

アイスプラントのホウ素含有量と 土壌中の塩化ナトリウム濃度との関係

兵庫県立神戸高等学校 総合理学科二年 飯田悠介 神崎亮志 平松拓海 吉岡稜太郎

研究背景

アイスプラント (*Mesembryanthemum crystallinum*) は、先行研究で土壌中のNaCl濃度が高いとブラッダー細胞を発達させ、そこにNaClをためることができ、高いNaCl濃度でも問題なく生育可能である。またホウ素過剰な土地でも生育可能であることがわかっているが、その理由は解明されていない。

仮説

我々はアイスプラントは過剰なホウ素を、ブラッダー細胞にため、ホウ素過剰耐性を獲得しておりNaClを与えるにつれてブラッダー細胞が大きくなることでホウ素をより多くためることができるといふ仮説を立てた。

予備実験

本実験にあたりアイスプラントがどの程度のNaCl濃度まで生育できるのか、ブラッダー細胞がNaCl濃度によってどの程度生育するのかを調べた。

・実験方法

種をポットにまき毎日水を与え5週間、プランターに移し2週間育て、観察した。1プランターあたりNaClを0g, 20g, 40g水溶液として与え、順にグループa, b, c同時にブラッダー細胞を顕微鏡で観察し体積を半楕円体とみなしてその体積を算出した。



生育の様子

・結果 1

グループa, bは一つも枯れることなく無事生育したが、グループcは全て1週間で枯れてしまった

・結果 2

アイスプラントのブラッダー細胞の長径と短径を掛けた値の大きさの平均値ではそれほど大きな差異は見られなかった。

	グループa	グループb
面積 (mm ²)	0.1312	0.1423
高さ(μm)	226	316
体積 (mm ³)	0.0395	0.0600

しかしブラッダー細胞の高さに大きな違いがみられ、これに準じて体積は1.5倍ほどグループbのほうが有意に大きいことが分かった。これらの結果から、1つのプランターに与えるNaClの量が20gのときはアイスプラントは生育でき、ブラッダー細胞の体積がNaClを与えないときとくらべて大きくなると判断した。そのため本実験でアイスプラントには0gか20gのNaClを与えることとした。

本実験

・方法

アイスプラントを予備実験と同様に1つのプランター内に3つのアイスプラントを入れて育てた。育てる際アイスプラントを4グループにわけ、1つのプランターに与えるNaCl、ホウ酸(ホウ素はホウ酸の形で与えた)の量はそれぞれ0g-17mg、20g-17mg、0g-45mg、20g-45mgとし、500mlの水に溶かし水溶液にして与えた。これらを順にグループ1, 2, 3, 4とする。プランターには土を2.8kg入れ、水溶液をなるべく均一になるように与えた。その後馴化期間を約2週間経てまでプランター内のホウ素と塩化ナトリウム量を調節し収穫した。収穫したアイスプラントは65°Cで乾燥させ、クルクミン法を用いて植物個体内のホウ素量を測定した。



クルクミン法の様子

結果と考察

グループ	1	2	3	4
植物体の重 (g)	0.0594	0.0638	0.0574	0.0556
B重量 (μg)	98	95.4	74.57	121.78
B濃度 (m m ²)	19.65	19.5	15.21	24.64

・結果

表よりホウ酸を17mg与えた個体間はNaClを与えたことによる個体内のホウ素量、ホウ素濃度にあまり差は見られなかったがホウ素を45mg与えた個体間にはNaClを与えたことによる差が有意に見られた。

・考察

グループ3と4ではホウ素含有量、濃度に大きな差があったことからホウ素が過剰な土地ではNaClが存在することでより多くのホウ素を体内に蓄えるような機構を持つと考えられる。また、グループ3のほうがグループ1体内のホウ素含有量、濃度が少なかったが生育に悪影響がなにも見られなかったことからホウ素が過剰な土地ではホウ素を体内にためこまなよう排出するような機構ももつのではないかと考えられる。

参考文献

- [1] 渡邊浩一郎, and 三國恭輔. "高塩濃度下におけるアイスプラントの生育とホウ素濃度に及ぼす培養液ホウ素濃度の影響." 帝京科学大学紀要 17 (2021): 91-96.
 - [2] 和田堅護, et al. "NaCl 施用がキノアのブラッダー細胞の数と大きさに及ぼす影響." 日本作物学会関東支部会報. 日本作物学会関東支部, 2021.
 - [3] 宮本正俊. "クルクミン-シュウ酸試薬によるホウ素の発色 微量ホウ素の吸光定量法の研究 (第 1 報)." 分析化学 11. 6 (1962): 635-640.
- ・「土壌機能モニタリング調査のための土壌、水質及び植物体分析法」

カイコに流す電流の大きさと記憶定着度の関係

兵庫県立神戸高等学校77回生 松下颯馬 堀口龍希 宮重太一 山本大智

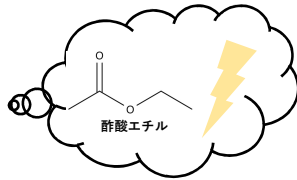
要旨

完全変態をする昆虫には、変態前後で記憶を引き継ぐものもいると報告されている。カイコもその一種である。

我々は、カイコにおける変態前後での記憶の引き継ぎの仕組みを探るため、記憶しやすい情報の傾向に関する研究を行った。本研究では、カイコに酢酸エチルの匂い記憶を獲得させる際に用いる電流の大きさに注目し、二者間に正の相関を発見した。



図1 カイコ (*Bombyx mori*)



仮説

カイコの記憶定着度は、記憶させる際に流した電流が大きいほど大きくなる。

予備実験

①カイコの抵抗を測定する

→テスタを使用し測定を試みた。

機器のエラーにより特定には至らなかった。

②カイコの耐える電流の測定

③カイコが電流の大きさの違いを認識できることの確認

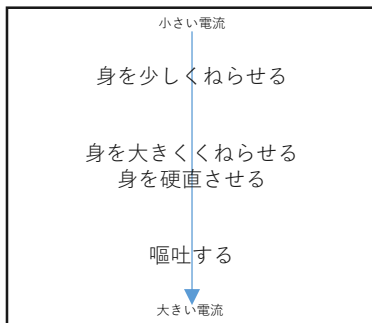
→カイコをグループ化し、グループごとに異なる電流を流した。

20.0Vで流れる電流にも耐えられた。

異なる電流には、明らかに異なる反応を示した。



図2 ②③の様子



テスタは、最大で20 MΩの抵抗を計測できるものを用いた。カイコの抵抗は非常に大きいと判断されたため、抵抗の個体差は無視できるほどのものであるとした。本研究では、同じ大きさの電圧をかければ、同じ大きさの電流が流れることと、かける電圧が大きくなれば、流れる電流も大きくなることを前提とする。

