

目 次

野菜の色素を利用した色素増感太陽電池の開発	P. 2
(牛島逸希 折原大雅 近藤大雅 佐藤隆河 比企晃)	
雑草から機能性成分へ～ソリダゴ・アルティシマ由来カフェ酸の抽出研究～	P. 6
(青木心音 木村文慈 黒沼好輝 小林芭瑠 朱天宇)	
圧電素子を用いた発電の研究～歩行を利用する靴底発電～	P. 10
(折笠結天 半藤悠聖 深津琥 星屋旬 本間駈琉)	
クロロフィルを増やそう！ ～藻類と培養と光周期の違いによるクロロフィル含有量変化の比較～	P. 13
(濱野ふう香 林真歩 山本奏 吉野日和)	
リグニン分解	P. 17
(小川栞奈 加藤遼太 田島嵐太 橋本彩希 半田航大)	
ハチノスツヅリガが秘めた力～蚕繭との成分比較～	P. 21
(石田陽大 尾花実鈴 土田怜 長谷川琴子 古井亮佑)	
二酸化炭素の吸着～多孔質な固体を用いて～	P. 23
(利根川碧葉 永井良太 二階堂来稚 松田悠真)	
うま味と 4 味による唾液分泌量の変化	P. 26
(相澤百香 石田美紅 浦崎菜月 室瑞葵)	
理数科ハワイ研修旅行英語発表@プナホウスクール ポスター集	P. 28
普通科・理数科合同ポスター発表会 最終ポスター集	P. 44
令和 7 年度 SSH 生徒研究発表会代表ポスター	P. 62
第 76 回埼玉県科学技術振興展覧会分野別審査投稿論文	P. 65

野菜の色素を用いた色素増感太陽電池の開発

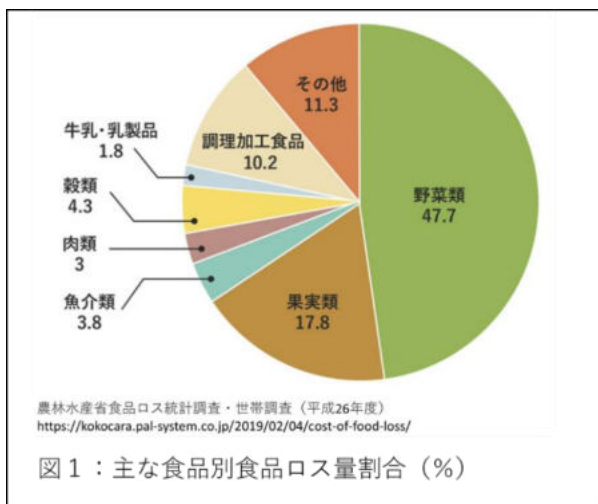
川口市立高等学校 牛島 逸希 折原 大雅 近藤 大雅 佐藤 隆河 比企 昊

要旨

野菜等の廃棄物を用いた色素増感太陽電池(dye sensitized solar cells 以後 DSSC)の開発を目的とし、中でもタマネギから抽出されるケルセチンに着目して研究した。作成した電池に光を当て計測した結果、太陽光で発電できることが分かった。

1. 序論

昨今、食品ロスの深刻化が問題となっている。特に野菜類の廃棄量が多く(図 1)、その新たな活用法として、廃棄物から抽出した天然色素で DSSC を作れないかと考えた。DSSC とは酸化半導体と光を吸収する色素分子を組み合わせた電極を使用して発電する太陽電池である。この研究ではタマネギの鬼皮から抽出できるケルセチンに着目した。タマネギを加工することで産出される鬼皮と呼ばれる外皮は、堆肥等への利用も困難であるため、多くの場合廃棄される。しかし、この鬼皮には多量のポリフェノール類が含まれ、特にケルセチンの含有率が高い。そこで、ケルセチンを色素として用い DSSC を作成しその有用性を検証した。また、先行研究で使用されていたハイビスカス色素(アントシアニンを用いた DSSC を作成しケルセチンを用いた DSSC と性能を比較した。



2. 研究方法

(1) 実験内容

次にあげる材料と工程を基に作った DSSC を用い、各条件下で電圧測定を行った。

記録：電圧測定器を用いた連続的な電子記録メーターを目視することでの記録。

計測：DSSC の正極・負極をそれぞれワニ口クリップの導線で電圧測定器に繋いだ。

(2) DSSC の材料 (セル 1 つ当たり)

- ・ITO 透明電極(50mm×50mm)…2 枚
- ・色素(ケルセチン, ハイビスカス色素)
- ・純水(色素抽出用)…200ml
- ・純水(ペースト作成用)
- ・酸化チタン粉末 [TiO₂] (アナターゼ型)
- ・ポリエチレングリコール[PEG] (20000)
- ・ヨウ化カリウム溶液(原液)…10 滴
- ・ろ紙(40 mm×50 mm)…1 枚

(3) DSSC の製作に使用した器具

ビーカー、試験管、ガラス棒、薬さじ、薬包紙、電子はかり、ろうそく、シャーレ、るつぼはさみ、ガスバーナー、三脚、鉄製の皿

(4) DSSC の作成工程

- ①界面活性剤を用いて透明電極を洗った
- ②酸化チタンペーストの作成

H₂O, TiO₂, PEG を 11:5:4 の比率で混ぜた

③負極の作成（焼き付け・色素吸着）

ペーストを透明電極にセロハンテープの厚さ(50 μ m)で塗布(図2)し、ペーストを乾燥させた。鉄板に乗せた透明電極に焼成を弱火2分強火10分弱火2分の間隔で14分行った。焼き付けた電極を色素溶液に漬け、吸着させた。

④正極の生成

もう1枚の透明電極にろうそくのすずを付けた。

⑤組み立て

正極の炭素面にろ紙を乗せ、ヨウ化カリウム溶液を10滴たらした。

負極を取り出し、正極と重ねクリップで固定して完成。

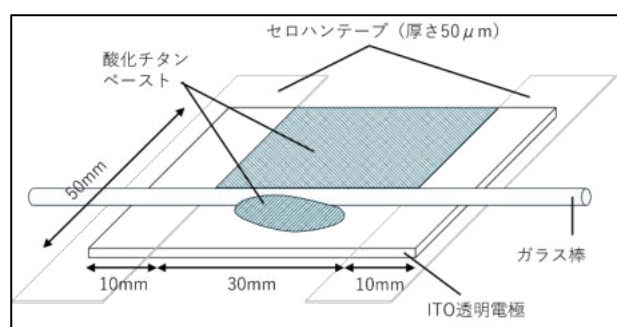


図2：酸化チタンペースト塗布の様子

(5) 色素抽出

① ケルセチン

タマネギの鬼皮 1.32g を水で 20 分間臍させて抽出した

② ハイビスカス色素(アントシアニン)

市販品のハイビスカスティーを熱湯 5 分で抽出した

(5) 計測に使用した器具

① デジタルマルチメータ マザーツール

② 電子電圧計(手製)

3. 実験①

(1) 条件

- ・ 色素吸着：30 分間(教室)
- ・ 蛍光灯と DSSC との距離を 30cm にした
- ・ 段ボール箱の中に DSSC を入れ、蛍光灯

を付けない暗い状態で 5 分間放置した

- ・ その後、蛍光灯を点けて電圧の変化を見た

(2) 結果

	照射前	照射中
ケルセチン[V]	0.297	0.285
ハイビスカス色素[V]	-0.76	-0.76

表1：蛍光灯での実験

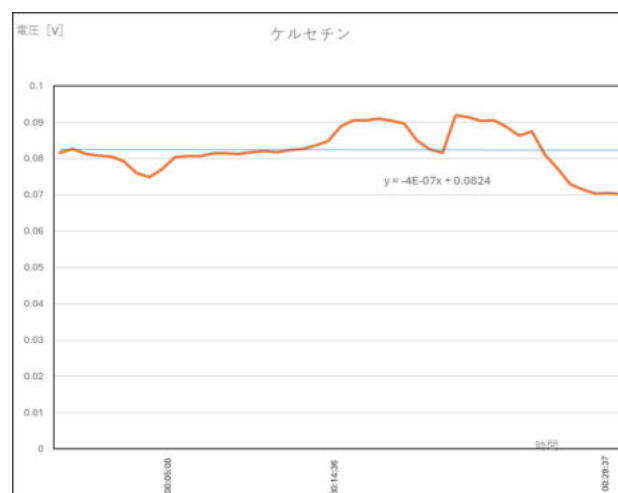


図3：ケルセチンを用いた DSSC の電圧

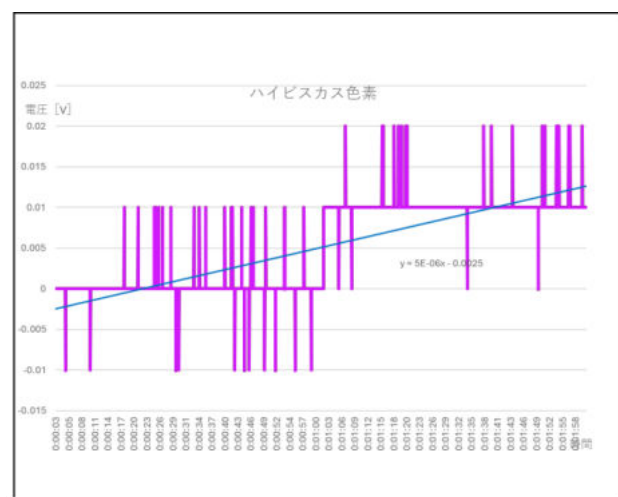


図4：ハイビスカス色素を用いた DSSC の電圧

(3) 考察

ケルセチンを使用した DSSC に光を当ててもうまく電圧が上がらなかった要因は、ケルセチンの吸収スペクトルと蛍光灯の光スペクトルの相性の悪さにあるのではないかと考えた。図5より、ケルセチン溶液は波長が400nmより大きくなるとほとんど吸収帯を持たない。図6より、ハイビスカス色素(アン

トシアニン)溶液は波長が 520nm のあたりに最大の吸収帯を持つ。一方図 7 より、今回使用したタイプ(三波長型昼光色)の蛍光灯の光スペクトルは 440nm, 540nm, 610nm 付近に高いエネルギーが集中している。よって吸収スペクトルと、蛍光灯の光スペクトルのボリューム帯が一致せず、光を多く吸収することができなかったと考えた。また、図 8 より、太陽の光スペクトルは赤外線から紫外線まで広範囲に渡るため、ケルセチンの吸収スペクトルとも適合すると考えた。

ハイビスカス色素を用いた DSSC で、マイナスの電圧が測定された要因は色素吸着後、電池を作成する前に、極板に長時間光に当たってしまったことにありと推測した。

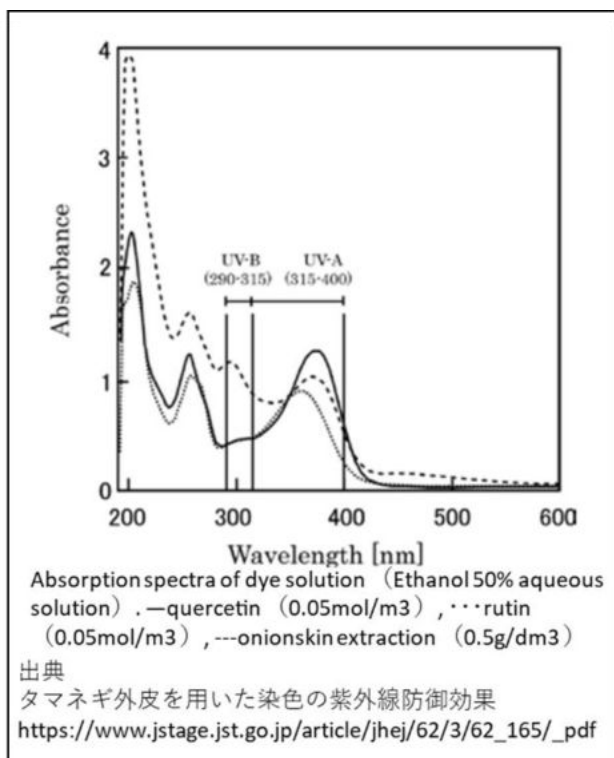


図 5：タマネギの鬼皮及びケルセチンの抽出液の吸収スペクトル

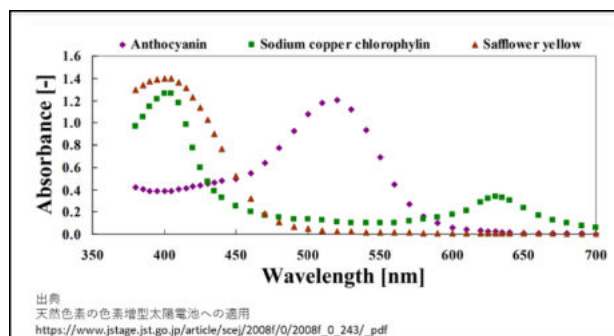


図 6：ハイビスカス色素の抽出液の吸収スペクトル

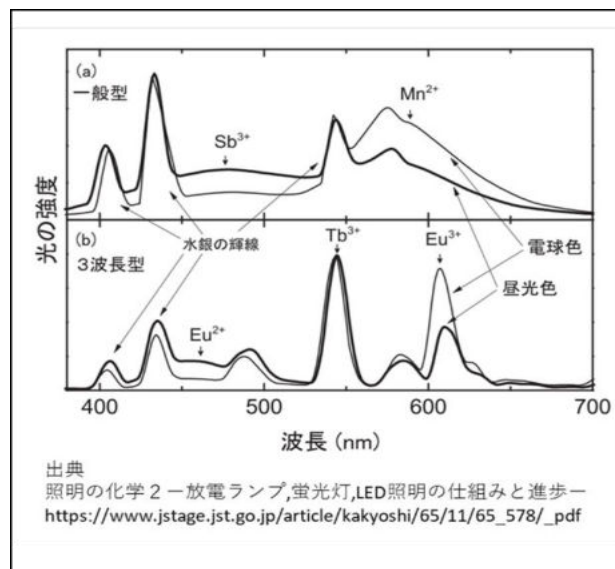


図 7：蛍光灯の光スペクトル

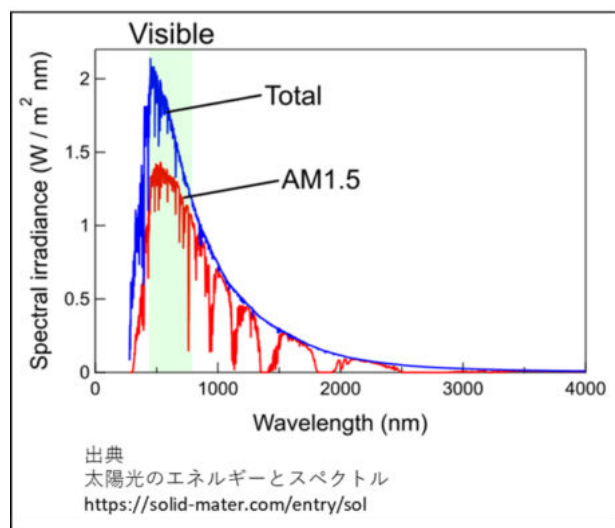


図 8：太陽の光スペクトル

4. 実験②

(1) 条件

- 色素吸着： 18 時間 30 分(冷蔵庫)
- 1 月下旬の晴れの日(12:30~12:50)に教室のベランダで計測を行った
- 段ボールの中に DSSC を入れ、蛍光灯を付けない暗い状態で 5 分間放置した
- その後、太陽光を当て、電圧の変化を見た

(2) 結果

	照射前	照射中
ケルセチン[V]	0.012	0.064
ハイビスカス色素[V]	0.021	0.074

表 2：太陽光での実験

※実験②では不具合により、電子電圧計での記録はできなかった。

(3) 考察

太陽光をあててケルセチンとハイビスカス色素ともに電圧が発生し発電ができたと考えられる。発電できた要因として、色素の吸収スペクトルと太陽の光スペクトルの相性が良かったこと、色素の吸着時間が長かったこと、暗い冷蔵庫内で色素の吸着を行ったこと等が考えられる。

5. 結論

タマネギの鬼皮に含まれている色素(ケルセチン)を使用したDSSCで電圧を生じさせることができる。ケルセチンは太陽光の実験での電圧の大きさがハイビスカス色素の値を少し下回るくらいであることから太陽電池として活用できる可能性がある。

6. 今後の展望

- ・ 今回使用したケルセチン、ハイビスカス色素抽出液の濃度を測定
- ・ 他の方法で抽出したケルセチンでDSSCを作成する
- ・ 条件を変更して性能を比較
- ・ (色素の濃度、吸着時間、吸着時の色素溶液温度など)
- ・ 色素の保存に伴う劣化について調べる
- ・ 光の強さ等を測定しエネルギー変換効率を求める
- ・ 他の廃棄される野菜等から抽出された色素を使用したDSSCを作成、性能を比較

7. 謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々のご支援とご協力をいただきましたことに深く感謝申し上げます。

