888889	17.44444444	15.44444444	
魅了された	28.22222222	25.88888889	17.44444444	15.44444444	
力強さ	28.22222222	25.88888889	17.44444444	15.44444444	
優しさ	28.22222222	25.88888889	17.44444444	15.44444444	
懐かしさ	28.22222222	25.88888889	17.44444444	15.44444444	
落着き	28.22222222	25.88888889	17.44444444	15.44444444	
愉快	28.22222222	25.88888889	17.44444444	15.44444444	
悲しい	28.22222222	25.88888889	17.44444444	15.44444444	
緊張	28.22222222	25.88888889	17.44444444	15.44444444	
p値:0.05	自由度:24	$\chi^2$ 値:432.8986945		結果:pは限りなく0に近い。	

図2 実際の3群以上の $\chi^2$ 二乗検定

- ・3群以上の $\chi^2$ 二乗検定により、少なくとも1つは4種の音色の間のいずれかに有意差があることがみられる。
- ・倍音を多く含む音(矩形波・のこぎり波)では、緊張感や悲しみ、力強いなどの感情を引き起こす傾向にある。
- ・倍音をあまり含まない音(正弦波・三角波)では、懐かしい、優しい、落ち着きや愉快などの感情を引き起こす傾向にある。

## 5. 考察

結果より、比較的倍音を含む音(矩形波・のこぎり波)では、我々に緊張感や悲しみ、力強さなど、他の項目と比べエネルギーを要するような感情を呼び起こすことから、周波数が大きいということは、その分だけ単位時間当たりに振動する波の回数が多くなるということであり、我々はその高い音を動的な印象として捉えるのではないかと考える。

## 6. 今後の展望

- ・今回は人工音声を使ったが楽器などを使った際にどのように結果が変わるか。
- ・別の曲を使用する。(一曲だけだとサンプルとして不確か)
- ・波の種類をより多くする。(実際の音楽はもっと多くの波が使われている)
- ・波に含まれている倍音の種類や割合を数値として出す。

## 7. 参考文献

- ①<https://doi.org/10.14945/00010280>(静岡大学教育学部2017)
- ②[https://wps.itc.kansai-u.ac.jp/acoust/wp-content/uploads/sites/190/2024/03/2023\\_b\\_watanabe.pdf](https://wps.itc.kansai-u.ac.jp/acoust/wp-content/uploads/sites/190/2024/03/2023_b_watanabe.pdf)  
(関西大学環境都市工学部建築学科建築環境工学第I研究室2023)

# 菌を用いた長期保存パンの検討

神奈川県立厚木高等学校  
2年 E組 β 11班

## 1. 背景

災害が増え保存食の需要が増えていることと、食品ロスの問題から長期保存が可能な食品の需要が高まっていると考えた。その中で私たちにとって身近な食品であるパンに着目した。

## 2. 目的

先行研究では独自の乳酸菌(*Lactobacillus acidophilus*)を用いて、サワー種と呼ばれるパン生地を作り、防カビ性能を調べていたが、ヨーグルトなどに用いられている身近な乳酸菌を用いても長期保存可能なパンを作れると考え、サワー種の代用となるような長期保存可能なパンを作りたいと考えた。また、乳酸菌に似た特徴を持つ菌として、酸を生成でき、食べれる菌ということから酢酸菌(*Acetobacteraceae*)も乳酸菌と同様の研究をしてみることにした。

## 3. 仮説

1. 乳酸菌または酢酸菌をパン生地に入れることによってパンが腐りにくくなる
2. 先行研究にて、独自の乳酸菌のpHの値を発酵開始から24時間ごとに計測しており、pHの値が下がっていたことから、菌を入れたパンは時間とともにpHの値が下がる

## 4. 方法

### 実験1-1 乳酸菌の培養

〈実験材料〉

・粉寒天(10g)・砂糖(10g)・コンソメの素(10g)・お湯(500cc)・なべ・へら・シャーレ

〈実験方法〉

1. 粉寒天、砂糖、コンソメの素、お湯をなべに入れ加熱する
2. 材料が溶けたら冷ましシャーレに1,2cmほどの深さをいれる
3. すぐにふたをし冷まして固める
4. 上で作った寒天培地に市販のヨーグルト3種類(乳酸菌の種類がそれぞれ異なる)を塗布