電圧は、グループごとに0.00 V-20.0 Vの範囲で2.00 V刻みに設定した。小さな電流では少し身を揺らす程度の反応だったが、大きな電流では身を大きく揺らしたり逆に硬直させたり、嘔吐したりした。

参考文献

[1]カイコガの変態後の記憶の残留について

<https://seika.ssh.kobe->

[hs.org/media/common/KadaiKenkyuu/seibutu/2019/2019課研-カイコ班-論文.pdf](https://seika.ssh.kobe-hs.org/media/common/KadaiKenkyuu/seibutu/2019/2019課研-カイコ班-論文.pdf) (2024/01/29 現在)

実験

【方法】

①5齢の幼体をグループに分類する

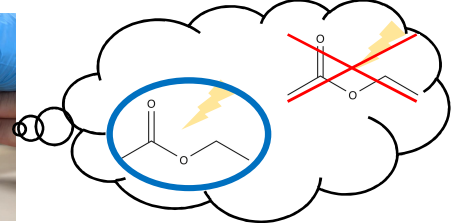
②カイコに酢酸エチルを嗅がせる

③グループごとに決まった大きさの電流を流す

④羽化した成体に酢酸エチルを嗅がせ、忌避反応の有無により記憶の定着を確認する



図3 実験の様子



【結果】

結果は以下の通り、記憶させる際に流した電流が大きいほど記憶定着度は大きくなった。

記憶定着度の評価は、各個体ごとの忌避反応を示した割合を日数を元に算出し、グループごとにその平均値を求めることで行った。

表1 忌避反応の有無

電圧(V)	番号	12/6	12/7	12/8	12/9	12/10	12/11	12/16	12/17	12/18	12/19	12/20
0.00	1	×	×	×	×	○	○	×	死亡			
	2					×	×	×	×	×	×	×
	3							○	×	×	×	×
5.00	11	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	12							×	×	○	×	○
	21		×	×	○	○	○	死亡				
10.0	22			○	○	○	○	×	×	×	×	死亡
	23			×	×	×	×	×	×	×	×	×
	24				×	×	○	×	×	死亡		
15.0	25							×	×	×	○	×
	31		×	×	×	×	○	×	×	×	×	×
	32					○	○	○	○	×	○	×

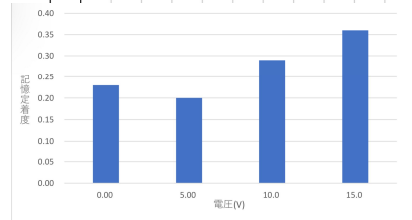


図4 電圧と記憶定着度の関係

考察

大きな電流を流したことで多くの神経細胞がその伝達に関わり、より多くのシナプスが記憶形成に関わったためだと考察される。またそのシナプス結合の数の程度は、変態を通じても変わらないとも考えられる。

展望

この結果は、カイコの死亡による個体数の減少や、扱いや状態の個体差により、厳密だとは言い難い。

飼育環境を向上させたり厳密に実験を行ったりして、データの信頼度を高めなければならない。

[2]Retention of Memory through Metamorphosis:

Can a Moth Remember What It Learned As a Caterpillar?

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0001736> (2024/01/29 現在)

[3]ショウジョウバエの記憶中枢キノコ体における変態に伴う神経回路網再構築の解析

<https://kaken.nii.ac.jp/ja/grant/KAKENHI-PROJECT-12640668/> (2024/01/29 現在)

家庭系食品廃棄物を使用した静電気防止噴射液の作成

兵庫県立神戸高等学校 総合理学科二年 高橋佳暖 住田有依香 萩原啓 山地梨心 LIU XIMAN

概要

野菜の非可食部を使用した、家庭で作成可能な環境に悪影響を与えない静電気防止噴射液の開発を目的とする。どの野菜を用いると最も効率よく静電気防止噴射液が作成できるか検証し、最良の噴射液製作の手順を確立する。本実験では二種類の天然界面活性剤「サポニン(非イオン界面活性剤)」と「レシチン(両性イオン界面活性剤)」に注目し、各野菜の含有量を調べた。結果から噴射液を作成し、静電気防止の効能を比較する。

実験内容

【実験①】

十種類の野菜に含まれるサポニンとレシチンの含有量を測定し比較してスプレー化する野菜を選んだ。

<実験方法>

十種類の野菜の非可食部を1 mm四方にし、刻んだ野菜をそれぞれ混ぜて1 g量りとした。そこに40 gのエタノール(99.5%)を加え、20 °Cで20分超音波洗浄機にかけた。その後チューブに移して遠心分離機に4000 r/minで1分かけ、上澄を抽出液とした。抽出液をそれぞれ二つにわけ、波長490 nmでサポニンの吸光度測定(抽出液400 μL, 5%フェノール溶液1 mL, 硫酸2 mL)、波長600 nmでレシチンの吸光度測定(抽出液3 mL, モリブデン酸

硫酸水溶液500 μL, ヒドロキノン水溶液200 μL, 亜硫酸水溶液200 μL)を行った。

<結果>

順位	試料	吸光度(ABS)	順位	試料	吸光度(ABS)
①	なす	0.289	⑥	レタス	0.236
②	大根	0.852	⑦	きゅうり	0.481
③	じゃがいも	0.661	⑧	ブロッコリー	0.446
④	ピーマン	0.599	⑨	カボチャ	0.339
⑤	人参	0.521	⑩	キャベツ	0.49

表1: 十種類の野菜のサポニンの吸光度測定値

なす、大根、じゃがいも、ピーマン、人参の順番に吸光度が高かった。この順でサポニンの含有量が高いと考えられる。

順位	試料	吸光度(ABS)	順位	試料	吸光度(ABS)
①	レタス1/10	0.101	⑥	人参	0.195
②	大根1/10	0.081	⑦	キャベツ	0.187
③	きゅうり1/10	0.1	⑧	ブロッコリー	0.082
④	なす	0.684	⑨	カボチャ	0.163
⑤	ピーマン	0.328	⑩	じゃがいも	0.073

表2: 十種類の野菜のレシチンの吸光度測定値

レタス、大根、きゅうり、なす、ピーマンの順番に吸光度が高かった。この順でレシチンの含有量が高いと考えられる。

▶これらの結果から、サポニン・レシチンともに含有量が多かった、なすと大根、サポニンのみ含有量が多かったじゃがいも、レシチンのみ含有量が多かったレタスの四種の野菜を実験②の対象とすることに決めた。

【実験②】

実験1で選り出した、四つの野菜(レタス、大根、なす、じゃがいも)の非可食部をスプレー化し、その静電気防止効果を検証した。

<実験方法>

(i) 市販の静電気防止噴射液の実際の効果の確認

8 cm×3 cmに裁断した100%ポリエステル布に、10 cm離れた位置から水と市販の噴射液をそれぞれ噴射した。その後放置して乾かし、エボナイト棒で20秒擦ったのち、表面電位測定器で布表面の電位を測定し比較した。それぞれ5分乾かしたものと10分乾かしたもので実験を行い、静電気の発生の有無を比較した。