8. 参考文献

- ・ 秀明八千代高校
<https://www.shumeiyachiyo.ed.jp/jhs/topics/2023/01/24/18736.html>
- ・ 株式会社プロセシオ
<http://processio.co.jp/structure/>
- ・ 色素増感太陽電池
<https://school.gifu-net.ed.jp/enahs/ssh/H23ssh/sc2/21133.pdf>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040609009011572>
- ・ 東京大学
<http://kuroppe.tagen.tohoku.ac.jp/~dsc/cell.html>
- ・ タマネギ外皮からのケルセチン類抽出方法の開発
https://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research_results/h17/07_ryutu/p237/index.html
- ・ 色素増感太陽電池開発と評価解析
高エネルギー原子核実験グループ
<http://www.px.tsukuba.ac.jp/lab/shiryou5>
- ・ 国立大学 56 工学系学部
色素増感太陽電池を作ろう！
<http://www.mirai-kougaku.jp>
<https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages>
- ・ 埼玉大学学術情報リポジトリ
色素増感太陽電池の性能向上と化学教材の開発
<https://sucra.repo.nii.ac.jp/record/files/KY-AA12318206-6501-13.pdf>

雑草から機能性成分へ

～ソリダゴ・アルティシマ由来カフェ酸の抽出研究～

川口市立高等学校 木村 文慈 朱 天宇 黒沼 好輝 青木 心音 小林 芭瑠

侵略的外来種として認識されているソリダゴ・アルティシマから、半導体の材料などに用いられるカフェ酸を抽出できないか研究を行った。抽出には有機溶媒を用いて、抽出量の測定は HPLC を用いた。結果、従来の抽出先であるサツマイモ葉より効率は低かった。

1. 序論

カフェ酸は抗酸化作用や抗炎症作用を有し機能性食品や半導体デバイスの材料として幅広く利用されている化合物である¹⁾。現在、カフェ酸の抽出にはサツマイモ葉が原料として用いられているが、より効率的な供給源の探索が求められている。

本研究では、新たなカフェ酸の抽出源として、キク科の植物であるソリダゴ・アルティシマ (*Solidago altissima*) に着目した。本種は、繁殖力が高く、侵略的外来種として生態系への影響が懸念されている²⁾植物であり、その有効利用が望まれている。先行研究において、キク科植物がカフェ酸を含有することが示唆されている³⁾ことから、本研究ではソリダゴ・アルティシマからのカフェ酸およびその誘導体の一つであるクロロゲン酸の抽出の可能性を検討し、従来のサツマイモ葉からの抽出法と比較して、その効率性を評価することを目的とした。

1, 3) 臼杵豊展、藤田正博、音田慎吾

「JP6466081B2」(2019-1-18)p2, p4

2) 平舘俊太郎、森田沙綾香、楠本良延

「セイトカアワダチソウの蔓延を防ぐ」農研機構 p1

2. 実験(1)

先行研究⁴⁾をもとに計画した手順で試料から成分を抽出し、その後高速液体クロマトグラフィー(HPLC)を用いて各手順における液体で抽出できた成分について調査し

た。

4) 臼杵豊展、藤田正博、音田慎吾

「JP6466081B2」(2019-1-18)p7

(1) 芝川で採取した試料を日陰で三週間乾燥させ、葉の部分を乳鉢と乳棒で粒径 1mm 以下になるまで粉碎した。

(2) 粉末 1g を、100ml の純メタノールで五分間攪拌しろ紙でろ過した後に、さらに珪藻土を用いてろ過した。(18℃, 湿度 54%)

(3) できた液体を分液漏斗とヘキサン 30ml を用いて三回分液し、不要な成分をヘキサンに溶かした。

(4) 液体を HPLC 「ことり」を用いて分析した。

測定圧力：2MPa 以下

検出器：UV-VIS (265nm と 405nm)

UV-NIR (265nm と 970nm)

キャリア：純水 87.45%

酢酸 0.05%

エタノール 12.50%

(5) 事前にことりを用いて作成したカフェ酸、クロロゲン酸標準液 (0.2g/L メタノール溶液) をことりで分析し得られた標準線図 1, 2 と、株式会社ユニフロー様より購入したデータ計算ソフトを用いて抽出量

を分析、評価した。

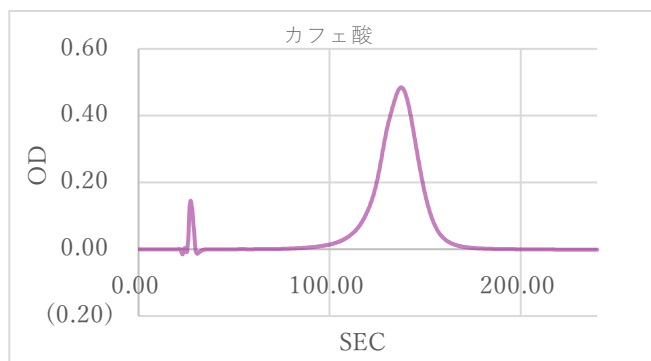


図 1

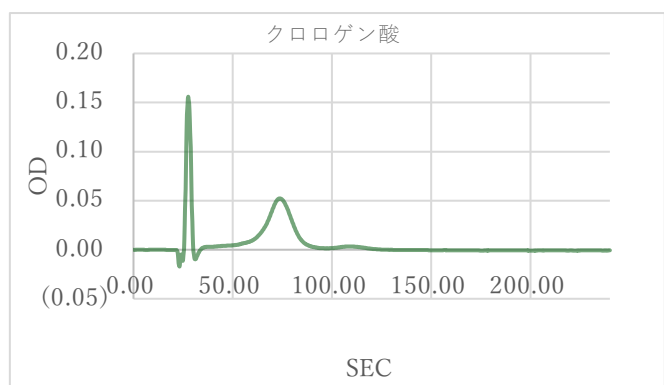


図 2

3. 結果 (1)

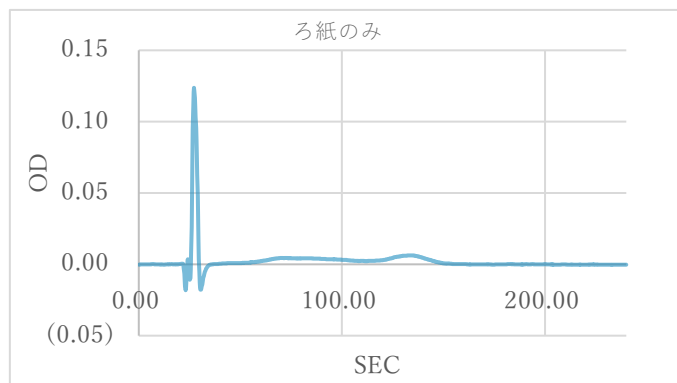


図 3

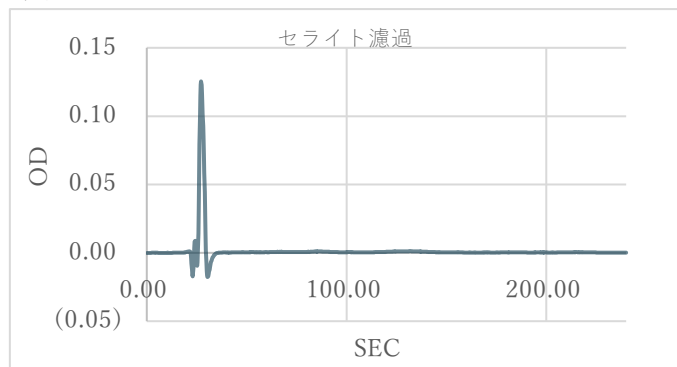


図 4

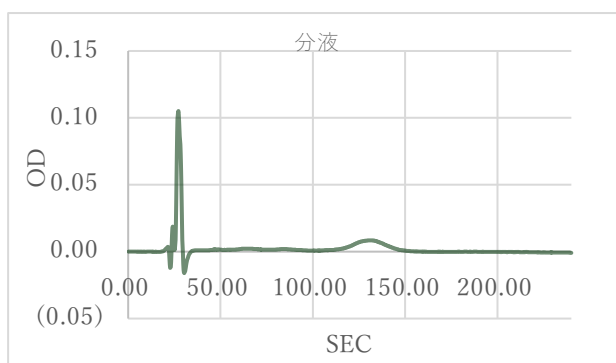


図 5

表 1 各液体の抽出量

カフェ酸			
	ろ紙のみ	セライトろ過	分液
ピーク面積	測定不可	0	0.63
mg/L	不明	0	0.22
抽出量 [mg/g]	不明	0	0.22
クロロゲン酸			
	ろ紙のみ	セライトろ過	分液
ピーク面積	測定不可	0	0.06
g/L	不明	0	3.04
抽出量 [mg]	不明	0	0.30

ろ紙のみでは、2 成分らしきピークは見られたものの境が曖昧で具体的な抽出量を求めることは出来なかった。

セライトろ過までしたものは、メタノール以外のピークは見られなかった。

分液では 2 成分ともにピークが見られ抽出量を測定することが出来た。

4. 考察 (1)

先行研究⁵⁾ではサツマイモ乾燥茎葉 1g あたり 2.4mg のカフェ酸が得られたと報告されている。今回の実験で得られたカフェ酸は粉末 1g あたり 0.22mg であるため、現状ではサツマイモの葉より生産効率が低いことが分かった。

ピークの線形から、溶媒に溶かし不純物

を除去する工程に問題はなく、粉末にする前後の改善が必要だと考えられる。

セライトろ過ではピークが出ず、分液では出たことについては再分析してもピークが出ない、または線形が不定形になることから、分液の過程で液体に流出してしまった微細な珪藻土が取り除かれることが関係していると考えた。

5) 林信行、土井研一

「JP5311708B2」(2013-7-12)p8

5. 実験(2)

粉末化後の追加操作として細胞壁の除去が有効であるか調べるために、粉末に酸性処理を行った⁶⁾。また、溶媒の極性によって抽出量に差ができるのか調べるために濃度の違うメタノールで抽出を行った⁷⁾。

pH4 のクエン酸水溶液に漬けて1時間攪拌し、粉末の細胞壁成分を分解した。その後、遠心分離機(3℃, 3000 r p m)で溶液を分離し沈殿を採取した。採取したものを前記の手順と同様に100%、80%メタノールで抽出し分析した。

6) Nicholas C. Carpita

David M. Gibeaut

「Structural models of primary cell walls in flowering plants: consistency of molecular structure with the physical properties of the walls during growth」

(1993-1-30) p8-p12

7) 林信行、土井研一

「JP5311708B2」(2013-7-12)p8

6. 結果(2)

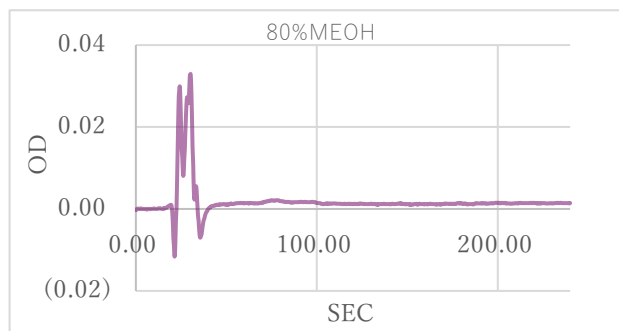
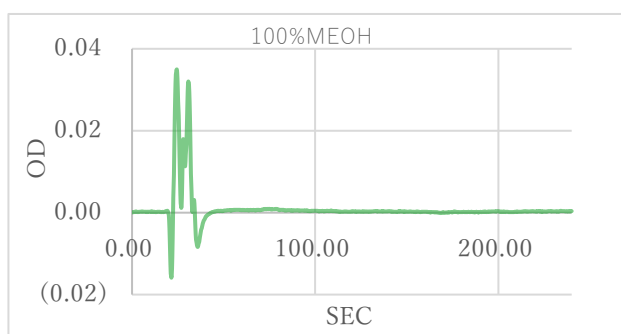


図6 酸性処理後100%メタノール抽出液

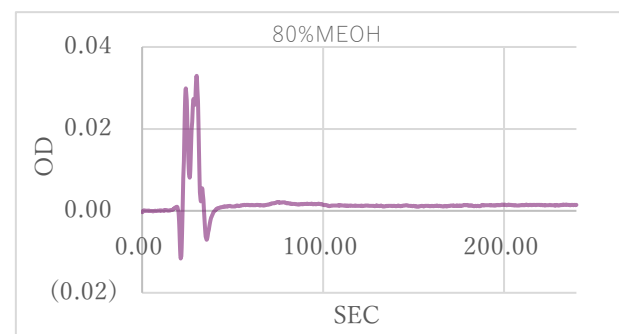


図7 酸性処理後80%メタノール抽出液

クエン酸で処理した液体ではメタノール濃度に因らずピークは出なかった。

7. 考察(2)

クエン酸処理した液体ではピークが出なかった原因として以下の三点が挙げられる

- ・遠心分離で上澄み液にカフェ酸が滞留した
- ・カフェ酸がクエン酸水溶液によって分解されてしまった
- ・HPLCの操作の際に問題があった

8. 結論

今回の研究における環境ではサツマイモ葉の約7%の効率だった。

常温・常圧での抽出は高温高压に比べおよそ1/5の効率しかない⁸⁾ことを加味しても約35%の効率なので1gあたりに抽出できる量はサツマイモ葉よりもはるかに低いと分かった

しかしながら、年収穫量や単位生産量に必要な農地面積など生産ライン全体で考えると効率は高くなるかもしれない。また、酵素や冷凍、解凍を用いた細胞壁分解や他の溶媒の利用など抽出効率を上げられうる

要素はあるので正確な判断のためにはそれらについての調査が必要である。

さらに、この研究ではろ過に時間がかかったために試行回数が少なく、HPLC の扱いにおいても不慣れだったため今回得られたデータの信頼度はかなり低い。そのため他にもデータをとるとまた違った結果になるかもしれない。

8) Alessandro A. Casazza

Bahar Aliakbarian

Eugenia Sannita & Patrizia Perego

「High-pressure high-temperature
extraction of phenolic compounds
from grape skins」
(2012) p1-p5

9. 謝辞

研究全体を通して監督して下さった、川口市立高等学校の村田涼太郎先生、吉岡靖久先生、山本隼先生。

HPLC の使い方やデータ分析についてご指導くださった株式会社ユニフローズより本多宏明様

以上の方々に感謝の意を表します。

10. 参考文献

1) 臼杵豊展、藤田正博、音田慎吾
「JP6466081B2」(2019-1-18)

2) 平舘俊太郎、森田沙綾香、楠本良延
「セイタカアワダチソウの蔓延を防ぐ」
農研機構

3) 林信行、土井研一
「JP5311708B2」(2013-7-12)

4) Nicholas C. Carpita

David M. Gibeaut

「Structural models of primary cell
walls in flowering plants: consistency of
molecular structure with the physical
properties of the walls during growth」
(1993-1-30)

5) Alessandro A. Casazza

Bahar Aliakbarian

Eugenia Sannita & Patrizia Perego

「High-pressure high-temperature
extraction of phenolic compounds
from grape skins」
(2012)

圧電素子を用いた発電の研究 ～歩行を利用する鞋底発電～

川口市立高等学校 折笠 結天 半藤 悠聖 深津 琥 星屋 旬 本間 駆琉

要 旨 災害時の電力供給のために圧電素子を用いた鞋底発電を研究した。私たちは、圧電素子からより多く発電をする研究を行った。その結果、発電量を増やすことはできなかったが、一定の圧力で押し続けたとき、押した回数に比例して電圧が増えることがわかった。

1. 序論

地震などの災害時には、スマートフォンのライトなど、通常よりも多くの電気を使う機会が増える。そのため、電子機器を充電するための電力が不足し、使用できなくなることが問題となる可能性がある。

そこで、このような事態への対策として、安定して電力を供給できるよう、圧電素子を靴に取り付けることで歩行運動によって電気を得ることを考えた。¹⁾

そのために、本研究では圧電素子の性質に関するいくつかの実験を行った。

また、本研究は先輩から引き継いだ研究であり、先行研究では、実際に靴に圧電素子をつけ4Vにまで到達した。しかし、スマホの充電には5V必要なため圧電素子の発電量を増やす必要がある。

2. 研究方法

- (1) 圧電素子1個の電圧を測定できる装置1を作成し、圧電素子を指で5回押したときの電圧の変化を記録してこの装置が正しく動作するかを実験した。

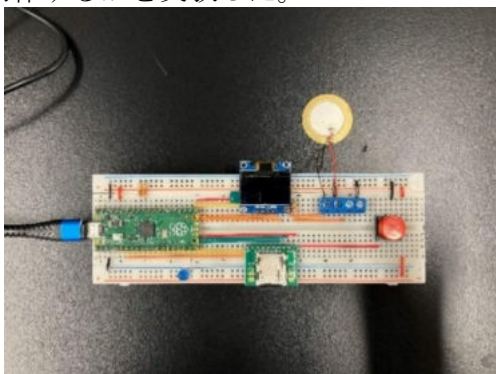
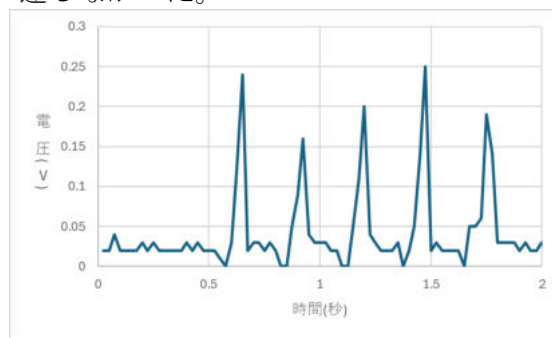