### 実験1-2 酢酸菌の培養

〈実験材料〉

・酵母エキス(10g)・ペプトン(10g)・グリセロール(20g)・グルコース(5g)・ポテトエキス(100ml)・炭酸カルシウム(5g)・粉寒天(15g)・米(1g)・生理食塩水(9ml)

〈実験方法〉

1. 酵母エキス、ペプトン、グリセロール、グルコース、ポテトエキス、炭酸カルシウム、粉寒天を1Lの純水に入れオートクレーブ滅菌したシャーレにいれる
2. 腐敗した米を9mlの生理食塩水に入れ1/10ずつ希釀していく
3. 1で作った寒天培地に2を塗布
4. 炭酸カルシウムが溶けたコロニーを1の材料から炭酸カルシウムと粉寒天をのぞいた材料で作った液体培地で培養する

### 【実験1の結果】

乳酸菌はヨーグルトを塗布してから数日観察したがコロニーが増えた様子が見られず培養が行えなかった。また、酢酸菌も同様に培養が難しく、乳酸菌を入れたパンと酢酸菌を入れたパンを

比較するうえで菌の量を揃えるという点で多くの課題があつたことから培養は断念し菌数表示のあるヨーグルトの素である乳酸菌の種菌(ABCT種菌)を使用することにした。なお酢酸菌については市販のものを見つけることが出来なかつたため、今回の研究は乳酸菌の効果のみを調べるものとする。

### 実験2 パン生地の作成

〈実験材料〉・砂糖(6.25g)・塩(1.88g)・ドライイースト(2.5g)・強力粉(125ml)・お湯40°C(75ml)・ボウル・ラップ・クッキングシート・乳酸菌種菌1袋(2g)

#### 〈実験方法〉

1. ボウルにお湯以外の材料を入れお湯を加えて混ぜ、ひとかたまりになつたらボウルからだし、捏ねる
2. ボウルに入れラップをしオーブンの発酵機能を使い40°Cで30分発酵させる
3. ガス抜きをし7等分に分けて丸め濡れた雑巾をかぶせて10分休ませる
4. 丸め直しクッキングシートを敷いた天板にのせる
5. ラップ、濡れた雑巾をかぶせてオーブンの発酵機能を使い40°Cで30分発酵させる
6. オーブンから出しそのまま10分発酵する
7. 190°Cのオーブンで15分程焼く

8. カビが生えたか判別するために、焼いたパンを火で炙り殺菌した包丁で半分に切り、パンの中の白い面を上にして天板に並べ常温保存

乳酸菌の種菌を材料に入れたパンと入れていないパンをそれぞれ上の手順で作り1日1回パンの見た目と臭いを確認した。

### 【実験2の結果】

下の図は実際に普通のパン・乳酸菌入りのパンを2週間に渡って、観察した際の様子である。普通のパン・乳酸菌入りのパンともに1日目から14日目までカビが生えるなどの見た目の変化は見られなかつた。また、観察する際に普通のパン・乳酸菌入りのパンともに酸っぱい臭いがした。パンに酸っぱい臭いがしたのはパン生地が過発酵したことによって、炭酸ガスとアルコールが過剰発生したことによる可能性があるため、完全には判断はできないが、2つのパンから酸っぱい臭いがしたことから腐っている可能性があることがわかつた。



図1 乳酸菌入りのパン  
1日目



図2 乳酸菌入りのパン  
5日目



図3 乳酸菌入りのパン  
9日目



図4 乳酸菌入りのパン  
14日目



図5 普通のパン  
1日目



図6 普通のパン  
5日目



図7 普通のパン  
9日目



図8 普通のパン  
14日目

### 実験3 パン生地の中和滴定

＜目的＞

先行研究では独自の乳酸菌が防カビ効果を示し、通常のパンより独自乳酸菌を含めたパンの方がパンを発酵させる過程でより乳酸発酵が進みpHが低下していた。そのため本実験でも発酵の過程でpHが低下することが防カビ効果を示すことにつながる可能性もあると考え、予備実験として通常のパンと乳酸菌種菌を含めたパンの生地を作った直後と、発酵が進んだ後の2回中和滴定を行った。

＜実験材料＞・ビュレット・ホールピペット(5ml,10ml)・メスフラスコ・コニカルビーカー・パン生地(発酵前と発酵後2gずつ)・0.005mol/L水酸化ナトリウム(標準溶液)

＜実験方法＞

1. 発酵前と発酵後の2種類のパン(通常のパンと種菌を含んだパン)生地を2gずつとり、純水100mlに希釈する
2. 標準溶液を0.005mol/Lの水酸化ナトリウム溶液とし、それぞれ4回ずつ中和滴定を行う