展望

- ・何種類かの野菜を混ぜて静電気防止効果を向上させる。
- ・サポニンとレシチンはどちらもエタノールに溶けやすいことから、噴射液作成の際、試料を水の代わりにエタノールと混ぜることを試す。
- ・腐敗等で廃棄される野菜も同様に静電気防止液の原料として使用し、さらなる実用性を調査する。
- ・作成した静電気防止液の花粉付着防止効果を分析する。

(ii) 各野菜の静電気防止効果比較

実験1で選定した四種類の野菜を用いて噴射液を作成し、(i)で確立した方法に則ってそれぞれの噴射液の静電気防止効果の測定を以下に行なった。野菜の非可食部を1 mm四方に刻み、それぞれ混ぜて各野菜5 g量りとした。それを60 mlの水と共にビーカーに入れ、火にかけて沸騰してから3分間煮込んだ。ピンセットを用いてビーカーから野菜を取り除き、残った液体を集め、(i)で用いたものと同じボトルに入れてそれを噴射液とした。それらを(i)と同じ手順で噴射し、20分放置して乾燥させた後、30秒間エボナイト棒で擦り、表面電位測定器で表面電位の最高値を計測した。これを各野菜八回ずつ行った。

(iii) 抽出液の濃度変化に伴う静電気防止効果の比較

(ii)の結果に基づき、静電気防止噴射液の作成に適した野菜を選定したが、噴射液の濃度を大きくすることでさらに効果が高まると予想した。そこで、(ii)で最も静電気防止効果が高かったなすを用いて、濃度を変えた五種類の噴射液を(ii)と同様に作成し、各五回ずつ実験した。作成した濃度は、試料:水=(2:1)、(4:1)、(6:1)、(8:1)、(10:1)の五種類である。その後それぞれの濃度における静電気防止効果を調べた。

(iv) 抽出液の濃度変化に伴う布への色移りの比較

(iii)から、濃度が大きくなるにつれて静電気防止効果が高くなるという結果を得たが、濃度を高くすると布への色移りがみられた。そこで、色移りの影響がみられなかった(iii)での濃度が小さい試料を除き、新たに五つの濃度で色移りの比較を行った。作成した濃度は、試料:水=(1:3)、(1:2)、(1:1)、(2:1)、(3:1)の五種類である。上記の五つの濃度の噴射液を2 cm×3 cmに裁断したコットン布に噴射した際の色移りの様子を比較する。

このことから、界面活性剤を使用した静電気防止噴射液は有効であることと、確立した実験方法の正確性が確認できた。(ii)四種類の野菜での静電気防止効果の比較なす、じゃがいも、レタス、大根の測定結果と平均を表3に示す。

<結果>

(i)市販の静電気防止噴射液の効果の確認水を噴射した布は5分乾燥のもので1.5 kV、10分乾燥のもので6.7 kVとかなり大きな静電気が発生したが、静電気防止噴射液を噴射した布はどちらもほぼ静電気が発生しなかった。このことから、界面活性剤を使用した静電気防止噴射液は有効であることと、確立した実験方法の正確性が確認できた。(ii)四種類の野菜での静電気防止効果の比較なす、じゃがいも、レタス、大根の測定結果と平均を表3に示す。

	1	2	3	4	5	6	7	8	平均
なす	1	0.9	0.6	1.7	0.8	1.2	1	0.5	0.9625
じゃがいも	0.9	1.5	1	2.4	3.1	1.7	2.3	2	1.8625
レタス	2.3	3	2.1	6.3	1.6	3.5	5.5	3.5	3.475
大根	3.4	4	3.4	4.5	4	4.1	3.3	3.8	3.8125

表3: 四種類の野菜の表面電位値

表3より、なすから作成した噴射液を使用した布の表面電位の最高値の平均値が最も低かった。このことからなすが静電気防止噴射液の材料として最も適していることがわかった。(iii)抽出液の濃度変化に伴う静電気防止効果の比較なすの五段階の濃度ごとの測定結果と平均を表4に示す。濃度が大きくなるにつれ、より高い静電気防止効果が見られた。

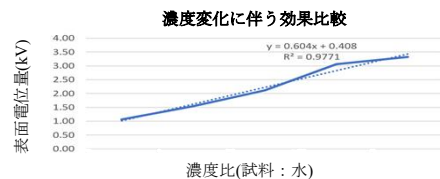


表4: 濃度変化に伴う効果比較

(iv)抽出液の濃度変化に伴う布への色移りの比較布への色移りの度合いを図1に示す。(図1)(試料:水)実験の結果、なすと水の比が1:2を超えたあたりからコットンへの着色が顕著にみられた。しかし今回は噴射液を一部分に四回ほど噴射したため、実際に使用する際よりも濃く着色が見られたと思われる。そして衣服の素材や色などによっても着色の程度が変わると考えられる。そのため、実際に使用する際はそれらに配慮して使用するのが好ましい。

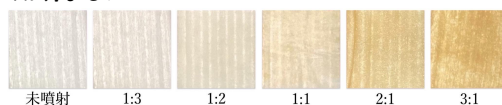


図1: 布への色移り

参考文献

- ・農林水産省野菜・茶葉試験場 向井俊博・堀江秀樹・後藤哲久 (1992) 茶種子サポニンの簡易定量法 2023/5/16
- ・Bi et al. (2021) Paris saponin H inhibits the proliferation of glioma cells through the A1 and A3 adenosine receptor-mediated pathway 2023/7/24
- ・Guo et al. (2022) Lecithin extraction optimisation and synthesis in Hemerocallis citrina Baroni. 2023/6/12

色素増感型光触媒

～可視光下での利用における有機物分解反応の促進～

兵庫県立神戸高等学校 総合理学科2年 高橋宗詩 井上友梨香 上野瑞季 大滝美紅 澤田知沙 天後陽斗

1.目的

TiO₂型光触媒の原理を利用して、TiO₂型光触媒の可視光での有機物分解能を向上させる。
LEDを照射した際に最も分解能が向上する最適な色素を見つける。

2.仮説

TiO₂に色素を吸着させることにより可視領域下での有機物分解能が向上する。
また、白色LEDの波長である400前半～650nmの波長を吸収する、赤～黄色の色素を吸着させた時に分解反応がより盛んになる。

3.予備実験

0.001%のメチレンブルー溶液を有機物として用い、TiO₂膜をメチレンブルー溶液の中に入れて紫外光、可視光、暗室の各条件下で3日間放置し、メチレンブルーの吸光度の変化から光触媒作用を調べる(光の照射には、紫外線照射器と市販のLEDを使用)。吸光度の測定は、吸光光度計で664nmの固定波長測定を行う。