図1 電圧の変化を記録する装置

- (2) 圧電素子を一定の圧力で押す装置を作成し、圧電素子を押したときに発生する電圧がぶれなく測定できるかを実験した。
- (3) 圧電素子に一定の圧力を加える装置を用いて発生した電気をコンデンサに充電し、押す回数を20回、40回、60回、80回、100回、200回と変えて測定し、電圧が押した回数に比例するかを調べた。

3. 結果

- (1) 測定された電圧の変化を図2に示す。図2から、圧電素子を指で5回押すと、電圧が5回変化していることから、図1の装置が正常に電圧の変化を記録できていることがわかった。しかし、測定された電圧が一定でないことから、圧電素子を複数回押したときの電圧の上昇が正確に測定できないと考えた。また、圧電素子を指で押すと、1回あたり約0.2V発生し、目標の5Vには達しなかった。



- (2) スライダクランク機構を用いた装置(図3)を用いることで、モーターの回転運動を直線運動に変換し、下に押し付けるときの動きで圧電素子に圧力を10回加えた。このときの電圧の変化を図4に示す。結果、図4の装置では圧電素子を押す際に装置自体が微妙にずれてしまい、うまく圧電素子を押すことができなかった。

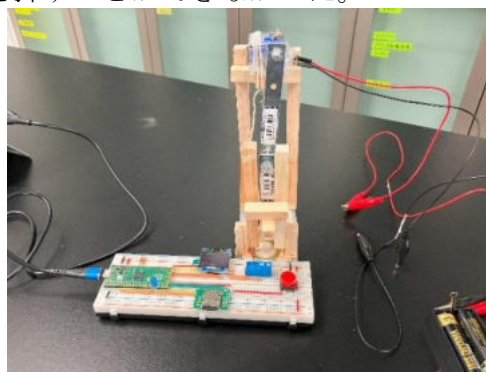


図3 スライダクランク機構を用いた装置

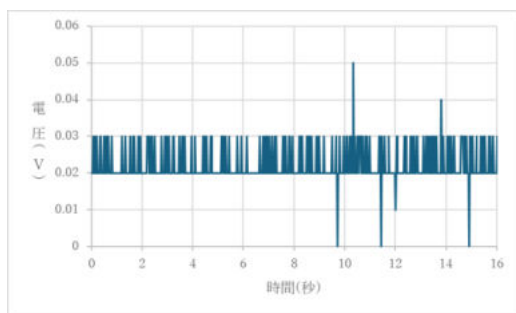


図4 図3の装置を用いたときの電圧
そのため、新たにモーターでおもりを持ち上げ圧電素子に落とすことで圧力を加える装置(図5)を作成した。この装置は一度の圧力が小さく測定できなかったため、20回、40回、60回圧電素子を押して生じた電気をコンデンサに溜めてから図1の装置に流すことで電圧を測定した(図6)²⁾。このときの電圧の最高値を表1に示す。表1から60回までの測定結果は3回とも安定していた。このことから、図5の装置は安定して圧電素子に圧力を加えることができるとわかった。

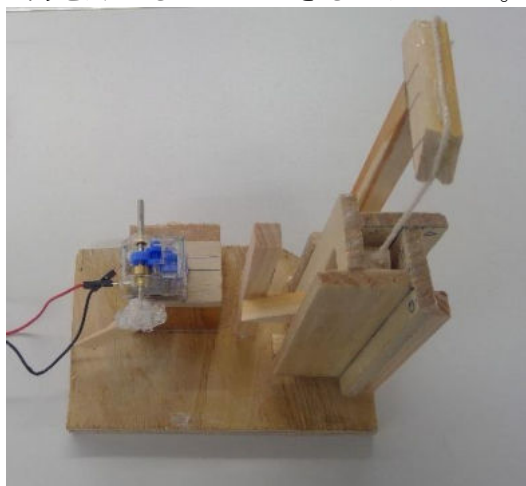


図5 モーターを用いて発電する装置

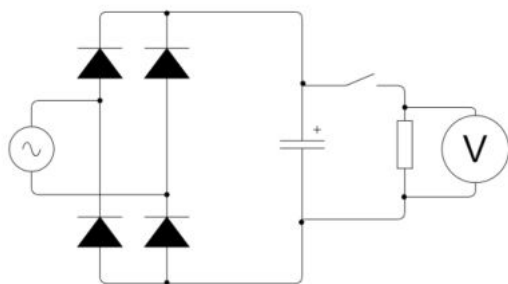


図6 測定に用いた回路図

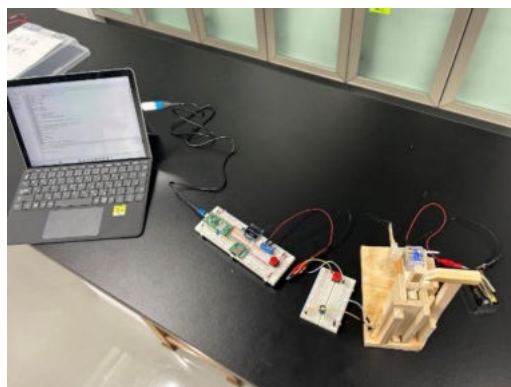


図7 測定の様子

表1 測定された電圧

回数(回)	1回目(V)	2回目(V)	3回目(V)
20	0.10	0.09	0.10
40	0.16	0.16	0.16
60	0.22	0.21	0.22

- (3) 測定された電圧の最高値を記録し、3回の平均(小数第三位を四捨五入)と、それぞれの平均から0回の平均との差をとった値を表2に示す。また、表2の押した回数と0回との差分の関係を図8に示す。表2から、60回までは0回との差分が回数に比例することから、電圧は図8に示した直線上の点になると考えた。しかし、図8から、80回以上のときに予想より低い電圧が測定された。また、表2から、80回以降は3回の測定の電圧のぶれが大きくなることがわかった。

表2 測定された電圧

回数(回)	1回目(V)	2回目(V)	3回目(V)	平均(V)	0回との差分(V)
0	0.04	0.04	0.04	0.04	0
20	0.10	0.09	0.10	0.10	0.06
40	0.16	0.16	0.16	0.16	0.12
60	0.22	0.21	0.22	0.22	0.18
80	0.30	0.23	0.25	0.26	0.22
100	0.31	0.31	0.22	0.28	0.24
200	0.58	0.55	0.37	0.50	0.46

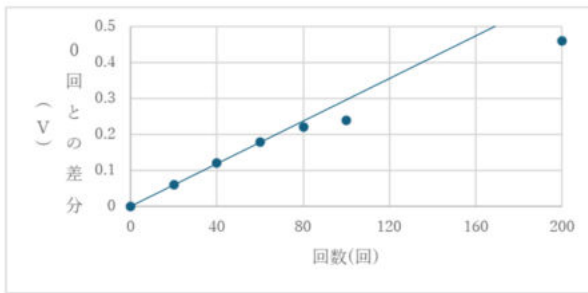


図8 押した回数と0回との差分の関係

4. 考察

コンデンサに電気がたまり、その分抵抗が大きくなったことでコンデンサに電気がたまりにくくなったからと考えられる。しかし、表2から、信頼できる数値である60回までのデータが3回とも誤差が0.01V以下であることから、本実験の目的である、一定の圧力を加えて発生させる電圧のぶれを無くすことは達成された。コンデンサの抵抗を解消するために、コンデンサの容量を増やし、電気が溜まったときの抵抗値を小さくすることが有効であると考えた。さらに、発生する電圧の大きさを大きくするためには、圧電素子を高性能なものに変更するか、圧電素子の数を1個から複数個に増やすことが有効であると考えた。

5. 結論・今後の展望

今回の実験では圧電素子を押した回数によって、コンデンサに溜まる電気の量は比例することが分かった。今後は、コンデンサを増やし、押す回数を増やした際に、電圧がどれだけぶれずに測定することができるかを調べる。また、複数の圧電素子を連続で押すことができる装置(図9, 10)を作成し、圧電素子の個数に電圧が比例して上昇するかを調べる。

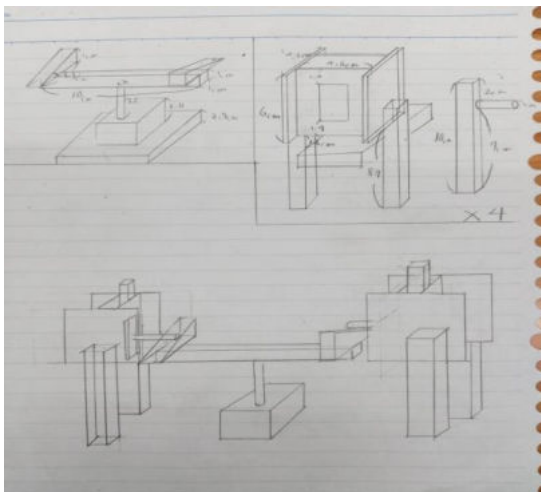


図9 複数の圧電素子を押す装置の設計図

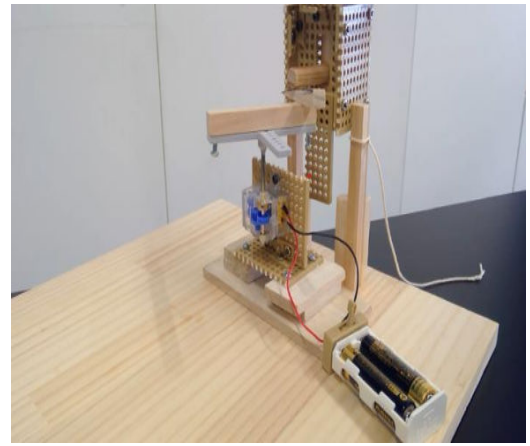


図10 図9の装置(製作途中)

6. 謝辞

田村洋一郎先生、吉岡靖久先生をはじめこの研究に協力していただいた方々に感謝申し上げます。

7. 引用文献

- 1) 板垣朝子「身の周りにおける圧電効果 ー力で電気を生み出す仕掛けー」
<https://www.tdk.com/ja/tech-mag/knowledge/089>、(2024-08-21 閲覧)
- 2) 西田柊斗、牧野唯篤、山崎太陽、日多勇人「圧電素子を用いた振動による発電装置の研究」、
<https://uwajimahigashi-h.esnet.ed.jp/uploads/r12nen06.pdf>、(2024-08-21 閲覧)

クロロフィルを増やそう！

～藻類と培養と光周期の違いによるクロロフィル含有量変化の比較～

川口市立高等学校 濱野 ふう香 林 真歩 山本 奏 吉野 日和

要旨

本研究は光条件によってアオミドロのクロロフィル含有量を増やすことを目的とし、光の周期、光源の種類を変えることでクロロフィル含有量はどのように変化するかを調べた。結果として光の連続照射時間とクロロフィル含有量には相関が見られた。このことから、光の連続照射時間が短いほどクロロフィル含有量は増えると結論が得られた。

1. 序論

アオミドロ (*Spirogyra*) は淡水に生える藻類の1種である。我が校のボート部が練習場所としている埼玉県戸田市戸田公園内の戸田漕艇場では、夏季にアオミドロの増殖によってボートの練習が困難になるという事態が発生していた。そこから私たちはアオミドロの繁殖力の高さに目をつけ、戸田漕艇場に生えているアオミドロを用いて研究をしようと考え、中でもクロロフィルに着目した。そこで培養中の光周期を変えることで、アオミドロのクロロフィル含有量は変化するかについて調べることにした。

色素の抽出方法については、先行研究¹⁾を参考に抽出を行った。

2. 研究方法

(1) 培養

戸田漕艇場からアオミドロを採集した。淡水産、陸生、温泉産、塩水産藻類用培地(以下C培地と表記)、バイオトロンを用いて以下の

手順で培養実験を行った。

まず100mL三角フラスコ、ゴム栓、C培地を滅菌した。滅菌にはオートクレーブまたは乾熱滅菌器を用いた。次に滅菌したフラスコにC培地50mL、アオミドロ0.15gを入れ、ゴム栓で蓋をした。最後に準備したフラスコを温度25℃、光量3600ルクスに設定した3台のバイオトロンにアオミドロを2株ずつ設置した。

本研究において光周期の条件は以下の3種類である。

- ① 6時間点灯、6時間暗転
- ② 12時間点灯、12時間暗転
- ③ 6時間点灯、8時間暗転

③の光周期は、一般に植物が育ちやすいと言われている。

(2) 抽出・分析

先行研究より、色素抽出のための有機溶媒はメタノールを用いた。抽出手順は以下のとおりである。

- ① 吸引ろ過を行って藻から水分を十分に取り除いた。

- ② 遠心分離に用いるファルコンチューブに脱水した藻とメタノールを入れ、よく振って抽出した。
- ③ 遠心分離機を用いてゴミと藻を沈殿させた。

分析実験の手順は以下の通りである。

- ① 遠心分離機で抽出したクロロフィル溶液の上澄みを沈殿させた藻が入らないようにシリンジで採った。
- ② e-HPLC ことり (液体クロマトグラフ装置) を用いてクロロフィル量を測定した。
- ③ 測定して得られたグラフからピーク部分を積分し面積を算出した。

3. 結果

1 週間の培養で、藻の色合いに変化が見られた。3 つの日照条件の中で 6 : 6L/D が最も色が濃く黒に近くなり、12 : 12L/D が黄色の強い、褪せたと表現される色合いになった(表 1、表 2)。以下に記載する RGB 値は測定にスマートフォンアプリ『色彩ヘルパー』を使用、出てきた数値は十進数に直してある。

表 1 実験 1 藻の RGB 値

	6:6L/D	12:12L/D	16:8L/D
R, G, B	25, 32, 38	78, 66, 43	67, 65, 51

表 2 実験 2 藻の RGB 値

	6:6L/D	12:12L/D	16:8L/D
R, G, B	25, 32, 38	67, 68, 34	55, 57, 44

また、次の図、表は、e-HPLC 専用分析 Excel ファイルを用いて、クロロフィルの波長グラフを積分した値のグラフ(図 1)と表(表 3、4)である。測定は 1 株につき 2 回行い、平均を求めて測定誤差を小さくした値を表示している。また、誤差範囲は標準偏差を用いた。有意水準 $\alpha=0.05$ として、帰無仮説「光周期によっ

てクロロフィル含有量は変化しない」とし、対応仮説を「光周期によってクロロフィル含有量は変化する」とし、t 検定を行うことでデータに有意な差があるとしている。



図 1、2 クロロフィル含有量グラフ(実験 1、2)

表 3 培養 1 回目 クロロフィル含有量の値

	6:6L/D	12:12L/D	16:8L/D
A	1.003	0.4620	0.4746
B	0.7227	0.5724	0.4859

6:6/12:12 $P=0.018923$

6:6/16:8 $P=0.01078$

12:12/16:8 $P=0.622812$

表 4 培養 2 回目 クロロフィル含有量の値

	6:6L/D	12:12L/D	16:8L/D
A	1.091	0.7805	0.3912
B	1.011	0.4788	0.3658

6:6/12:12 $P=0.007027$

6:6/16:8 $P=0.0000017$

12:12/16:8 $P=0.043664$

4. 考察

(1) 実験 1、2 回目ともに 6 時間ごとに明暗変化したものの色が最も濃いことから、クロロフィル含有量が多い。

(2) 12 時間ごとに明暗変化したものが退色していたことは、培養機の光源が異なっていた事が関係している。

今回用いたバイオトロンの光源は、蛍光灯と LED である。

(3) 6:6LD が 1 回目、2 回目の実験で一般的に育ちやすいと言われている 16:8LD のものよりクロロフィル含有量が多くなったことから、成長速度はクロロフィル含有量に比例しない。

(4) 実験結果から光の連続照射時間とクロロフィル含有量に相関があると予想を立てて散布図を作成し相関係数を算出した。縦軸は面積、横軸は時間を表している。

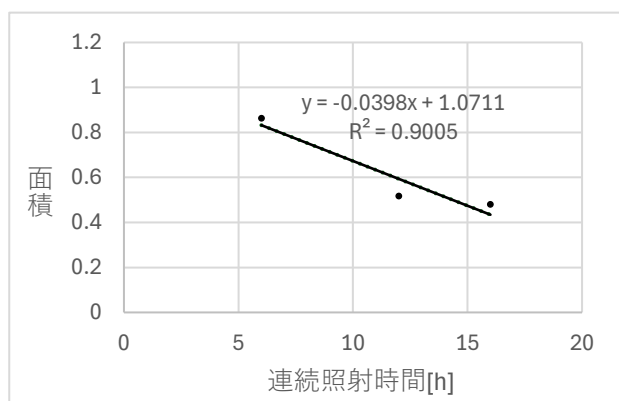


図 3 培養 1 回目 時間とクロロフィル含有量の散布図と近似曲線

相関係数 -0.94892

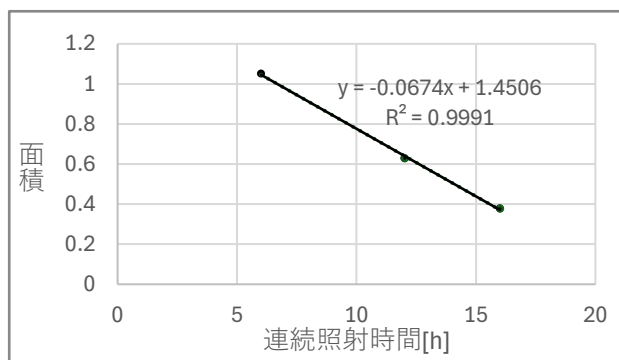


図 4 培養 2 回目 時間とクロロフィル含有量の散布図と近似曲線

相関係数 -0.99955

1、2 回目ともに強い負の相関が見られることから、光の連続照射時間が短くなるほどクロロフィル含有量が増加する。

(5) 1 回目の実験では 12:12LD のものは退色が見られたが、退色が見られなかった 16:8LD のものとの間にクロロフィル含有量に有意な差

は見られなかった。また 2 回目の実験では有意差が見られたものの、他の数値と比較すると P 値が大きくなっていた。クロロフィル含有量に大きな差が無いが色味に違いが見られた理由として 12:12LD のものはクロロフィル a ではなくクロロフィル b が増えていた、またはカロテンなどの違う色素が増えていたのではないかと考えた。