### 【実験3の結果】

下の図は普通のパン・乳酸菌入りのパンをパン生地を作った直後(発酵前)、パン生地をレシピ通り発酵させた後にpHを実際に計測した結果である。普通のパン・乳酸菌入りのパンともにpHに0.1ほどの変化しか示さなかったことから普通のパン・乳酸菌入りのパンともにpHの変化は見られないことがわかった。また、pHの値に変化が見られなかったことから乳酸菌入りのパン生地が酸を生成できていなかったことが考えられる。

## pHの変化

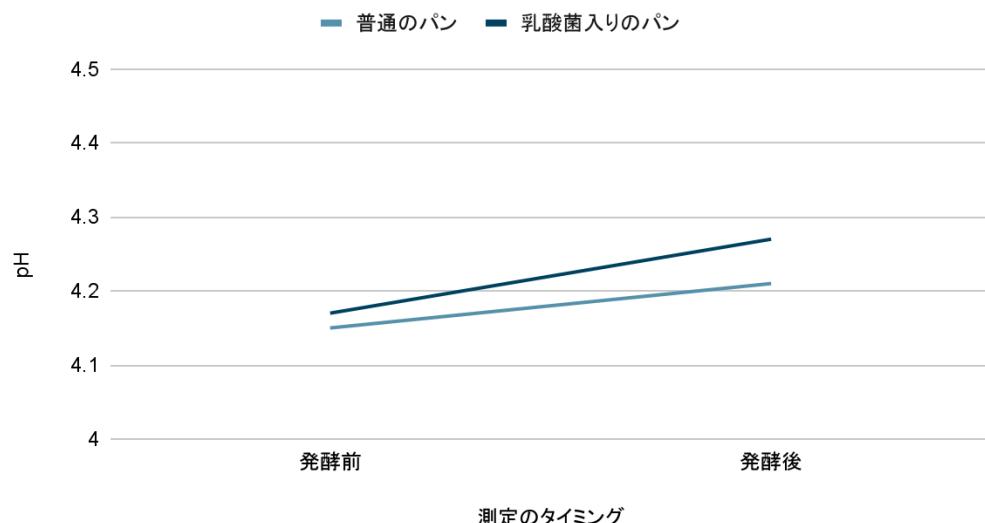


図9 pHの変化グラフ

## 5. 結果

実験2で目視にて普通のパン・乳酸菌入りのパンともに見た目に大きな差が見られなかつたこと、臭いに大きな差がなかつたこと、

実験3で普通のパン・乳酸菌入りのパンにpHの値に差が見られなかつたことから普通のパンと乳酸菌入りのパンに腐りやすさの差は見られないと考えられる。

## 6. 考察

菌が発生するにはある程度水分がある環境が必要であることから、焼き上げたパンの経過を観察している過程で、パンが乾燥してしまい、腐るために必要な水分が失われてしまった。

また、加える乳酸菌の数を生物学的な根拠を持たずに決めていたことにより、加える乳酸菌の量が少なすぎたため、乳酸菌の効果が充分に発揮されなかつた。

## 7. 今後の展望

焼き上げたパンの経過観察をするときに、充分な湿気がある空間で観察する。

乳酸菌の加える量を変えたパンを用意し、それぞれのパンの経過を比較する。

乳酸菌の種類を増やして実験する。また、酢酸菌を含んだパンも実験する。

## 8. 参考文献

1 ) 「パネットーネ種乳酸菌」とは？

<https://www.comoshop.jp/tokutyo/02.html>

(閲覧日 2024/5/22)

2 ) 製糖工程から分離した乳酸菌を用いたサワーブレッドの風味と防カビ性能

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/nskk/57/2/57\\_2\\_85/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/nskk/57/2/57_2_85/_article/-char/ja/)

(閲覧日 2024/5/23)

3 ) 酢酸菌の効果[https://www.rakuten.ne.jp/gold/pvcno/special/about\\_sakusankin.htm](https://www.rakuten.ne.jp/gold/pvcno/special/about_sakusankin.htm)

(閲覧日 2024/5/20)

4 ) パン作りが楽しくなる！初心者さんにやさしい【手づくりパン】レシピ5選

<https://www.kurashiru.com/articles/f738145d-d9ad-41b9-9238-3ec205e3a1df>

(閲覧日 2024/10/18)