<TiO₂膜作成方法>

- 粉末状のTiO₂3gとph3の硝酸一滴、純水5gを乳鉢に入れて30分混ぜ、ペースト状にする。
- スライドガラスに面積、厚さが一定になるようTiO₂ペーストを塗布する。(縦:5cm、横:2.6cm、高さ:ビニールテープの厚さ)
- (2)で作ったものを乾燥させた後、450°Cの電気炉で30分間焼き付ける。

4.予備実験の結果・考察

作成したTiO₂膜に有機物分解能があることがわかった。
紫外線照射時間とメチレンブルーの分解の進捗の関係(表1)より、照射時間が長いと、より分解されることがわかる。

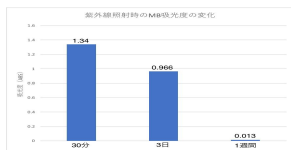


図1: MBとTiO₂の測定値の変化

試料	暗所	UV	LED
mbのみ	1.471	1.478	1.328
TiO ₂ あり1	1.096	0.331	0.821
TiO ₂ あり2	1.061	0.037	0.815
TiO ₂ あり3	1.116	0.182	0.914

表1: 吸光度測定の結果

5.本実験

色素をペーストに吸着させられるか調べる。
色素付きのTiO₂膜で予備実験と同じ手順を行い、色素の有無による分解能の差を比較する。

- グラム染色溶液を吸着させる方法を2通り試す。

色素吸着方法a

TiO₂粉末に色素を直接吸着させる。

色素吸着方法b

焼き付け後のTiO₂膜を入れたシャーレに色素5mlを入れて、3日間浸した後、シャーレから出して乾燥させる。

2.疎水性の色素を使用した実験

疎水性の色素で染色したTiO₂膜を3日間LEDで照射したものと暗室に置いたものの吸光度を調べる。

使用する色素: 油絵具(黒、オレンジ、青)

3.アゾ染料を使用した実験

自作したアゾ染料、2種類のグラム染色液で染色したTiO₂膜をそれぞれUV、LED、暗室の3つの条件で3日間照射し吸光度を調べる。

使用した色素: アゾ染料、フクシン、ビクトリアブルー

※アゾ染料はアセトンに溶かして使用。

6.本実験の結果

方法a:乾燥させた時点でほとんど色が失われていた。

方法b:色素水溶液から取り出してメチレンブルーに浸したところ、色素が溶出してしまった。

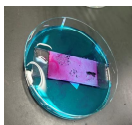


図2: メチレンブルーに溶出したTiO₂



図3: 色素染色後のTiO₂膜

試料	吸光度(664 nm)※相対値
0.001%メチレンブルー	1.986
フクシン付きTiO ₂	0.882
ビクトリアブルー付きTiO ₂	0.706
色素無しTiO ₂	1.437
メチレンブルーのみ	1.858

表2: 吸光度測定結果(本実験1)

試料	吸光度(664nm)
0.001%メチレンブルー	1.986
オレンジ(LED照射)	0.432
オレンジ(LED照射なし)	0.552
青(LED照射)	0.380
青(LED照射なし)	0.243
黒(LED照射)	0.286
黒(LED照射なし)	0.248

表3: 吸光度測定結果(本実験2)

試料	暗所	UV	LED
TiO ₂ なし(メチレンブルーのみ)	1.471	1.478	1.328
TiO ₂ あり1	1.096	0.331	0.821
TiO ₂ あり2	1.061	0.037	0.815
TiO ₂ あり3	1.116	0.182	0.914
アゾ染料1	1.065	0.269	0.557
アゾ染料2	1.310	0.378	0.639
アゾ染料3	1.312	0.324	0.439
ビクトリアブルー-1	1.307	0.273	1.108
ビクトリアブルー-2	1.268	0.263	0.950
フクシン1	1.042	0.855	1.088
フクシン2	1.124	0.216	0.807

表4: 吸光度測定結果(本実験3)

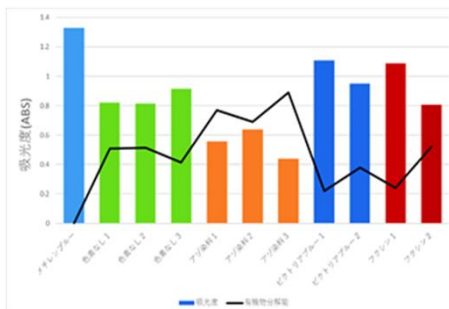


図4: 可視光照射時の吸光度変化の比較

7.本実験の考察

本実験の結果から、色素付きでない酸化チタンの吸光度が色素付き酸化チタンの吸光度よりも大きかったことから、色素を吸着させることによって可視光下での有機物分解能が上がったと考えられる。また、使用する色素については、今回の実験方法では疎水性の色素が望ましいと考えられるが、本実験2の結果から油絵具の具などの顔料は色素自身で酸化反応を起こしてしまうため、使用には向かないと考えられる。実験で使用した色素の中で、最も分解能向上の効果が期待されるのはアゾ染料である。

8.おわりに

研究目的の一つである、可視光下でのTiO₂の有機物分解は、疎水性の色素を吸着させることで可能になったといえる。また、我々が行った実験方法では疎水性の色素が最適であるといえるが、親水性の色素を使用したとしても水中に溶出しないよう加工を施すことが出来れば、さらに幅広い色素の種類を使用できると考えられる。今後の展望として色素の種類だけでなく色の種類を変えて実験し、全ての要素を総合した上で最も分解能の上がる色素を調べる。また、水に浸した場合でも剥がれないTiO₂膜の作成を目標とする

9.参考文献

- [1]谷 忠昭,酸化チタンによる感光性色素の吸着と酸化チタン光電効果の色素増感機構の考察,1972
- [2]大谷 文章,古南 博光,はじめての電気化学計測—基礎とノウハウ(5)触媒反応と評価
- [3]藤嶋 昭,「光励起された酸化チタン表面 光触媒反応の新しい流れ」応用物理 64.8 (1995): 803-807.
- [4]松本 洋介,2022,新課程版 スクエア 最新図説科学,第一学習社
- [5]渡辺 紀子,2008,各種酸化チタン光触媒のメチレンブルー分解性におよぼす光源の影響,人間環境学会「紀要」,第10号,p63-76
- [6]山下典男,「光触媒酸化チタン(マスキメロン型)の繊維への応用」,SEN'I GAKKAISHI(繊維と工業) Vol.58, No9.2002
- [7]Peccell.「色素増感太陽電池の仕組み」(2024/01/30現在)
- [8]日本産業規格の簡易閲覧.JISK8897:2012メチレンブルー(試薬)(2024/01/30現在)