5. 結論・今後の展望

- (1) 実験の結果より、光周期を変えて培養するとクロロフィル含有量は変化する、光の連続照射時間とクロロフィル含有量には負の相関があると結論付けられる。
- (2) 連続照射時間をより短くするとクロロフィル含有量が増えるのか検証するために、明暗の割合を変えずに連続照射時間を 3 時間ごと、6 時間ごと、12 時間ごとなどに変えてクロロフィル含有量を測定する。
- (3) 光源の種類または光の色で育つ光合成色素は変わるのかを検証するためにバイオトロンを変えて同じ実験を行う、セロファンなどで光の色を変えて培養する。
- (4) 光量の差でクロロフィル含有量は変わらないのかを検証するために光周期を揃え、光量に差をつけて培養する。
- (5) 単位体積または質量、1 細胞当たりのクロロフィル含有量を測るために正確な体積の測定方法を検討する。

6. 謝辞

本研究・発表において、藻類、実験器具の提供や指導を賜りましたお茶の水女子大学の畠田智先生、植竹紀子先生、川口市立高等学校の福原健人先生、山本隼先生、吉岡靖久先生をはじめとした先生方に感謝の意を表します。

7. 引用文献

1) 池森雅彦, 田島迪生, 奥田武男, 「海藻に含まれている色素の新しい分析方法」, (2002), p14

2) 培養関係/ 瀧田研究室 (植物系統進化学)

https://www-p.sci.ocha.ac.jp/bio-shimada-lab/ex_protocol/pr_01baiyo.html

リグニン分解

川口市立高等学校 小川 栞奈 加藤 遼太 田島 嵐太 橋本 彩希 半田 航大

要旨

私たちはエネルギー問題に着目し木質バイオマス生成のためのリグニン分解を研究対象とした。実験 1 では白色腐朽による分解を行なったが実行不可と判断し、2 では漂白による分解をした。その後 UV スペクトルを用いてリグニン量を測定した。結果としてリグニン測定はできなかった。

1. 序論

私たちは、この研究を始めるにあたってリグニンの分解に着目した。近年、日本及び世界は、資源不足に陥っている。また、現在ある鉱産資源を利用してエネルギーを取り出すことで多くの温室効果ガスを排出することが問題となっている。そこで再生可能エネルギーの中でも地形を問わず獲得することができる木質バイオマスに注目した。

木質バイオマスを生成する過程で、木材の主成分であるリグニンは木を支える役割があると同時に、木質バイオマスの生成の邪魔をしてしまうという特徴を持っている。このことから、エタノール生成のなかでも、リグニンの効率の良い分解方法に焦点を当てて研究を進めることにした。

2. 研究方法

【予備実験】

針葉樹と広葉樹での違い、木くずの細かさの違いのよって、菌床の広がりには差がみられるかどうかのデータをとる。

①針葉樹（マツを使用）と広葉樹（アユースを使用）それぞれ 2 種類の大きさを用意する。（写真 1）

1. 電動のこぎりの木くず（粒体:50 μ m~1mm 以上）

2. ベルトサンダーの木くず（紛体:3 μ m~1mm 未満）

②虫かごに白色腐朽菌と木くずを 3:1 の割合で入れる。この時白色腐朽菌としては分解速度の高いとされているオオヒラタケを使用し、菌糸の上から被せる形で木くずを入れる。（写真 2）

③二日に一回霧吹きで湿らせ、湿度の高い状

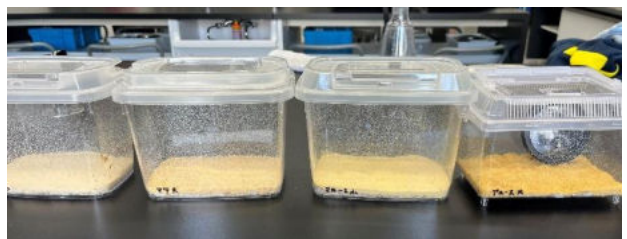
態を作る。

④湿度と気温を定期気に計測し、菌糸の広がり方を経過観察する。

写真 1



写真 2



【本実験】

①針葉樹（マツ）の紛体を用意する。

②シャーレ、木材をオートクレーブ 121 度 10 分で滅菌する

③シャーレに白色腐朽菌と紛体を入れる。
白色腐朽菌 11.47 g 木くず 5 g 体積比 2:1

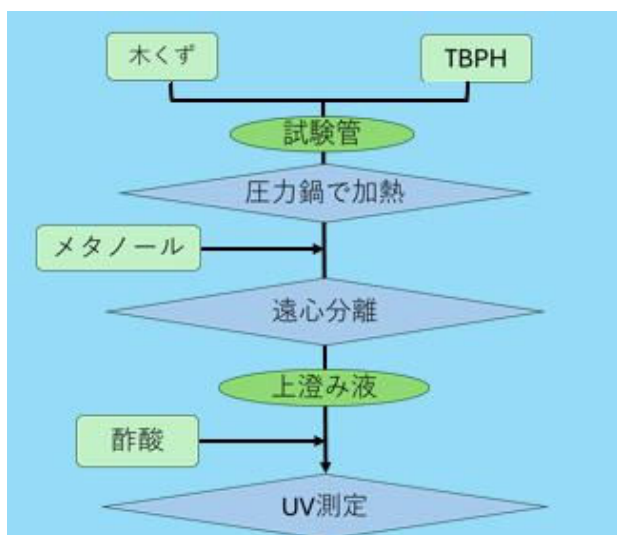
④場所 温度 24 度 湿度 80%を保った状態にする

⑤4 週間目から 1 週間ごとにリグニン量を測定し、減り具合を調べる。

○リグニン量測定方法○

TBPH（テトラブチルホスホニウムヒドロキシド）法を用いる。

【TBPH:テトラブチルホスホニウムヒドロキシド】



【本実験 2】

る蒸解漂白の関係性をしらべる

漂白方法

- ・過酸化水素 2%3%4%を二本ずつ作る
- ・木くず 0.1 g と過酸化水素水 5 g
木くず 0.1 g と水 5 g
それぞれを耐圧試験管へ入れる。
- ・耐圧試験管を 80 度のお湯に入れ、各濃度 1 本は 30 分もう一本は 40 分温め。

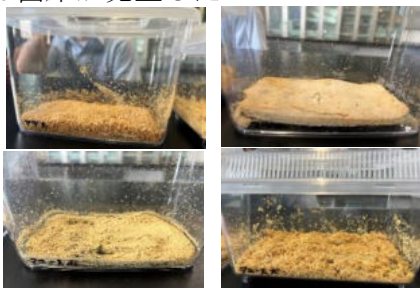
【仮説】

水 5g の試験管と比較して 2%30 分から 4%40 分にかけてリグニン量は減少していくが、その差は少ない

3. 結果

【予備実験】

松とアユースの粒体には菌床が発生せず、アユースの紛体にはカビが発生した。松の紛体には菌床が発生した。



左上松粒体 右上松紛体

左下アユース粒体 右下アユース紛体

【本実験 1】

一週間経過後どちらともにカビが発生。



【本実験 2】

前

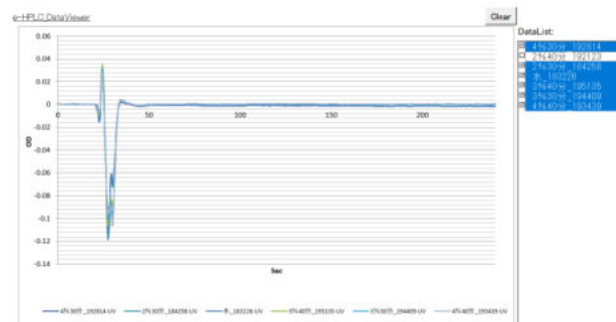
後



色に変化が見られた。

グラフ（エタノール基準）よりリグニンが検出されたことが分かる。

濃度や時間によって取れた量が異なった
しかし、大きな差は見られなかった



4. 考察・結論・今後の展望

【考察・結論】

濃度や時間により差はあったが大きな差はなかったため、蒸解作業によりリグニン分解はより効率化されていると考えられた。

【今後の展望】

その他の漂白を試す

UV スペクトルではかる

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、吉崎先生には、指導教員として終始あたためご指導を頂きました発生。心から感謝いたします。また、終始熱心なご助言をいただいた吉岡先生、山本先生、福原先生にも大変お世話になりました。お礼申し上げます。

最後に、実習助手の栖原先生には本研究の遂

行にあたり、多くのご助言、ご協力をいただきました。本当にありがとうございました。

6. 引用文献

東建コーポレーション株式会社

https://www.bigcompany.jp/useful/paper_seizou/

岐阜県森林科学研究所「木の分解をたすける
キノコのリグニン分解酵素」

<https://www.forest.rd.pref.gifu.lg.jp/rd/shigen/05042gr.html>

森林総合研究所 「木材中のリグニンを迅速
に精度よく分析する 画期的な手法を開発」

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/seikashu/2017/documents/p34-35.pdf>

農林水産省

https://www.maff.go.jp/j/pr/aff/2209/spe1_03.htm

ハチノスツヅリガが秘めた力 ～蚕繭との成分比較～

川口市立高等学校 石田 陽大 尾花 実玲 土田 怜 長谷川 琴子 古井 亮佑

要 旨 先行研究より湿度とハチノスツヅリガのポリスチレンの摂食には相関関係があると考え、3つの湿度条件で実験を行った。しかしすべて実験で測定可能な量の摂食を確認できなかった。代わりにハチノスツヅリガには繭をつくる習性があることが分かった。蚕繭に含まれるUV カット成分「セリシン」がハチノスツヅリガの繭にも同様に含まれていないのか実験を行ったところ、蚕繭よりも多量のセリシンが含まれていることが分かった。

1. 序論

過去の先輩方の文献から、ハチノスツヅリガ^[1]の幼虫はプラスチック分解酵素を持っていることを知った。ハチノスツヅリガの幼虫は釣り餌や爬虫類の餌などで広く使われている。よって、ハチノスツヅリガの育成過程でプラスチックを餌に活用することでゴミを減らすことが出来ると考えた。しかし、摂食させる実験では摂食量が微量であり測定不可能であった。原因としてハチノスツヅリガは餌を食べずに次の発育に進んだことが言える。また、ハチノスツヅリガはビーカーのような仕切りのない空間では自分の生活スペースを確保するために繭を生成する習性があることを知った。そこで大量に採取できた繭から蚕繭に含まれる有効成分「セリシン^[2]」を抽出しようと考えた。



仮実験で使った実験装置

2. 研究方法

- (1) 水溶性セリシンをつくるために、蚕繭、ハチノスツヅリガの繭それぞれ 5.5g を脱イオン水 250ml で1時間煮沸する。
- (2) 塩基性溶液セリシンをつくるために、水煮した蚕繭とハチノスツヅリガの繭は、脱イオン水で2回洗浄後、0.50w/v%炭酸ナトリウム水溶液 300ml に入れ1時間煮沸する。
- (3) (1)(2)の溶液を高速液体クロマトグラフィー(HPLC)を用いて吸光度を比較する。

水溶性セリシン

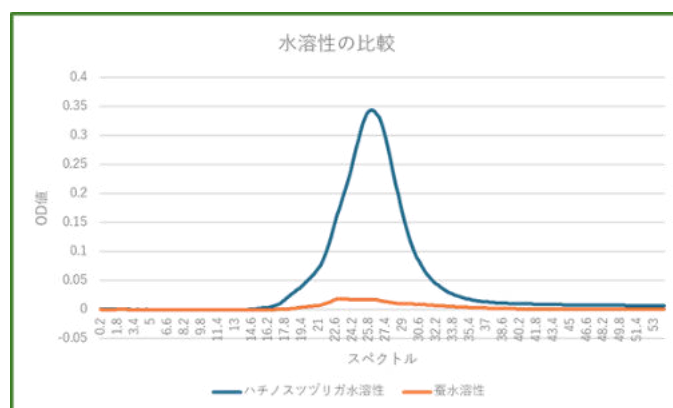


塩基性溶液セリシン



3. 結果

- (1) ハチノスツヅリガの水溶性が一番 OD 値^[3]が高かった。(図 4) また、蚕の水溶性が一番低く塩基性の蚕、ハチノスツヅリガはほとんどグラフの形が変わらなかった。(図 5)
- (2) 最高値で比べた時の OD 値の高い順番は次のようになった。(カッコ内は最高値)
 - 1, ハチノスツヅリガの水溶性 (0.343463)
 - 2, 蚕の塩基溶性 (0.025403)
 - 3, ハチノスツヅリガの塩基溶性(0.024379)
 - 4, 蚕の水溶性 (0.018434)



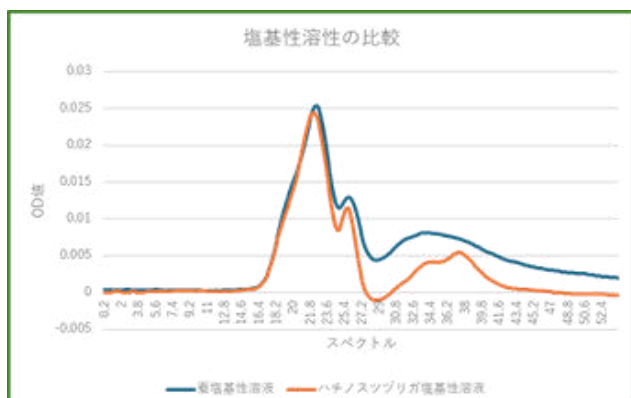


図 2



図 3

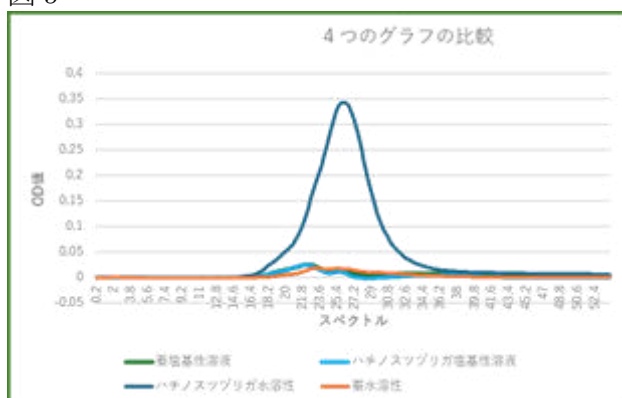


図 4

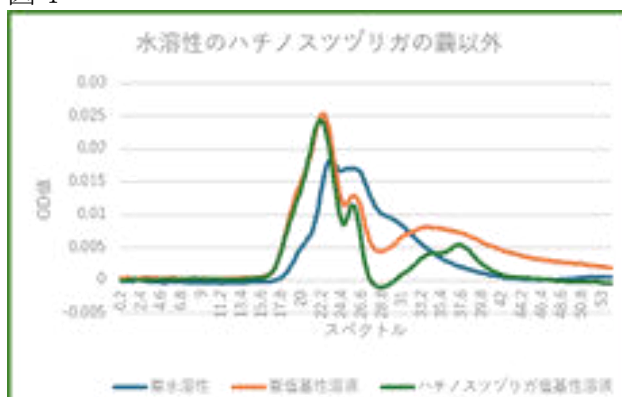


図 5

4. 考察

- (1) ハチノスツヅリガの繭の厚さは蚕の繭より薄く、繭は紫外線から中の蚕を守る機能があると知られている。このことから、ハチノスツヅリガは蚕より薄い繭でも、蚕と

同様に UV をカットすることが可能であったと考え、そのためにハチノスツヅリガの繭の方が吸光度が高く、より多くの UV をカットしたのではないかと考えた。

- (2) セリシンが高分子化合物であることが UV カット効果を持つ要因であり、親水性アミノ酸が 78.5% を占めているためハチノスツヅリガの水溶性の OD 値が一番高くでたと考えた。
- (3) 蚕の水溶性セリシン溶液は蚕繭に含まれるセリシンの割合が低いため、水溶性のもととなるセリシン量が少なく、OD 値が低くでたと考えられた。
- (4) 結果と考察(3)よりハチノスツヅリガの繭には蚕繭よりも多くのセリシンを含んでいると考えられた。

5. 結論・今後の展望

結果と考察より、ハチノスツヅリガの繭はセリシン製品を作るための天然素材として有用な可能性がある。よって、ほかの絹糸虫の OD 値も測定し比較しつつセリシン製品を作ることができないか試したい。