離岸堤の開口部に津波が集中した現象の検証

兵庫県立神戸高等学校 総合理学科 2年 森嶋理人 松尾幸太郎 田中遥夏 藤林紫苑 濱野晃吉

動機・目的

朝日デジタル新聞に掲載された「消波ブロック、津波には逆効果 切れ目に集中、堤防決壊」の記事には、離岸堤の開口部が津波の勢いを増幅させた可能性について述べられていた。今後同様の現象によって被害が起きる可能性がありながら、有効な対策や原因の究明が記述されていなかった。そこで我々は、現象は実際に起こりうるのかや現象の発生の条件を検証しようと考えた。

予備実験

実際に発生した津波と相似則が成立する津波の速度を求めたのち、水槽で再現可能か確かめた。離岸堤の水深を5m程度、津波の速度を34km/sと推定したため、フルードの相似則を用いて0.54m/sの津波を起こすことを目的とした。水槽に水面の高さ5cmの水を入れ、それと2.5cmから17.5cmまで2.5cm刻みの7通りの水位差がつくようにダム部分に更に水を貯めた。本研究の実験において津波の発生方法は仕切りをつけたダム部分に水を貯め、それを解放することで堰き止めた水を一気に流すダムブレイク法を採用した。

予備実験 結果・考察

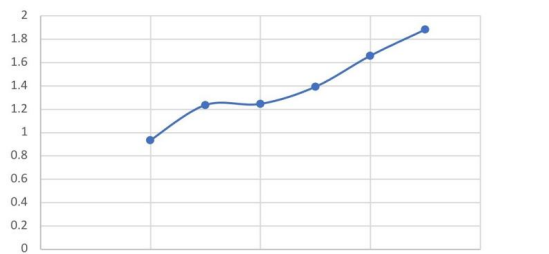


図1

サンプル数が少なく誤差も見られたが、水位差と速度の間には明らかな正の相関が見られた。(水位差2.5cmの場合は発生した波が小さく測定が困難だったため断念した。)

本実験1

予備実験で得たデータを元に津波の発生条件を再現した上で、離岸堤の開口部に津波を集中させる効果があるのかを確かめた。

離岸堤の模型の有無で対照実験を行い、開口部の津波の高さと速さを測定した。離岸堤の高さは越流が起こるサイズと起こらないサイズを用意した。

本実験1 結果・考察

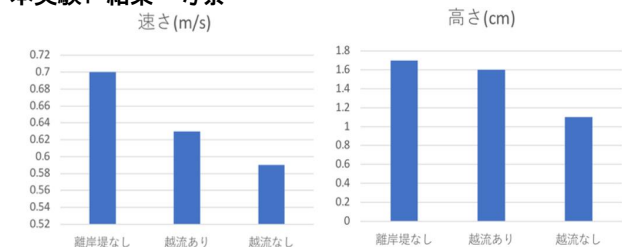


図2

離岸堤によって波が強まる現象は確認できなかった。この原因は、この現象がそもそも起こり得ないか、私たちの実験が不十分であった可能性が考えられる。

参考文献

- (1)長野剛 - 朝日新聞デジタル：消波ブロック、津波には逆効果 切れ目に集中、堤防決壊 <https://www.asahi.com/special/10005/TKY201103300106.html>
- (2)柴山知也, 松丸亮, 高木泰士, 三上貴仁 - 土木学会論文集：2011年東北地方太平洋沖地震による津波災害の宮城県以南における現地調査
- (3)谷本勝利, 鶴谷広一, 中野晋 - 第31回海溝論文誌：1983年日本海中部地震津波による津波力と埋立護岸の被災原因の検討
- (4)松浦翔, 森寛貴, 坂谷太基, 川崎浩治: OpenFOAMを用いたダムブレイク解析とその精度検証

本実験2

流体解析ソフトであるOpenFOAMを用いて同様の実験を行い本実験1の正確性を確かめた。通常時の水位を2cm、水位差を5cmにして越流が起こる離岸堤を設置して実験を行い、速度を測定した点の速度を0.1秒ごとに求めた。下の図は1.5秒の時の速度をベクトルで表した図である。

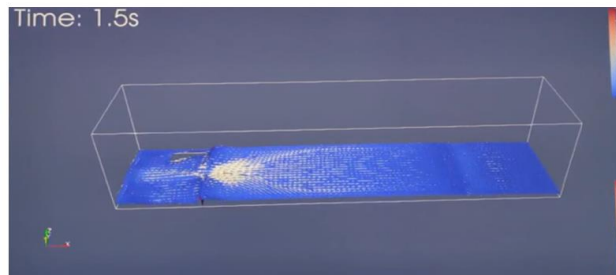


図3

本実験2結果・考察

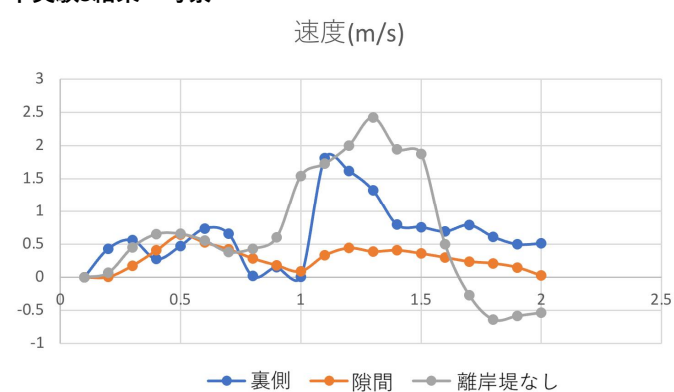
この実験で得られた速さは0.557m/sであり、本実験1における同じ条件での得られた速さは0.630m/sであるため、速度に大きな違いは見られなかったことから、予備実験の正確性は確認することができた。

本実験2のデータを可視化すると、波が離岸堤の影響を受けて集中しているように見えるが、この実験のみでは離岸堤がない場合との比較ができていない。また、波が離岸堤にたどり着く前の時点でも水槽の中心部と端の部分では速さに差が生じている。これを、水槽の壁による摩擦などの影響が関係していると考察した。

本実験3

水槽の横幅を3倍に設定し、越流が起こりうる離岸堤の有無による速度や圧力を測定した。

本実験3結果・考察



速度の差は解消されたことが確かめられ離岸堤がない方がある方より津波の速度が速いことから、離岸堤の開口部に津波を集中させる効果はないと言える。

最後に

一般的な地形でこの現象が起こり得ないものだということがわかった。今後は相馬市の気象や地形などの条件に考慮して研究を進めたい。

地衣成分ウスニン酸によるトマトかいよう病菌への抗菌効果の評価

兵庫県立神戸高等学校総合理学科 2年 酒井大輔 岩切敬志 泊実怜 前田恭子 山岸稜弥

背景・目的

キウメノキゴケという地衣類は、ウスニン酸という地衣成分を含む。このウスニン酸はグラム陽性細菌に対して抗菌効果を持つことが知られている。一方、経口で大量に使用すると、人体に対して悪影響を及ぼす可能性がある。そこで、人間ではなく植物への病原菌に対する効果を調べるため、グラム陽性細菌であるトマトかいよう病菌に着目した。

本研究は、ウスニン酸がトマトかいよう病菌にどの程度の抗菌性を持つのか、そして地衣類キウメノキゴケから抽出できるウスニン酸の定量と、その抗菌効果を調べることを目的とする。抗菌効果は阻止円の大きさによって、地衣類に含まれるウスニン酸は吸光度の大きさによって定量した。



図1 地衣類

用いた地衣類と試験菌

本研究では主にキウメノキゴケ(ウメノキゴケ科キウメノキゴケ属 *Flavoparmelia caperata*)という地衣類を使用した。試験菌はトマトかいよう病菌(*Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis*)のみを用いた。

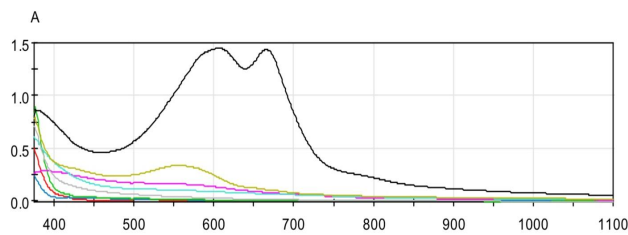
実験1

神戸高校付近の桜並木および箕面公園にて7個体の地衣類を採取し、それらが含むウスニン酸を定量するため吸光度測定を行った。純度98%のウスニン酸と、地衣体からアセトンで抽出した成分をそれぞれ硫酸溶液に溶かし、操作を加え呈色したのち、それぞれの溶液の吸光スペクトルを測定した。

実験1 結果



↑左7つ 地衣成分を溶かした溶液
右2つ目 ウスニン酸を溶かした溶液↑
右端 溶媒のみ↑
図2 地衣成分およびウスニン酸を溶かした溶液



黒線 ウスニン酸溶液 他の色の線 各地衣成分の溶液
図3 それぞれの溶液の吸光スペクトル

溶媒となる硫酸溶液に、ウスニン酸と7つの地衣成分をそれぞれ溶かし、操作を加えて図2の溶液を得た。ウスニン酸溶液は青色に呈色し、地衣成分は1つを除いて呈色しなかった(溶媒と同じ色であった)。その後、それぞれの溶液の吸光スペクトルを測定した。その結果が上に示す図3である。

実験1 考察

ウスニン酸溶液と地衣成分溶液は吸光スペクトルが大きく異なった。また、ウスニン酸溶液の吸光スペクトルがピークを示している波長670nmにおける吸光度も、地衣成分溶液では低い値を示した。よって、採取してきた地衣成分が含んでいるウスニン酸の量は微量だと考えられる。

この結果は地衣体から地衣成分を抽出する際の方法に起因している可能性がある。我々の行った抽出方法では地衣成分に不純物が多く混じり、純粋な地衣成分だけで測定することができなかった。抽出方法を改善すれば、結果は変わる可能性がある。

実験2・3

ウスニン酸がかいよう病菌に対してどの程度の抗菌力を持つのかを評価するため、純度98%のウスニン酸を用いてディスク拡散法による阻止円実験を行い、異なる温度、濃度条件下で培養して阻止円の大きさを測定した。(実験2)

実験2で得られたウスニン酸の抗菌効果が最もよく発揮される温度・濃度条件において、実験1で用いた地衣成分1~7のうち、阻止円実験の必要量0.05gが得られた地衣成分3,4,6で、実験2と同様に阻止円実験を行った。(実験3)

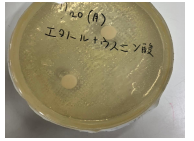


図3 阻止円

実験2 結果

表1 濃度0.650g/mLにおける阻止円の大きさ (mm)

温度(°C)	阻止円の直径 (mm)
27	>60.0
37	57.0

表2 27°Cにおける阻止円の大きさ (mm)

ウスニン酸の濃度 (g/L)	阻止円の直径 (mm)
0.000(溶媒のみ)	24.0
0.217	33.0
0.325	37.5
0.434	45.0
0.650	>60.0

実験2 考察

表1より、温度27°Cの阻止円は37°Cに比べ大きな阻止円が出ていること、表2より、27°C一定の条件下ではウスニン酸の濃度が大きくなるのに従って阻止円直径が大きくなっていることがわかる。つまりウスニン酸濃度0.65g/L、温度27°Cにおいて最も効率よくウスニン酸の抗菌効果が発揮されている。

実験3 結果

表3 地衣成分濃度0.065g/mL、27°Cにおける阻止円の大きさ (mm)

サンプル名	阻止円の直径 (mm)
ウスニン酸	>60
地衣成分3	23
地衣成分4	21
地衣成分6	22
溶媒のみ	24

実験3 考察

地衣成分3,4,6すべてについて、阻止円直径は溶媒のみが形成した阻止円と同程度の大きさであり、それらの阻止円はウスニン酸に比べて約2.5倍小さかったことから、地衣成分3,4,6のかいよう病菌に対する抗菌効果は認められない。

しかし、この実験で用いた地衣成分は実験1で用いたものと同じであり、抽出方法を改善することによって地衣成分の抗菌性が確認される可能性があり、地衣成分3,4,6の抗菌性がないとは言いきれない。

今後の展望

実験1で用いた抽出方法を改善し、不純物を高精度で取り除くことができるようになった。その抽出方法で新たな地衣成分を用いてウスニン酸の濃度測定と阻止円実験による抗菌効果の評価を進めている。ウスニン酸のトマトかいよう病への抗菌効果が認められたのは大きな一歩と言える。天然の地衣類から高純度の地衣成分を取り出すことが容易になれば、地衣成分の抗菌性を利用することが人々にとってより身近になると考えられる。この研究を基盤として更なる今後の研究が続くことを期待する。

参考文献・サイト

- 千葉県立中央博物館ホームページ「地衣成分」2024年1月閲覧
- 地衣成分の抗菌作用に関する研究(第二報)1948, 薬学雑誌vol.68
- ウスニン酸のラット心臓に及ぼす影響 2011, 横山友祐
- 地衣成分の抽出成分・ウスニン酸とその利用 1980, 井上哲男慶田雅洋
- トマトかいよう病の診断法と防除対策 北海道立花・野菜技術センター