6. 謝辞

本研究においてご協力してくださった先生方に深く感謝いたします。

7. 引用文献

- 1) UV カットシルク保湿液の研究
f6f95d475bb31d57fca3dcad213cfb8a(1).pdf
- 2) 蚕繭を用いた新規化学教材の開発～セリシンとフィブロインの化学的特性
https://www.jstage.jst.go.jp/article/silk/27/0/27_43/_pdf/-char/ja
- 3) 株式会社理研オプテック
<https://rikenoptech.com/column/757/>
- 4) カイコの宿主情報農林水産省
<https://www.maff.go.jp>
file:///C:/Users/ft23109/Downloads/f6f95d475bb31d57fca3dcad213cfb8a.pdf
- 5) 特徴のある蚕品種繭の作出とその利用
<https://www.naro.affrc.go.jp/archive/nias/silkwave/hiroba/Library/SeisiKD/54SKD2001/3katou.pdf>

脚注

- [1] ハチノスツヅリガの幼虫はミツバチの巣の素材である蜜蝋を主な餌とする。蜜蝋は炭素と水素が鎖状に結合したポリマー（重合体）であるワックスエステルを主成分としている。ハチノスツヅリガが腸内に持つ分解酵素は、このワックスエステルを分解できることから、似た構造のポリマーからなるポリエチレンも分解することが出来る。
- [2] 繭糸の成分の一つでありフィブロインの強化・保護の役割を持つ。セリン、アスパラギン酸が主な成分である。セリシンは高分子化合物のため UV カット効果がある。
- [3] 光の透過率を対数で表したもの。OD 値が高くなるほど光は吸収される。

二酸化炭素の吸着 ～多孔質な固体を用いて～

川口市立高等学校 利根川 碧葉 永井 良太 二階堂 来稚 松田 悠真

要 旨 学校の先輩方が研究で廃棄物、おもに液体である牛乳を用いて二酸化炭素の吸着を試みていたので固体に焦点をおいて研究を引き継いだ。実験は重さによって吸着量を調べる方法とガスクロマトグラフィーを用いて二酸化炭素割合を調べる方法の2通り行った。化学製品であるモレキュラーシーブを基準として身近にある最も二酸化炭素を吸着する固体を模索した。結果として実験1, 2ともにモレキュラーシーブに次いで木炭の二酸化炭素を多く吸着したことが分かった。

1. 序論

現在、地球温暖化が大きな環境問題となっており、国や研究機関が深刻化していく一方のこの状況の打開を図っている。

学校の先輩方が研究で廃棄物での二酸化炭素の固定方法を模索していることを知り、それを引き継ぎ、別角度からのアプローチをして二酸化炭素の吸着を試みる。

モレキュラーシーブという化学製品は多孔質の物質で二酸化炭素を多く吸着することが判明している。この製品を基に他の多孔質の固体の二酸化炭素吸着量を検証した。

2. 研究方法

(1) 実験 1

① 実験に使用した器具

100ml 三角フラスコ、50ml シリンダー、チューブ、チューブ止め、蒸発皿、ストロー、ライター、デジタル計り、二酸化炭素ボンベ、薬さじ、薬包紙、

② 試料

モレキュラーシーブ(関東株式会社)、ゼオライト(株式会社大創産業, DAISO, 根腐れ防止ゼオライト)、木炭(コーナン商事株式会社, コーナンオリジナル, BBQ 木炭)、素焼きの植木鉢(株式会社大創産業, DAISO, 素焼き植木鉢)

③ 実験手順

初めにフラスコ内の水分を除去するためにフラスコを熱し、その後重さを測定した。試料の表面積を増やすために試料を砕いた。砕いた試料を加熱したフラスコ内に入れた。再度加熱し、加熱後のフラスコの重さを測定し、二酸化炭素を添加した。数分時間をおき、試料が吸着出来なかった二酸化炭素をシリンジで吸い出した。それから重さを測定した。2回目から1回目を、3回目から2回目の重さを引くことでそれぞれ試料と吸着した

二酸化炭素の重さを求めた(表1)。また、表1から試料1gあたりのCO₂の吸着量[g]を求めた(図1)。

(2) 実験 2

① 実験に使用した器具

100ml 三角フラスコ、50ml シリンダー、2.5ml シリンジ、ストロー、デジタル計り、二酸化炭素ボンベ、パラフィルム、試料、薬さじ、薬包紙、ガスクロマトグラフィー

② 試料

モレキュラーシーブ(関東株式会社)、木炭(コーナン商事株式会社, コーナンオリジナル, BBQ 木炭)、赤い素焼きのレンガ(コーナン商事株式会社, LIFELEX, ハーフブリックコボル)、灰色の素焼きレンガ(コーナン商事株式会社, LIFELEX, ハーモナイズブリック)

③ 実験手順

シリンダーを用いて三角フラスコの中に二酸化炭素と試料を順に入れた。この時、二酸化炭素が大気中に放出しないように素早くパラフィルムを被せた。操作直後の気体を2.5ml シリンジで三角フラスコ内から採集した。10分後、60分後でそれぞれフラスコの中から気体を採集した。採集した気体の成分をガスクロマトグラフィーで検出し、データ化した。そのデータを excel で解析した。

3. 結果

(1) 実験 1

表1 試料と二酸化炭素の重さ [g]

	① [g]	② [g]	③ [g]	②-① [g]	③-② [g]
	加熱後	試料を加えて加熱	CO ₂ を加えた後	試料	CO ₂
モレキュラーシーブ	70.79	76.58	73.6	2.75	0.25
砕いたモレキュラーシーブ	73.45	80.27	80.38	3.69	0.11
ゼオライト	70.69	73.72	73.83	3.03	0.11
木炭	70.71	71.52	71.59	0.81	0.07
素焼きの植木鉢	70.67	73.86	73.9	3.19	0.04

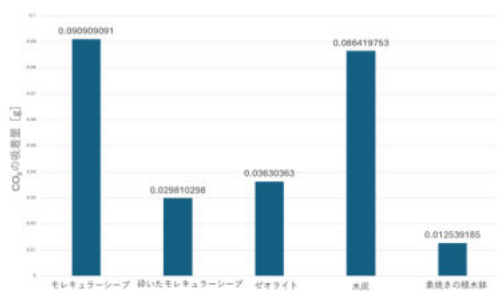


図1 試料 1g あたりの CO₂の吸着量 [g]

(2) 実験 2

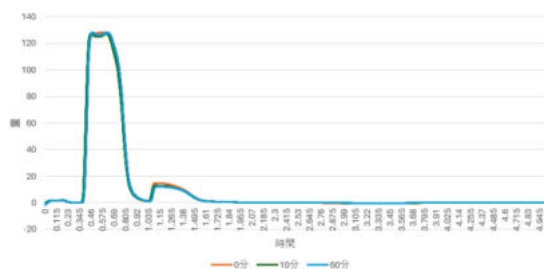


図2 モレキュラーシーブでの検出結果

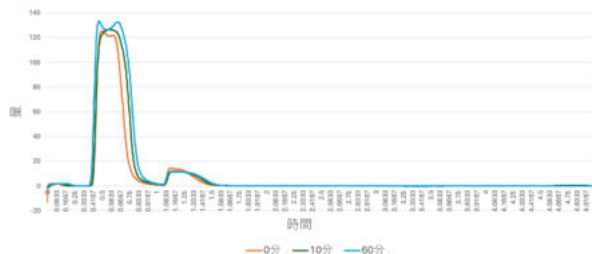


図3 木炭での検出結果

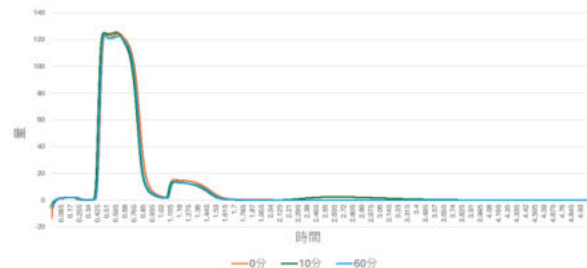


図4 赤色でのレンガの検出結果

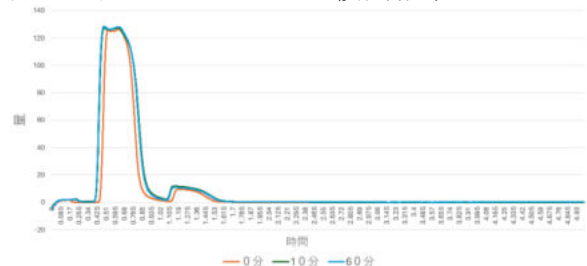


図5 灰色でのレンガの検出結果

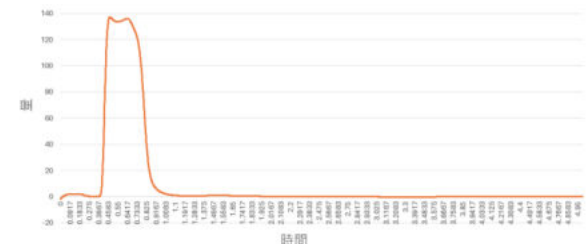


図6 空気でのブランクテスト

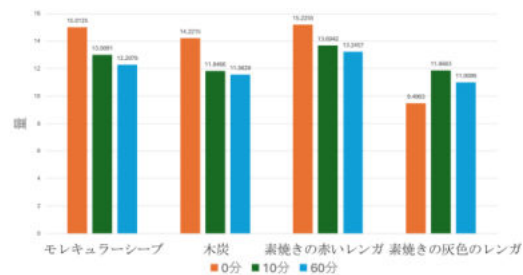


図7 ピーク時の二酸化炭素量

4. 考察

(1) 実験 1 よりモレキュラーシーブでは砕いたものと砕いてないものを比較した際に砕いていないものの方がより多くの二酸化炭素を吸着した。これよりモレキュラーシーブの二酸化炭素を吸着する細孔が砕いた際に破壊されているのではないかと考える。木炭とモレキュラーシーブの吸着量の差を取った際に双方の値に大差がないため、木炭にはモレキュラーシーブと同等の二酸化炭素吸収能力があると考えられる。

(2) ブランクテストと二酸化炭素だけを入れた結果より二酸化炭素のピークは二つ目にあると考える。

60 分時点でモレキュラーシーブと木炭の二酸化炭素の吸収量が殆ど同量であったため木炭がモレキュラーシーブに似た細孔を持っているのではないかと考える。

5. 結論・今後の展望

- (1) グラフの形がなだらかになってしまい、従来の計算法では上手く計算できなかったためグラフの面積を正確に測定したい。
- (2) 実験①のモレキュラーシーブのように砕かない状態で行ったもののほうが、吸着量が多い可能性があるため試料の大きさを変えて再度同じ実験をしたい。
- (3) 固定した二酸化炭素の運用方法を考えたい。

6. 謝辞

研究を監修していただいた盛山先生をはじめ、試料のモレキュラーシーブの提供、多くのアドバイスをくださった植竹先生、吉岡先生、研究に関わっていただいた全ての方々に感謝致します。

7. 引用文献

1) 第三章 焼成の化学

<http://igloss.web.fc2.com/cray/firing.htm>

2) 70955-01-0・モレキュラシーブス 4A

1/16・Molecular Sieves ...

<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/product/detail/W01W0113-0608.html>

3) モレキュラーシーブ | 実験補助剤 | 汎用試薬 | 製品情報

<https://www.kanto.co.jp/products/siyaku/general/molecularsieve.html>

4) Q1. ゼオライトとは? | 一般社団法人 ...

<https://jza-online.org/about/q1/>

5) アルミノ珪酸塩(アルミノケイサンエン)とは?

<https://kotobank.jp/word/%E3%81%82%E3%82%8B%E3%81%BF%E3%81%AE%E7%8F%AA%E9%85%B8%E5%A1%A9-3206918>

6) ゼオライトとは? その特徴や用途について詳しく解説!

<https://okahata.co.jp/blog/functional-material/what-zeolite>

うま味と4味による唾液分泌量の変化

川口市立高等学校 相澤 百香 石田 美紅 浦崎 菜月 室 瑞葵

要 旨 口腔ケアに必要な唾液の分泌を促進させる味の特定を目的に、本校の生徒に閾値の濃度の味溶液を含んでもらい唾液増加量を測定した。結果として塩味にうま味を足したものが最も唾液分泌を促進させる効果があった。

1. 序論

高校生を対象に、唾液分泌量を増やす味の特定を目指した。先行研究によると、うま味が唾液分泌の促進に効果があり、また、塩味との相互作用もあるとわかった。したがって、今回はうま味が塩味以外の、甘味、酸味、苦味とも相互作用を持つと仮定し、これらの4味にうま味を足した時の唾液分泌にどのような変化が出るかを検証した。

2. 研究方法

先行研究を参考に、閾値を決定するための濃度表を作成し、被験者に閾値の濃度の味溶液を1分間含んでもらい、唾液増加量を測定した。

味溶液は

- ・5味それぞれ単体のもの（濃度閾値）
- ・塩, 甘, 酸, 苦味にそれぞれうま味を足したもの（濃度閾値）

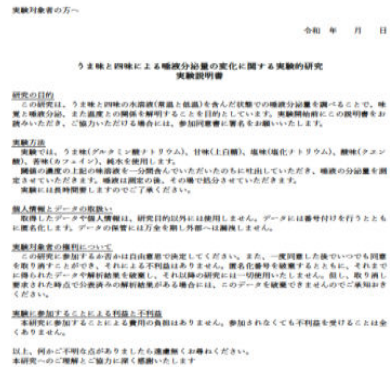
※5味とは、塩味(食塩)、甘味(砂糖)、酸味(クエン酸)、苦味(カフェイン)、うま味(グルタミン酸ナトリウム)を指す。

〈回帰分析について〉

4味単体の唾液量とうま味を足した時の唾液量を比較し、うま味が唾液分泌量にどのくらい影響するかを回帰分析によって調べた。

〈被験者への同意〉

本実験では、苦味や酸味の溶液を口に含む際に、被験者にストレスがかかる可能性があるため、実験前に実験概要を読んでもらい、研究に協力できる場合には、参加同意書に署名をもらった(図1)。



【図1】

3. 結果

(1)実験では、純水を0とした時の被験者の唾液量の平均を量が多い順に並べると、塩味にうま味を足したものが最も多く、次にうま味のみのもものが多くなっていた。(表1)

表1

順位	味の種類	唾液量[g]
1	塩味+うま味	0.822
2	うま味	0.576
3	酸味	0.574
4	苦味	0.402
5	酸味+うま味	0.366
6	塩味	0.259
6	苦味+うま味	0.259
8	甘味	0.0990
9	甘味+うま味	0.0663
10	純水	0

(2)回帰分析の結果では、4味にうま味を足した時の影響はどの味も高くなっていた。

また、塩味にうま味を足した時は唾液量が増え、それ以外の味にうま味を足した時は唾液量が減っていた。

4. 考察

唾液分泌量の平均より、塩味にうま味を足したものが最も唾液分泌を促進することが分かった。また、うま味単体でも唾液分泌の促進が見られ、これは仮説を支持する結果となったと言える。

塩味にうま味を足したものが最も唾液分泌を促進した理由について、うま味として用いたグルタミン酸ナトリウムと、塩味の両方にナトリウムが含まれていることによって全体のナトリウム量が塩味単体、うま味単体よりも増加している。よって、ナトリウムの量と唾液の分泌量に正の相関がある可能性がある。

加えて、うま味を足した時にすべての味と相関があったが、うま味に塩味を足したものの以外の味では唾液分泌が単体よりも促進されなかったことについても上記の理由によるものだと考える。

5. 結論・今後の展望

(1)結果と考察より、唾液分泌を促進するには単体ではうま味、4味にうま味を足したものでは塩味にうま味を足したものが最も**効果的**であると考えられる。

また、塩味以外の味にうま味を足したときには唾液分泌が単体のときよりも**抑制**される。

(2)先行研究で行われていた、温度に関する実験について、低温の場合が行われていないので試したい。

また、今回は、うま味の試料にグルタミン酸を使用した、その他、グアニル酸やイノシン酸を使用した場合の違いについて検証したい。そして、将来的には企業と連携し、口腔ケア製品としての商品化などを目指すことで、少子高齢化の進んだ日本において、健康寿命を延ばし、コロナウィルスをはじめとした、感染症の流行により増加したマスク生活などによる口腔環境悪化のリスクを減らしたい。

6. 謝辞

本実験を進めるにあたって、本校の沼尻先生にご助言をいただきました。また、ご指導いただいた本校の先生方、並びに実験に参加していただいた被験者の方々にお礼申し上げます。

7. 参考文献

- 1) 佐藤 しづ子, 笹野 高嗣, ドライマウス治療に味覚刺激を利用する, 2015, 288-292
- 2) 江崎 秀, 八尋 美希, 飯山 悟, 都甲 潔, 苦味の温度依存性と味センサの応答特性
- 3) 杉本 久美子, 味覚・うま味と自律神経活動
- 4) 三橋 富子, 野村 歩, 塩味とうま味の相互作用

R6.11.21

理数科ハワイ研修旅行
英語発表@プナホウスクール
ポスター集

Multisensory Perception - Auditory Influence on Vision

KHMS

Okada kazuki

Hamaguchi Aoi

1. Introduction

Inspired by the Ig Nobel Prize-winning research on the intriguing interactions of the senses, we developed a particular interest in the relationship between hearing and sight. Because the direct exploration of the auditory-gustatory connection proved challenging, we shifted our focus to the more accessible domain of audio-visual perception.