子音模型の開発と声道模型を用いた発声機構の作成

兵庫県立神戸高等学校 総合理学科 2年 鈴木嵩人 番場大誠 赤堀魁星 柳澤昭宏

背景・目的

物理的に母音を発声させるものとして上智大学の荒井教授が開発した声道模型がある。我々は、物理的に子音を発声させる子音模型を開発し、声道模型と組み合わせることで喉頭原音からひらがなを発声させることを研究目的としている。

予備実験

実験概要

既存の母音の声道模型が正確かどうかを確かめるために、自分たちで録音した母音と声道模型から発せられる母音の周波数をそれぞれ分析し、両者の結果を比較した。

実験結果

両者の周波数分析を比較したところ、「あ」の音を除く4音は正確な発生が確認できなかった。これは、模型の形状が原因で3Dプリンターでの出力の際に補助剤が形成されたため正確な声道模型の形が再現することができなかったためだと考える。

本実験「わ」

実験方法

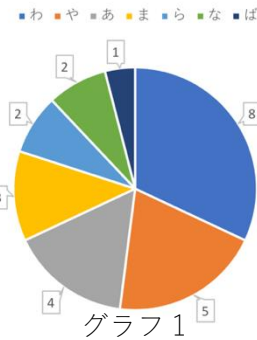
唇を模した開閉機構をつくり、母音の発音と同時に開閉させることで「わ」の音を発声させる。(図1) 開閉機構の素材には唇の質感に近いシリコンを用いた。当初は手で開閉を行っていたが再現性に乏しいと考えたため、ストローを用いて空気を送り込むことで開閉させることにした。

結果・考察

アンケートの結果として、25人中8人が「わ」と聞こえると答えた。(グラフ1) これは、過半数が「わ」であると理解できていないため、「わ」の音になっているとは言えない。録音した音と、実験の音を聞き比べると、後者の方がより「わ」と認識しやすいことから、録音機器のマイクの特性によって音が変わっていると考えられる。



図1



グラフ1

本実験「ま」

実験方法

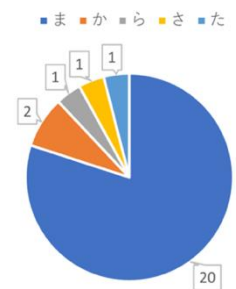
「ま」を発声させるには、開閉の前に鼻濁音となる「ん」の子音を発音させることが必要だと考えた。実際に鼻濁音は鼻の穴から音が通り抜けることで発せられているため、わずかに隙間の空いたものを声道模型の上に被せ、開閉させることで「ま」になるのではないかと考えた。(図2)

結果・考察

アンケート調査の結果、25人中20人が「ま」と認識できた。(グラフ2) 実験を繰り返す中で、作成した開閉する機構を一気に真上に引き上げ、音が通る道を急速に拡大することで、より鮮明な「ま」を発声させられることを発見した。



図2



グラフ2

本実験「さ」

実験方法

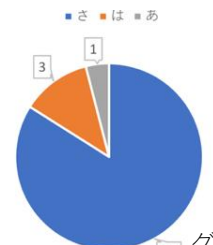
「さ」の発声には、摩擦音「s」と「あ」音のタイミングを合わせることが必要であると考えた。人力でタイミングを合わせるのにとても苦労したが、何度か実験を行い、発声させることができた。今回は摩擦音として、ストローの中に空気を送ることで発生する音を利用した。(図3)

結果・考察

アンケートの結果として25人中21人が「さ」と聞こえると答えた。(グラフ3) ストローに空気を送り込む時間や、送る空気の強さ、そしてストローの出口の細さなどをさらに細かく調節できるようにすれば、より正確な「さ」をつくることができると考えている。



図3



グラフ3

今後の展望

現在、スペクトラムアナライザを用いて波形や周波数分布を調べ、人間の声との比較によってどれほど正確に発生できているかを分析している。ひらがなを断続的に発声させられないのが課題である。

参考文献

上智大学荒井教授 (<https://splab.net/apd/ja/g500/>)

(http://www13169uj.sakura.ne.jp/Vocal_Tract_Model/index-j.htm)

ワモンゴキブリにおける数値の視覚的認識と短期記憶

神戸高校 総合理学科 2年 古川仁翔

目的

ワモンゴキブリの数値的能力を確認することで、節足動物の数値的能力に関わる神経基盤についての研究の礎となることを目指す。

数値的能力とは

数の理解に関する能力のこと。ここでは、その中のサビタイジング (subitizing) の能力を指す。サビタイジングとは、少量の物体の個数を瞬時に正確に認識する能力のことである。

実験

Y字迷路におけるDMTS課題を利用して、ワモンゴキブリの数値的能力を確認する。

DMTS課題・・・delayed matching-to-sample task (遅延見本合わせ課題)。はじめにある1つの刺激(サンプルパターン)が見本として与えられ、一定の遅延時間の後、その見本を含む複数の選択刺激(選択パターン)が同時に与えられる。見本刺激を選ぶ割合からその作業記憶の獲得レベルを推察する。

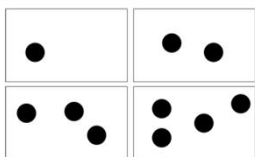
この実験はDMTS課題のルールをゴキブリに学習させる訓練段階と、数値的能力を調べるテスト段階に分かれている。

①訓練 DMTS課題を学習させる

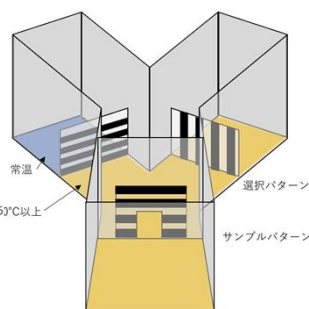


繰り返しY字迷路を試行させることでDMTS課題を学習させる。パターンには上図のような明らかな差があるものを使用する。

②テスト 数値的能力を確認する



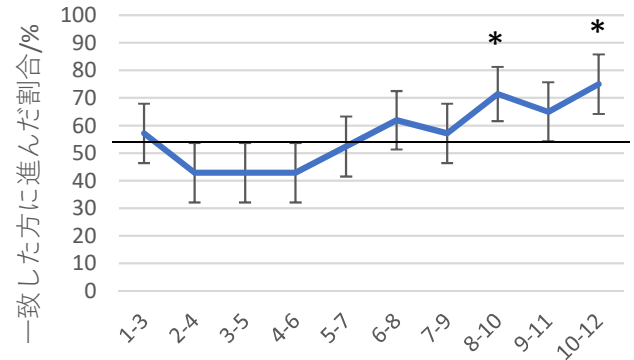
上図のような数値を表すパターンでも、訓練と同様な動きが見られれば、数値的能力を保持していると言える。



↑実験に使用したY字迷路
ゴキブリは選択パターンを乗り越えることで奥の部屋に進むことができる。2つの選択パターンのうち、サンプルパターンと一致した方の部屋の床のみが常温で、ほかの部分の床は全て熱くなっている。ゴキブリは訓練で繰り返し迷路を試行することで、DMTS課題を学習することができる。

結果

ワモンゴキブリ 7匹で約12回ずつ訓練を行った。現時点ではテストは行っていない。



試行回数に伴う一致した方に進んだ割合の推移

グラフの試行回数の1つ分は、3回分の試行回数の移動平均を表している。また、エラーバーは各試行における標準誤差を表している。“*”は、後述の片側の二項検定において $p < 0.05$ となったことを意味している。

帰無仮説「ゴキブリはパターンを基に選択肢を選んでいる」、対立仮説「ゴキブリはパターンを基に一致した選択肢を選んでいる」として片側の二項検定を用いて仮説検定を行った。その結果、8~10回目と10~12回目において、一致した方に進む割合が有意に大きいことが分かった ($p = 0.039$: 8~10回目, $p = 0.038$: 10~12回目)。

考察・結論

片側の二項検定の結果より、ワモンゴキブリはパターンを基に選択肢を選んでいると考えられる。よって、ワモンゴキブリはDMTS課題を学習した可能性がある。

今後は、テストを行い数値的能力を確認し、当初の目的を達成したい。

参考文献

- Gross, Hans J., et al. Number-based visual generalization in the honeybee, PLoS One 2009, 4.1: e4263
- Zhang, Shaowu, et al, Visual working memory in decision making by honey bees, Proceedings of the National Academy of Sciences 2005, 102.14: 5250-5255

紫外線の波長の違いによってHspの生産量に違いが生じるか

総合理学科2年 前場雄晴 赤木孝輔 岡野和子 竹本逞 松尾瑠桜 宮下透

Hspとは

Hspとは、Heat Shock Protein (熱ショックタンパク質)の略称である。ストレス(熱、紫外線、圧力etc)を受けてタンパク質が変型・失活した際に、修復や解体を行うという役割を持つ。

研究目的

Hspの熱ストレスへの応答に関する研究は多く行なわれているが、紫外線に関する研究は多くない。そこで我々は紫外線に着目し、大腸菌を用いて最もHspが増産される紫外領域の波長を測定することを目的に実験を行なった。

実験1

実験方法

SDS-PAGEとよばれる方法でタンパク質を検出する

実験結果

紫外線を照射した大腸菌と照射していない大腸菌の間に差異が見られなかった

考察

実験1の方法ではHspを定量することはできないのはいかと考えた。

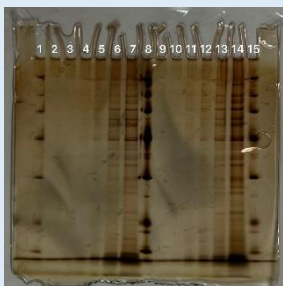


写真1

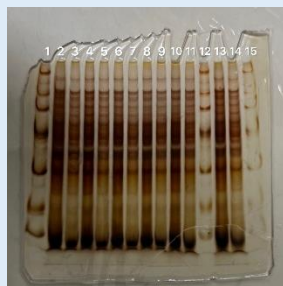


写真2

直接検出することは断念

Hspのはたらきを利用し、間接的にみる

実験2

実験方法

操作1、大腸菌を含んだ液体培地を各1 mLとりマイクロチューブまたは分光光度計用のセルに入れる
操作2、作成したサンプルにストレス(熱・紫外線等)を20分間与える

操作3、20分間37°Cの環境で攪拌する

操作4、全てのサンプルに20分間熱を与える

* 操作1~4時点の液体培地の一部を固体培地に移し、大腸菌数を測定しておく

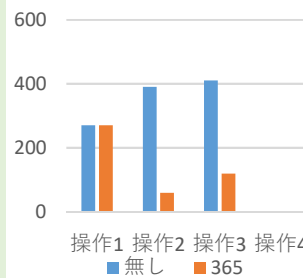
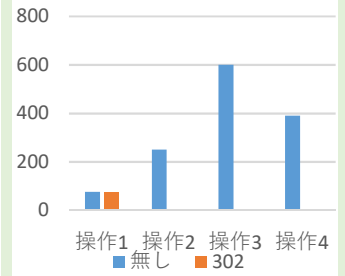
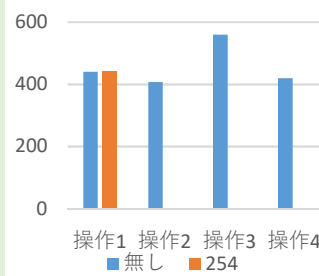
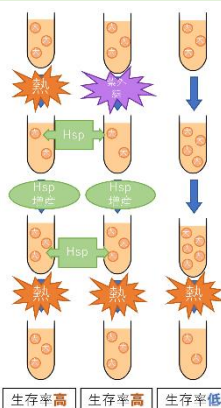


図1 (左上): 0.50 μl当りの大腸菌数 (254nm 紫外線照射)

図2 (右上): 0.50 μl当りの大腸菌数 (302nm 紫外線照射)

図3 (左下): 0.50 μl当りの大腸菌数 (365nm 紫外線照射)

結果

サンプル「254 nm」「302 nm」では操作2以降大腸菌が観察できなかった。「365 nm」は操作4で観察できなくなった。

考察

操作2で紫外線を与えたサンプルでは、何も与えていないサンプルよりも操作4の後の大腸菌数の増加率の増大が観察できたことにより、この実験ではHspのはたらきを間接的に確認できたと考えられる。254 nm, 302 nmを照射した大腸菌が死滅したのに対して、365 nmのものは操作4まで死滅しなかったことから、302 nmから365 nmの間に、大腸菌に対して強いストレスとしてはたらき、Hspの生産量や活性を最も増加させる波長があると考えられる。

展望

今後は、302 nm から 365 nm の間にあると予想したHspの生産量や活性を増加させる波長を特定したい。操作2での死滅を防ぐために紫外線を照射する時間を20分より短くする、操作4で菌が死滅することがないように、温度を下げる等の方策をとり、再度実験を行う。また実験1を改良するなどして実験2でHspを最も多く増産することが確認された波長においてHspが増産されていることを直接的に観察しようと考えている。課題としては照射する紫外線の光量を揃えることがあげられる。

謝辞

本実験を始めるにあたって、仲本準様には必要なアドバイスをご教授いただきました。また本校教諭である藤友和子先生には遅い時間まで我々の研究にご指導いただきましたこと、深く感謝申し上げます。サイエンスアドバイザーの皆様をはじめとして、たくさんの方々にご指導いただきました。古川仁翔くんにはライトを貸していただきました実験に大いに役立ちました。ご協力いただいた皆様、本当にありがとうございました。

参考文献

水島徹 講談社「Hspと分子シャペロン」2012
仲本準 コロナ社「分子シャペロン-タンパク質に生涯寄り添い介助するタンパク質-」2019