2. Hypothesis

We hypothesized that an individuals' prior experience will shape their multisensory integration processes, rendering older adults more susceptible to perceptual illusions compared to younger individuals. A controlled experiment will be conducted to test this hypothesis.

3. Experimental Method

To examine the effect of sound on visual perception, participants were presented with an image in which intersecting rectangles appeared to be in collision. The presence of sound induced repulsive forces between the rectangles. Participants demographic information and experimental conditions were recorded with a questionnaire.

4. Results

When 13 teenage boys and girls were asked, 13 said the rectangles did not bump into each other. (19.05 cm*0.5 cm, with sound)
When 11 adult man and woman were asked, 6 said the rectangles did not bump into each other. (19.05 cm*0.5 cm, with sound)



5. Consideration

While precise data is pending, preliminary observations indicate a significant difference in movement patterns when using a 9.5cm x 0.5cm object, suggesting that the shape, in addition to auditory cues, may be a contributing factor.

6. Conclusion

Although we do not have enough accurate data yet, the illusion was different from the original illusion. Perhaps the illusion is more likely to occur in areas other than sound.

7. Future Prospects

Since we were not able to obtain a satisfactory sample size due to time constraints, we would like to increase the number of participants in future experiments so that we can obtain data for both older and younger participants.

We would like to study the differences in the data obtained from different methods, such as using a different shape other than a rectangle or making a sound like a rock crashing against a wall.

8. References

Multisensory Integration Intersection or Repulsion <https://illusion-forum.ilab.ntt.co.jp/stream-or-bounce/index.html>

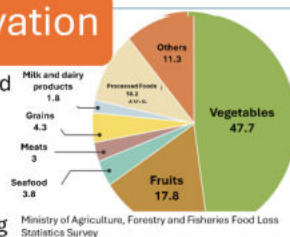
Amazing how the crispy sound of a potato chip can change its "taste".
<https://toyokeizai.net/articles/-/719312>

Dye-Sensitized Solar Cells Using Vegetable Dyes

Kawaguchi municipal 2-3 Team B Ushijima Ituki, Orihara Taiga, Kondo Taiga, Ryugo Sato, Hiroka Hiki

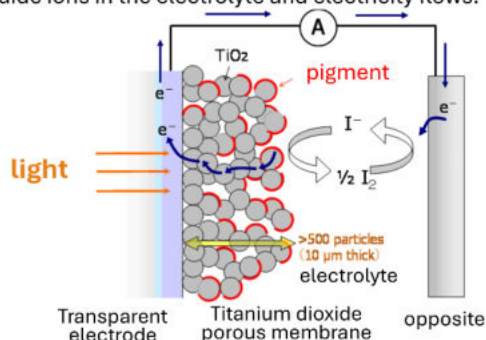
Research Motivation

The growing problem of food loss in today's society is becoming more and more serious. In particular, the amount of vegetable food wasted is the largest among food ingredients and food products. Therefore, we wondered if we could make effective use of discarded vegetables. We found a research paper on the fabrication of dye-sensitized solar cells using natural dyes in a previous study and wondered if we could make use of them in terms of dyes, which led us to this study.



What are Dye-Sensitized Solar Cells?

Dye-sensitized solar cells (DSSCs) are solar cells consisting of an electrode and a counter electrode. Both electrodes are made by baking titanium dioxide powder onto a transparent substrate and adsorbing a dye. When the dye absorbs light, it enters an excited state and emits electrons. These electrons travel to the counter electrode, where they are accepted by the iodide ions in the electrolyte and electricity flows.



Purpose of the Experiment

- The discovery of vegetable pigments with high conversion efficiency (energy conversion efficiency (η) = output (w) / incident light energy (w)) when used in DSSC
- Compare DSSC voltages using vegetable dyes with hibiscus dyes used in the reference literature to ascertain the suitability of natural dyes for DSSC.
- Since the voltage varies with the amount of dye adsorbed, we will see if the voltage increases with the concentration of vegetable dye and the amount of time spent on the dye.

Method of making DSSC

- ① Make titanium dioxide paste.
- ② Apparent volume ratio (Acetic acid at 10 mass percent concentration : Titanium dioxide powder = 1:1) Titanium dioxide paste is applied to transparent electrode as thin as scotch tape (50 μm)
- ③ Transparent electrodes created in ② are placed on a steel plate and baked using a gas burner (low heat 2m, high heat 10m, low heat 2m)
- ④ Put in solution to allow adsorption of pigments to titanium dioxide (30m)
- ⑤ Put soot on the other transparent electrode with a gas burner
- ⑥ Overlap ④ and ⑤ and soak the electrolyte solution into the gap between them.
- ⑦ Clip it in place.

Experimental Methods

Measure DSSC with a voltmeter while it is illuminated by LED light. If no change in voltage is observed, experiment with different paste ratios and dye adsorption times.

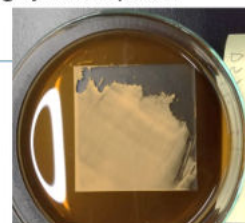
Previous Experiments

Extraction of vegetable pigments

beta Carotene, lycopene, chlorophyll, anthocyanin, and quercetin extracted from carrot, tomato, Japanese mustard spinach, eggplant, and onion, respectively

Create Paste

We looked for a ratio of titanium dioxide to acetic acid that would not peel off during dye adsorption.



Battery prototyping

A battery prototype was made using anthocyanins, which are relatively easy to extract, to see if voltage could be generated using LED lights.

Results

Extraction of vegetable pigments

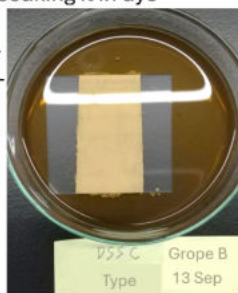
Five pigments were extracted. Among them, lycopene, carotene, and chlorophyll, which are fat-soluble, required suction filtration to remove fibers, which took considerable time. In addition, storage after extraction was difficult because of the highly volatile solvents used. In contrast, quercetin and anthocyanins, which are water soluble and can be extracted with boiled water, took less time and did not run out of solvent during storage.



Preparation of Paste

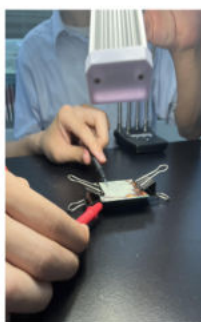
In the production of the anode, titanium dioxide paste was often peeled off during the process of applying titanium dioxide paste to the anode plate, baking it, and soaking it in dye solution.

We thought the cause was the ratio of titanium dioxide powder to acetic acid solution when preparing the paste, so we changed the ratio and finally it adsorbed. With a paste consisting of a volume ratio of approximately 1:1 (titanium dioxide powder:10% acetic acid = 1:1).



Battery prototype

A DSSC was completed by combining an electrode plate on the side of the titanium dioxide paste that had adsorbed anthocyanin used as a dye (anode) and a soot-covered electrode (cathode). A plant growth light was applied and electromotive force was measured, but the needle did not swing and voltage could not be confirmed. Based on these results, a DSSC was created with reference to a previous study using hibiscus tea containing hibiscus dye in the dye solution, but the voltmeter did not swing here either.



Considerations

The reason why the needle hardly touched the surface during measurement,

- The thickness of the applied paste
- Low dye adsorption rate
- The concentration of acetic acid was low, and it was not possible to create a titanium dioxide film with a large dye adsorption area.
- The low concentration of acetic acid made it impossible to create a titanium dioxide film with a large dye adsorption area.
- The above are possible.

Future Prospects

In order to obtain voltage data, we will try the following methods

- Raising the ratio of titanium dioxide powder in the paste
- Concentration of vegetable pigments (using a rotary evaporator) Linking two or more DSSCs
- Extension of dye adsorption

Acknowledgments

This research was made possible by the suggestions of many people and professors. We thank them for their cooperation.

References

- Procesio Corporation
What is a dye-sensitised solar cell | Introduction to the mechanism and structure
<https://processio.co.jp/structure/>
Second year high school science and mathematics exploration Classroom report on the fabrication of dye-sensitised solar cells.
<https://www.shumeiyachiyo.ed.jp/jhs/topics/2023/01/24/18736.html>
dye-sensitised solar cells
<https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H23ssh/sc2/21133.pdf>
National University 55, Faculty of Engineering HP
Make dye-sensitised solar cells!
<https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/121031.php>
I can't go into this any further, so I'll leave it out.

Extracting caffeic acid from *Solidago altissima*

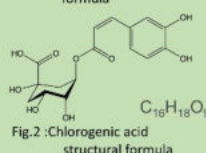
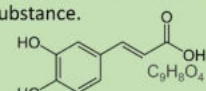
Group C Bunji Tenu Koki Syon Haru Advisor Mr.Murata

1. Background

We aim to investigate the usefulness of *Solidago altissima* as a raw material of caffeic acid.

In recent years, a substance called caffeic acid has been attracting attention as a functional food for cancer prevention and relaxation, and as a material for organic semiconductor devices.

We are investigating whether *Solidago altissima*, which is easy to cultivate and has high fertility, is useful as a raw material for this substance.



2. Method

Step1 Processing

Dry materials for three weeks in the shade and crush them into 1[mm] pieces or less with mortar and pestle.(about 1 whole grain)



Step2 Stirring・Filtration

Put 1[g] of powder in 100[ml] of pure methanol, and stir for 5 minutes. After filtering the resulting solution with filter paper, filter again through diatomaceous earth.



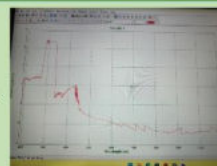
Step3 Liquid separation・Spectrum

Place the filtered solution in a separatory funnel, Divide the solution three times using hexane, and Dissolve the unwanted material in hexane. (Then, it is spectrophotometrically analyzed, component analysis?).



3. Results

Although we could measure the total polyphenol content, it was impossible to quantify the specific target compound using a spectrophotometer. Thus we could not confirm its presence in the solution.



4.Discussion

It is conceivable that the presence of polyphenols other than the target substance in the solution prevented the use of the spectrophotometer. Therefore, gas chromatography, which can analyze mixed solutions, is considered more suitable for this experiment. To enhance the volatility of the target substance, a reaction with a silylating agent is expected to be necessary, and for this preparation, it is anticipated that the solution will need to be re-powdered using an evaporator.

4.Preliminary experiment

Before reaction



To confirm that the target product was extracted, a 0.1 mol/L aqueous ammonia solution was added dropwise to the solution made in step 3 to confirm that it became green. This revealed that either caffeic acid, chlorogenic acid, or both, were present in the solution.

After reaction



Phenolic groups of caffeic acid ($-OH$) reacts and changes to carboxy group ($-C=O$), which becomes green by becoming the structure of quinone.
Caffeic acid ($C_9H_8O_4$) + $2OH^-$ → Quinone form ($C_9H_6O_4$) + $2H_2O$ + $2e^-$

5.Outlook

To confirm the linearity of the standard curve in gas chromatography, caffeic acid, chlorogenic acid reagents, and a silylating agent will be procured. The quantification capability will then be verified. Subsequently, the target experiment will be conducted using solutions prepared under various drying and extraction conditions to investigate the optimal extraction method. The efficiency of this method will be compared to that of the conventional method.

Power Generation in Shoes by Using Piezoelectric Elements

Kawaguchi Municipal High School

Orikasa Yuma, Hando Yusei, Fukatsu Kou, Hoshiya Shun, Homma Kakeru

Purpose

During emergencies such as earthquakes, smartphones use more electricity than usual. However, emergency situations often cause power shortages or blackouts as well. This can lead to the problem of not having enough electricity to charge smartphones, making them unusable.

In order to provide a stable supply of electricity, even in such situations, we thought about making a device that generates electricity from walking motion by attaching piezoelectric elements to shoes.

Previous Research

From previous research, it was found that 5V is required to charge a smartphone, but in last year's experiment, the maximum voltage reached by generating electricity on shoes was 4V. It is also known that the voltage is constant, and the amount of electricity generated is constant with the increase of voltage, so we hypothesized that the voltage would increase if the method of electricity generation was changed.

Experiments

We made a device to measure the voltage. We conducted Experiment 1 to measure the voltage of the electricity generated by pressing a piezoelectric element with a finger, Experiment 2 to measure the voltage when a certain pressure was applied to the piezoelectric element, and Experiment 3 to measure the voltage by changing the number of times the piezoelectric element was pressed.

Experiment 1

We made the device 1 to measure generated voltage and recorded the change in voltage when the piezoelectric element was pressed five times with a finger. The voltage was recorded to test whether this device worked correctly.

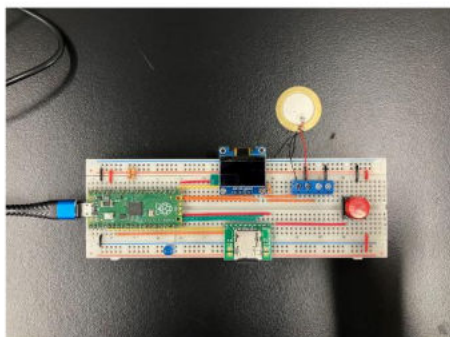


Image 1: Device 1 for measuring voltage

Experiment 2

We made devices 2 and 3 to apply a constant pressure to a piezoelectric element, and recorded voltage using these devices.

Device 2 used a slider-crank mechanism to convert motor rotation into linear motion to apply pressure.

Device 3 applied pressure by lifting and dropping a weight with a motor.

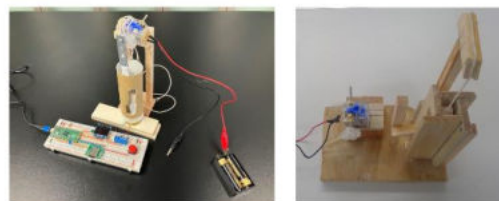


Image 2: Device 2 (left) and Device 3 (right) for applying pressure to a piezoelectric element

Experiment 3

To confirm that voltage is proportional to the number of times the piezoelectric element is pressed, device 3 charged a capacitor while changing the number of times (Figure 2) and checked the voltage when the electricity was discharged.

The number of times the piezoelectric element was pressed was set to 0, 20, 40, 60, 80, 100, and 200 times, and we took measurements for three times each.



Image 3: Measuring voltage

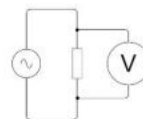


Figure 1: Circuit diagram of the device used in Experiment 2

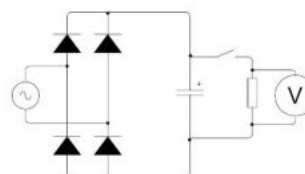


Figure 2: Circuit diagram of the device used in Experiment 3 to measure voltage using a capacitor

Results and Considerations

Result of Experiment 1

The fact that the voltage changed five times when piezoelectric element was pressed five times with a finger indicates that the device was able to record the voltage change successfully. However, the recorded voltage is not constant. This indicates that there is a correlation between the amount of pressure applied and the voltage produced.

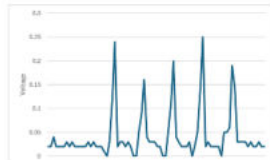


Figure 3: Change in voltage when pressed five times with a finger

Result of Experiment 2

Device 2 was shifted when it pressed the piezoelectric element, so we adjusted the height by placing a wooden board under the piezoelectric element. However, it was still shifted, and a stable voltage could not be recorded.



Figure 4: Voltage changes after 5 presses with device 2 (left: before adjustment, right: after adjustment)

Device 3 was unable to obtain data due to the small amount of electricity generated, so we decided to measure the voltage after storing electricity. When electricity was stored in the capacitor by changing the number of times the piezoelectric element was pressed 20, 40 and 60 times, the increase in voltage became constant. Therefore, the device was able to measure voltage at a constant level.



Figure 5: Voltages with device 3 and capacitors (from left to right: 20, 40 and 60 times)

Result of Experiment 3

For each time, we recorded the highest value of the measured voltage and averaged the voltage over those three times (rounded to the 3rd decimal place).

For each average, the difference from the average of 0 times was calculated. A table and a scatter diagram are shown below.

times	1st	2nd	3rd	average	difference between 0 times
0	0.04	0.04	0.04	0.04	0
20	0.10	0.09	0.10	0.10	0.06
40	0.16	0.16	0.16	0.16	0.12
60	0.22	0.21	0.22	0.22	0.18
80	0.30	0.23	0.25	0.26	0.22
100	0.31	0.31	0.22	0.28	0.24
200	0.58	0.55	0.37	0.50	0.46

Table 1: Measured voltages

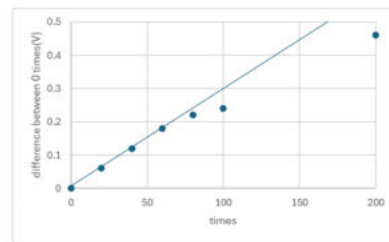


Figure 6: Relation between the voltage generated and the difference between the voltage at zero presses

Points on the straight line of the scatter diagram in Figure 6 show the linear progression from 0 times up to 60 times. So, we assumed the pattern would continue.

However, we can clearly see that a voltage lower than expected was measured for 80 times and above. Also, after 80 times, the voltage blurring of the three times became larger.

This could be due to the performance limitations of the capacitors and piezoelectric elements.

Future Plans

- The piezoelectric element currently used is cheap and may not be measuring voltage properly even though it is being pushed. So, we will use piezoelectric elements more expensive than those used so far, to ensure that there are no measurement omissions.
- The equipment currently used for experiments uses only one piezoelectric element, so we will create a device that can measure using multiple piezoelectric elements.
- Measure the amount of electricity generated by walking with the device attached to one's shoe.

Acknowledgement

We are grateful to Mr. Tamura, Mr. Yoshioka, and all those who helped with this research.

References

圧電素子を用いた振動による発電装置の研究

<https://uwajimahigashi-h.esnet.ed.jp/uploads/r12nen06.pdf>

身の周りにある圧電効果 - 力で電気を生み出す仕掛け -

<https://www.tdk.com/ja/tech-mag/knowledge/089>

Investigation of Changes in Chlorophyll content in Algae cultivation and Paint production methods

Kawaguchi Municipal High School Fuka Hamano/Kana Yamamoto /Maho Hayashi/Yoshino Hiyori Yoshino

1. Motivation for Experiment

During the summer at the Toda Rowing course, blue-green algae often grows along the course. Many adults and high school rowing clubs have trouble during practice because of this. Therefore, Toda Rowing staff and other Toda Park officials started weeding. We were told that the weeded algae were disposed of at that time, and we wondered if they could be used for something else instead of disposal. We decided to extract pigments from the weeds and turn them into ink to make more practical use of the large amounts of weed.



Fig. 1: Toda Rowing Field

2. Description of algae growing on the rowing course

The algae collected was observed using a microscope and the following was found:

- The shape of the chloroplast is linear.
- The chloroplasts are ribbon-shaped and helical.

Therefore, majority of the collected algae were assumed to be blue-green algae because of their comparable linear shape and ribbon-like, spiral chloroplasts.



↑ Image of algae growing on a rowing course



↑ Images of blue-green algae.

3. Experimental Procedure

The procedure of the experiment is as follows:

1. Chop the algae samples with scissors.
2. Extract the dye using methanol.
3. Volatilize the methanol with an evaporator.



↑ Evaporator

3. Prototyping of paints

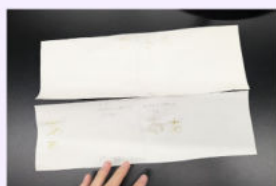
The dye extracted with an evaporator was dissolved in a solution of 1.5 g and 2.5 g gelatin as a spreading agent, in substitute for glue (the main ingredient is collagen) in 25 ml of DW. Each quantity of spreading agent was then used to write on a piece of paper and stored indoors with sunlight or in the dark without sunlight.

Result: Since the pigments did not mix evenly and the gelatin cooled quickly, other methods need to be considered.

In addition, we found that there is a method to alter the color of chlorophyll by replacing magnesium ions with copper ions. We would like to make use of this method in our next experiment.



↑ 4 days after the experiment



↑ 20 days after the experiment

The paper stored in the dark room (bottom) vs. the paper stored in a sunlit room (top)

4. Cultivation of three types of algae

Using artificial seawater (38 g of Marine Art SF-1 dissolved in DWIL and sterilized in an autoclave at 121°C for 10 minutes), we began to cultivate *Ahnfeltiopsis paradoxa* (Suringar) Masuda (Japanese name: Hariganes: Harinokiidae).

We also began cultivating *Gelidium elegans* Kützting (family of the bromeliads), which was given to us by Dr. Shimada. The nutrients (PES) given by Dr. Shimada was sterilized in an autoclave and was then added into the artificial seawater.

The cultivation of blue-green algae started at the same time using medium C (see lower right image).



↑ Algae being cultivated

C	
CuSO ₄ · 5H ₂ O	10 mg
KNO ₃	100 mg
β-Naphthylamine · H ₂ O	5 mg
MgSO ₄ · 7H ₂ O	5 mg
NaOH	0.01 g
NaCl	0.01 g
Thiamine HCl	1 mg
FeSO ₄ · 7H ₂ O	0.1 mg
Tris (hydroxymethyl) aminomethane	10 mg
Distilled water	100.0 ml
pH 7.5	

↑ Details of the blue-green algae cultivation medium used

5. Future Prospects

In the future, we will mainly focus on:

- Analysis of extracted pigments using a spectrophotometer.
- Measurement and comparison of pigment content, quantity and growth rate under different sunlight and temperature conditions.

Based on these results, we have inferred:

- That the identification of algae collected at Toda rowing course are assumed to be blue-green algae, based on DNA analysis.
- The results are caused by the extracted pigments by column chromatography.
- Further examination of the extraction methods for pigments such as phycoerythrin are needed in the future, which is abundant in red algae and cannot be extracted by the extraction methods we have used in this current experiment.

6. References

New analytical method for pigments in seaweeds:

https://drive.google.com/file/d/13QFLnEmkPy_t4yCe8RrHP63ti3_Bc6ME/view?usp=classroom_web&authuser=0

Red pigment extraction method:

<https://patents.google.com/patent/JP4225739B2/ja>

Shimada Laboratory (Plant Phylogeny and Evolution):

https://www-p.sci.ocha.ac.jp/bio-shimada-lab/ex_protocol/pr_01baiyo.html

7. Acknowledgments

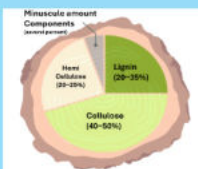
I would like to thank Dr. Shimada for providing the cultivation procedures, nutrients, and seaweeds from which the cultivations were made, as well as for his advice, and to the other researchers who assisted us in the research.

Decomposition of Lignin by White Rot Fungi

MEMBERS : Hashimoto Saki Ogawa Kana Handa Kodai Tajima Arata Kato Ryota

1. INTRODUCTION

In recent years, Japan and the world have been suffering from a shortage of natural resources. In addition, extracting energy from existing mineral resources emits large amounts of greenhouse gases. Therefore, we have decided to turn our attention to renewable energy sources. Biomass resources is a form of renewable energy that is available regardless of geographical conditions. In the process of bioethanol production, lignin, the main component of wood, plays a supporting role in wood and is not easily decomposed by microorganisms. Therefore, we decided to conduct research focusing on efficient decomposition methods for lignin in ethanol production.



2. HYPOTHESIS

In the natural world, mushrooms are known as biological species that can decompose lignin. Thus, it would be possible to decompose only lignin by using white rot fungi (such as shiitake, king oyster mushrooms, flammulina velutipes, and oyster mushrooms), which have the highest decomposition ability among mushrooms. In addition, previous research has shown that after white rot fungi decompose lignin, they begin to decompose cellulose and hemicellulose, and it takes four to eight weeks for these decompositions to occur. Thus, the timing of decomposition of lignin alone during this period would vary depending on environmental conditions such as humidity and temperature. Thus, there are differences in the speed of decomposition and the way the mycelium spreads depending on the size of the wood chips, such as broad-leaved trees and coniferous trees.

3. EXPERIMENTAL METHOD

Preliminary experiments observed the spread of mycelium and obtained data on the differences between conifers and hardwoods and on the fineness of sawdust. Then, based on the results of the preliminary experiments, a control experiment will be conducted using the appropriate type and fineness of wood.

○ Preliminary Experiments ○

- (1) Prepare two sizes of coniferous (pine) and hardwood (ayous). Prepare two different sizes of softwood (using pine) and hardwood (using ayous).
 1. Wood chips from electric saws (granular: 50 μ m~1mm or more)
 2. Belt sander wood chips (Powder: 3 μ m~less than 1mm)



- (2) White rot fungi, which are known for their high decomposition rate, are used, and wood chips are placed on top of the mushroom bed. At this time, the white rot fungi and wood chips are placed in the insect cage at a ratio of 3:1 by volume.



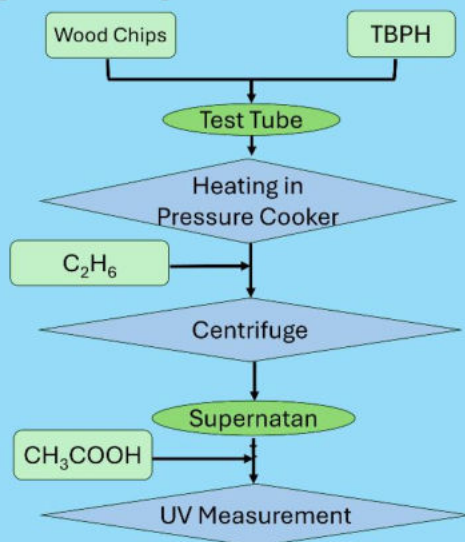
- (3) Mist them once every two days to keep them moist and humid.
- (4) Measure humidity and temperature regularly and monitor the spread of mycelium.

○ Main Experiment ○

- (1) Prepare coniferous (pine) mixtures.
- (2) Place the white rot fungus and the powder in a petri dish. (Same as in the preliminary experiment)
- The locations (3) were divided as follows and environmental conditions were changed, and mycelia were spread over a period of 4 to 8 weeks (same procedure as in the preliminary experiments (3) and (4)).

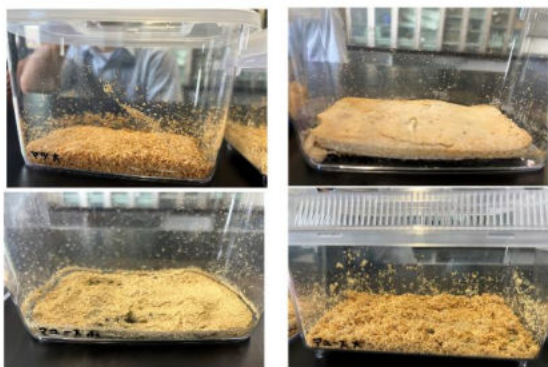
1. Direct sunlight
 2. A place that is in the shade and does not receive sunlight * From the preliminary experiment, it will be carried out with a humidity of 80%.
 - (4) From the fourth week, the amount of lignin is measured every week to check the degree of loss.
- Method for Measuring the Amount of Lignin ○
TBPH (Tetrabutylphosphonium hydroxide) is used.
【TBPH: Tetrabutylphosphonium hydroxide】
A type of compound called an ionic solution that is odorless, easy to handle, and known as a liquid that dissolves wood.

【TBPH Method】



4. RESULTS

Neither the pine nor the ayous granular grew mushroom beds. There was a lot of mold growing on the ayous powder. The powdered pine wood was covered with mushroom beds and solidified.



5. CONSIDERATION

Since a lot of mold grew on the powdered ayous, it is thought that mold was more likely to grow on broad-leaved trees than on coniferous ones, powdered wood than granular one. Based on this, it was considered that powdered coniferous trees are most susceptible to the growth of white rot fungi.

6. CONCLUSION

In conclusion, good results were gotten.

7. FUTURE OUTLOOK

The experiment will be conducted as follows. Powdered pine will be used.

The results of this experiment will be used to determine how much sunlight affects lignin degradation. Compare the amount of lignin after 1 week, 2 weeks, and 3 weeks to determine when lignin decomposition becomes active.

8. REFERENCES

農林水産省
<https://www.maff.go.jp>
リグニン学会
<https://www.lignin-society.jp>
林野庁
<https://www.rinya.maff.go.jp>
東京工科大学
<https://www.teu.ac.jp>
岐阜県森林科学研究所
<https://www.forest.rd.pref.gifu.lg.jp>
生物科学研究所
<https://shizudai-biological-chemistry.labby.jp>

Effects of humidity levels on plastic degradation using *Galleria mellonella* larvae

Member: Misuzu, Akihiro, Rei, Kotoko, Ryosuke

Research Objectives

If we can identify the environment in which the larvae of the *Galleria mellonella* can efficiently decompose plastics, we will be able to decompose plastics and possibly other materials, thereby improving the environmental pollution problem.

What is *Galleria mellonella* ?

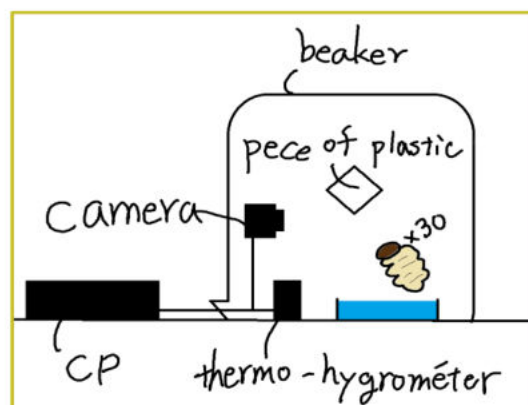
It is a moth species called *Galleria mellonella*. Its main food is beeswax which is substance used by bees to make their hives. Beeswax is composed mainly of Wax ester, which is composed of carbon and hydrogen atoms linked in a chain. Since the intestinal bacteria of the larvae of the honeycomb moth can decompose this "wax ester", it is possible to decompose polyethylene(PE) and other plastic composed of polymers with a similar structure.

Experimental

1. Place the experimental equipment inside the artificial weather machine, which is a machine that can adjust the temperature and light intensity. For the experimental device, a breeding container such as a beaker is covered with clay to make a hole for the measuring instrument, and a petri dish is placed inside. In the device, 30 *Galleria mellonella* are placed in each of them. (We removed the larvae from the Honeycomb for one day to leave them hungry.)
2. Prepare three types of water in an artificial weather device set at a constant temperature of 93.2°F (34°C) : one that always fills in water and keeps the humidity at 100%, one that first adds water and adjust these humidity (about 40~60%), and one that puts silica gel without water and keeps the humidity close to 0%. (93.2°F(34°C) is the average temperature inside a beehive.)
3. Cut the polyethylene(PE) into 50 mm × 50 mm squares and put them in a breeding container. Humidity and temperature sensors are used to record for one week.
4. Estimate the amount of food eaten from the area of the plastic and consider the difference in the amount of food eaten at the three humidities.
5. Conduct a similar experiment by substituting polyethylene with other plastics.

Hypothesis

According to the references, it is known that the humidity inside the beehive, which is mainly inhabited by the *Galleria mellonella*, is almost 90%, so as the humidity increases, predicted that the honeycomb moth will consume more plastic.



Experimental results

The larva did not eat any pieces of plastic and pupated. After that, we conducted three similar experiments, but in each case, the larva did not eat any plastic, but made a cocoon, and some of them pupated. Some of them became adults. There was no cannibalism as in previous experiments.



Inspect

It is possible that the larvae were fully developed, prioritizing the next stage of development over eating, and that they were not interested in food and moved to pupating or cocooning behaviors naturally.



Future Plans

During this experiment, we were able to obtain a large number of cocoons created by the larvae of the honeycomb moth. It was confirmed from the literature that silkworm cocoons have the function of blocking UV light. Therefore, we will experiment to see if this can be reproduced in the cocoon of the *Galleria mellonella*. If this experiment is successful, it could be used as a substitute for silkworms and be offered at a lower cost.

In addition, we will identify enzymes that break down plastics from intestinal bacteria using agar medium and investigate what kind of environment the enzymes can work in efficiently. If this experiment is successful, it could make the decomposition of plastic waste more efficient.

Bibliography

- シルクとUVカットー特に繭構造との関係についてー : <https://x.gd/OMX5G>
NATIONAL GEOGRAPHIC.プラスチック食べる虫を発見 : <https://x.gd/buM5q>
プラスチックを生分解する幼虫と腸内細菌との謎多き関係 : <https://x.gd/0PXyD>
Nature communications : <https://x.gd/0bQxu>
ハチノスツヅリガの生態と防除 : <https://x.gd/1EFLEo>

Adsorption of Carbon Dioxide Using Porous Solid

Group H: Tonegawa Aoba, Ryota Nagai, Raichi Nikaido, Yuma Matsuda

Purpose of the Study

Examine the well-known problem of global warming, which is primarily caused by greenhouse gas emissions. It aims to explore how solids found in nature can absorb carbon dioxide.

Materials for the Experiment

Porous solids used in experiments:

- Molecular sieve
- Zeolite
- Charcoal
- Unglazed

What is molecular sieve?

It is a type of synthetic zeolites, specifically a crystalline aluminosilicate that contains relatively high amounts of aluminum.

It has uniform micropores and becomes an adsorbent for desiccants, ion exchangers, etc.

In this study, we use a molecular sieve with a pore size of 0.35 nm, which allows it to adsorb substances with a diameter of less than 0.4 nm, including H_2S , CO_2 , C_2H_6 , H_2O , and others.

What is Zeolite?

A group of minerals known as Hydrrous aluminosilicates. They contain alkali or alkaline earth metals. Zeolites have a unique structure made up of an anionic skeleton with regular channels (tubular pores) and cavities.

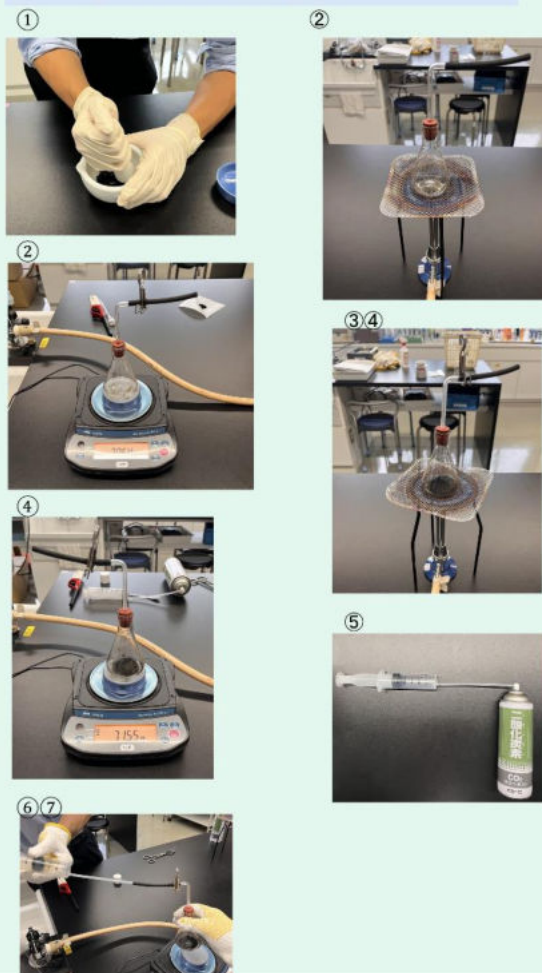


Laboratory Instruments

- 100ml Erlenmeyer flask
- 50ml cylinder
- Tube stopper
- Evaporation dish
- Straw
- Marker
- Digital Scale
- Carbon dioxide cylinders

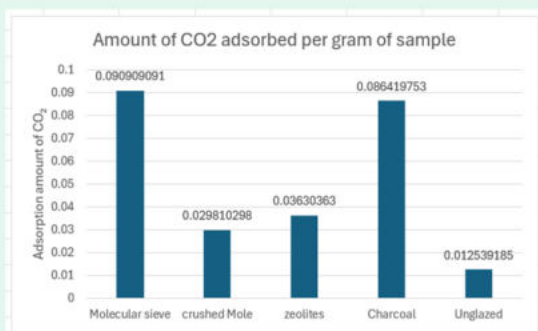
Experimental Procedure

1. Crush the sample.
2. Heat the flask and weigh the device to remove water vapor in the flask.
3. Place the crushed sample into the flask.
4. Heat the flask again and weigh the device to remove water vapor that may enter the sample and any that is adsorbed on it.
5. Put carbon dioxide in the syringe.
6. Add carbon dioxide to the flask and let it sit for about 1 minute.
7. Use the syringe to remove any carbon dioxide that has not been adsorbed.
8. Weigh the device again.



Experimental Results

	Molecular sieve	crushed Mole	zeolites	Charcoal	Unglazed
After heating	70.79	76.58	70.69	70.71	70.67
Add sample and heat	73.45	80.27	73.72	71.52	73.86
After adding CO ₂	73.6	80.38	73.83	71.59	73.9
Sample	2.75	3.69	3.03	0.81	3.19
CO ₂	0.25	0.11	0.11	0.07	0.04



Discussion

The results showed that the amount of carbon dioxide adsorbed per gram of ready-made molecular sieve was higher when tested in its original form compared to when it was crushed. This suggests that crushing may have damaged the original pores. Interestingly, charcoal exhibited a similar level of adsorption to the molecular sieve, indicating that it also contains many pores that match the size of carbon dioxide.

Future Prospects

- Since the experimental method has just been fixed and the number of trials is limited, future work will involve repeating the experiments for better accuracy. At this stage, we only crushed each substance, but we will also explore the effects of using particles of specific sizes.
- Additionally, we plan to experiment with other types of unglazed pottery with different pore sizes, as well as diatomaceous earth and diatomaceous shale, which have pore sizes intermediate between zeolite and diatomaceous earth.

Bibliography

Q1. What is Zeolite? | General Incorporated Association ...
<https://jza-online.org/about/q1/>
 70955-01-0 • Molecular sieve 4A 1/16 • Molecular Sieves ...
<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/product/detail/W01W0113-0608.html>
 Wakkanai Formation siliceous shale (so-called Wakkanai diatomaceous earth)
https://wakkanai-brand.jp/chiikishigen/c04_wakkanaikeisoudo.html

Changes in saliva secretion due to umami and the four tastes

Aizawa Momoka Ishida Miku Urasaki Natsuki Muro Mizuki

1, Research objectives

Identifying tastes and temperatures that increase saliva production which is important for oral care in high school students.

2, Hypothesis

Saliva acidity was found to be higher than in previous studies of senior students, also sweetness and bitterness were found to increase salivation at higher temperatures. Based on these results, we hypothesized that saliva secretion would change with temperature change. From references(1) and (3), it was found that salty bitterness is more palatable at low temperatures. This led us to believe that salty and bitter tastes increase secretion in that condition.

In addition, references(2) and (5) showed that umami has an inhibitory effect on saltiness. Therefore, we considered that umami could safely increase saliva secretion. Furthermore, from reference(4), it was found that umami has an inhibitory effect on saltiness. From the above, we assume that umami interacts with the other four tastes, and we expect change in saliva secretion to occur as a result of this interaction.

3, Research methods

A concentration table will be created (partially using a senior's data) to determine the threshold. Participants will be asked to hold a taste solution at the threshold concentration in their mouths for one minute, and the increase in saliva will be measured.

We will prepare 28 taste solutions. These will include:

- Umami(MSG) only solutions at the threshold concentration.

- Solutions with umami added to basic tastes(salty, sweet, sour, and bitter) at the threshold concentration, varying the ratio.

- The above two types of solutions, chilled to 10°C

- Both room temperature and chilled solutions with a concentration one unit above the threshold.

※Room temperature for the taste solutions will be set at approximately 25°C.

※While our seniors used bitter as a bitter solute, we will be using caffeine.

〈A pre-experiment questionnaire will be conducted〉

We will collect data on participant'-taste preferences to examine the relationship between these preferences and their individual thresholds and changes in saliva volume.

To protect the privacy of participants, all data will be numbered and kept private.

Before the experiment, participants will be provided with a consent form.

This form outlines the experimental procedures, including the possibility of experiencing discomfort when tasting bitter or sour solutions.

Participants will be asked to sign the form to indicate their willingness to participate.

4, Preliminary experiment results

This time, we conducted a preliminary experiment to create table threshold values from June 14th to September 13th. The venue was our school's experiment and lecture room (average temperature: 25.6°C, average humidity: 61.4%).

《Threshold results》

・ Room temperature

tastes	sweetness	bitterness	salty	acidity	savory
threshold	0.800	0.0625	0.200	0.00800	0.0400

・ Low temperature

tastes	sweetness	bitterness	salty	acidity	savory
threshold	0.900	0.0625	0.200	0.0100	0.0400

・ 4 tastes plus umami

taste combination	sweetness, savory	bitterness, savory	salty, savory	acidity, savory
threshold	0.500 +0.0500	0.0281 +0.0400	0.0800 +0.0300	0.0100 +0.0300

5, Consideration

The threshold results show that sweetness is least perceived at room temperature and low temperature, and that even with the addition of umami, sweetness is similarly less perceived, as well as savory. Compared to the previous study, there is a difference in the thresholds for sweetness and acidity, but this is thought to be due to individual differences. The difference in thresholds for bitterness may be related to the fact that the sample used was changed from bitter to caffeine.

6, Future plans

We plan to conduct experiments on subjects from mid-October to early November, and process the data by late November.

7, References

- (1)舟川 梨沙,宮下 芳明,電気味覚による塩味増強効果の温度影響,
- (2)佐藤 しづ子,笹野 高嗣,ドライマウス治療に味覚刺激を利用する,2015,288-292
- (3)江崎 秀,八尋 美希,飯山 悟,都甲 潔,苦味の温度依存性と味センサの応答特性
- (4)杉本 久美子,味覚・うま味と自律神経活動
- (5)三橋 富子,野村 歩,塩味とうま味の相互作用

questionnaire

Partial excerpt

味覚についてのアンケート

B I U O S

ジョーシの塩味

甘いものは好きですか
例：アイスクリーム・クッキーなど

1 2 3 4

嫌い 好き

しょっぱいものは好きですか
例：せんべい・ポテトチップスなど

1 2 3 4

当前最悪しくしょっぱいものを食べますか

1 2 3 4

ほとんど食べない よく食べる

当前最悪しくすっぱいものを食べますか

1 2 3 4

ほとんど食べない よく食べる

当前最悪しく苦いものを食べますか

1 2 3 4

ほとんど食べない よく食べる

当前最悪しくしょっぱいものを選けることはありますか

1 2 3 4

ほとんどない よくある

当前最悪しくすっぱいものを選けることはありますか

1 2 3 4

ほとんどない よくある

当前最悪しく苦いものを選けることはありますか

1 2 3 4

ほとんどない よくある

R7. 3. 18

普通科・理数科合同

ポスター発表会

最終ポスター集

多感覚知覚～視覚に及ぼす聴覚の影響～

川口市立高等学校

岡村和幸

浜口碧

1. 序論

インターネットでよく見る錯覚現象について
気になり調べていくとイグノーベル賞を獲得した
多感覚知覚についての研究に行き着いた。
その研究はポテトチップスの食べるときの音
という聴覚と味覚を結びつけた研究だった。
私たちは味覚についての研究は難しいという
結論に至り、聴覚と視覚の関係性について研
究することにした

2. 仮説

多感覚知覚は今までの経験に基づく感覚
同士のつながりによって生じると考えた。
年齢が高い人ほど錯覚が起きやすく、年
齢が低い人ほど錯覚が起きにくいのではない
かと予想した。
検証していないが、長方形の横の幅が大き
くなるとそれに伴ってすれ違いやすくな
ると予想した。

3. 実験方法

今回は交差する長方形の映像に長方形同
士がぶつかるときに音を加えると、長方形が
反発してるように見える現象を利用する。
音を付けていない映像と音を付けた映像を
付けた映像を見てもらったのち、それぞれの
長方形が交差してるように見えたと、反発し
てるように見えたとアンケートを取る。

アンケートを取る際には、

- ・生物学的性
 - ・年齢
 - ・周囲の音量
- を記入する。

長方形のサイズ、形、色、音の種類など実
験の内容を変えながらアンケートを記入して
もらう。(仮)

4. サンプル



交差する長方形

現在の周囲の音の大きさ *

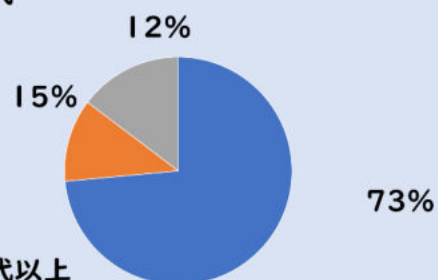
- ☐ 30デシベル 深夜の郊外、ささやき声
- ☐ 40デシベル 昼間の静かな住宅地、図書館
- ☐ 50デシベル 静かな事務所
- ☐ 60デシベル 普通の会話、静かな乗用車
- ☐ 70デシベル 掃除機、騒々しい事務所
- ☐ 80デシベル 鉄道の線路脇、飛行機の機内
- ☐ 90デシベル 大声による独唱、騒々しい工場の中

周囲の音量の基準

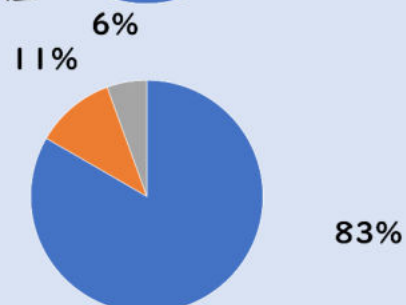
5. 結果

青 すれ違った
赤 衝突した
グレー その他

音無し
10代



20代以上



B班 野菜の色素を用いた色素増感太陽電池の開発

川口市立高校 牛島逸希 折原大雅 近藤大雅 佐藤隆彦 比企昊 担当:門田拓也先生

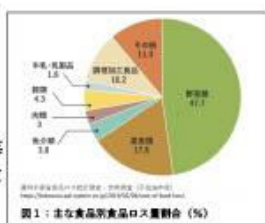
要旨

野菜等の廃棄物を用いた色素増感太陽電池(dye sensitized solar cells以後DSSC)の開発を目的とし、中でもタマネギから抽出されるケルセチンに着目して研究した。作成した電池に光を当て計測した結果、太陽光で発電できることが分かった。

序論

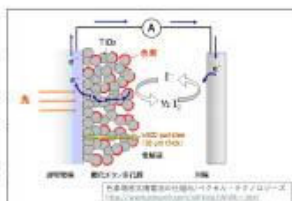
動機

現代社会における食品ロスの深刻化が問題となっている。特に野菜類の廃棄量が食材や食品の中でも多い。そこで天然色素を用いてDSSCを作成する論文を見つけ、廃棄される野菜等を、色素として有効に活用できないかと思い、本研究に至った。



DSSCとは

透明電極に二酸化チタン粉末を焼き付け、色素を吸着させた電極と対極から構成される太陽電池。色素が光を吸収することによって励起状態となり、電子を放出してその電子が対極まで移動し、電解質に含まれているヨウ化チタンイオンが電子を受け取ることで電流が流れる。



研究対象

廃棄物の中でもタマネギの鬼皮から抽出されるケルセチンに着目し研究を行った。タマネギを加工することで産出される鬼皮と呼ばれる外皮は、堆肥等への利用も困難であるため、多くの場合廃棄される。しかし、この鬼皮には多量のポリフェノール類が含まれ、特にケルセチンの含有率が高い。そのケルセチンを色素として用いてDSSCを作成し有用性を検証した。また、先行研究で使用されていたハイビスカス色素(アントシアニン)を用いたDSSCを作成しケルセチンを用いたDSSCと性能を比較した。

研究方法

実験内容

次に説明する材料と工程に基づいて作られたDSSCを用い各条件下で電圧の測定を行った

色素: ケルセチン・ハイビスカス色素
(色素の吸着は色素の抽出後間もなく行った)

記録: メーターを目視することでの記録と連続的な電子記録
計測: DSSCの正極、負極をそれぞれワニ口クリップの導線でデジタルメーターに繋いだ

DSSCの材料(セル1つ当たり)

- ITO透明電極(50mm×50mm)…2枚
- 色素(ケルセチン、ハイビスカス色素)
- 純水(色素抽出用)…200ml
- 純水(ペースト作成用)
- 酸化チタン粉末[TiO₂] (アナターゼ型)
- ポリエチレングリコール[PEG] (20000)
- ヨウ化カリウム溶液(原液)…10滴
- ろ紙(40mm×50mm)…1枚
- クリップ…2個



DSSCの製作に使用した器具

ピーカー、試験管、ガラス棒、葉さじ、葉包紙、電子はかり、ろうそく、シャーレ、るつぼはさみ、ガスバーナー、三脚、鉄製の皿、

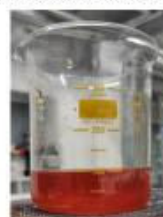
DSSCの作成工程

- ①界面活性剤を用いて透明電極を洗った
- ②酸化チタンペーストの作成
…H₂O、TiO₂、PEGを11:5:4の比率で混ぜた
- ③作ったペーストを透明電極にセロハンテープの厚さ(50μm)で塗布した→図4
- ④ペーストを乾燥させた
- ⑤鉄板に乗せた透明電極に焼成を弱火2分→強火10分→弱火2分の間隔で行った
- ⑥焼き付けた透明電極を色素溶液に漬け、吸着させた→図5(これが負極となる)
- ⑦もう1枚の透明電極にろうそくのすずを付けた→図6(これが正極となる)
- ⑧正極の炭素面にろ紙を乗せ、ヨウ化カリウム溶液を10滴たらした
- ⑨負極を取り出し、正極と重ねた
- ⑩クリップで固定して完成→図7



色素抽出

- ①ケルセチン
タマネギの鬼皮1.32gを水で20分間沸騰させて抽出した



- ②ハイビスカス色素(アントシアニン)
市販品のハイビスカスティーを熱湯5分で抽出した



計測に使用した装置

- ① 図10: MT-4510 デジタルマルチメーター



- ② 図11: 電子電圧計



実験①～蛍光灯～

条件

- 色素吸着：30分（教室）
- 蛍光灯とDSSCとの距離を30cmにした
- 段ボール箱の中にDSSCを入れ、蛍光灯を付けない暗い状態で5分間放置した
- その後、蛍光灯を付けて電圧の変化を見た



図12：実験1の様子

結果

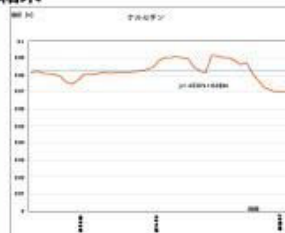


図13：ケルセチンを用いたDSSCの電圧

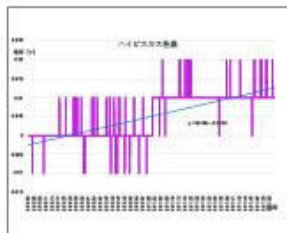


図14：ハイビスカス色素を用いたDSSCの電圧

※ブランク(色素なし)の電子記録でのデータは値がほとんど0を示していて変化が見られなかったためなしとする

	照射前	照射中
ケルセチン [V]	0.297	0.285
ハイビスカス色素 [V]	-0.76	-0.76

表1：蛍光灯での実験

考察

ケルセチンを使用したDSSCに光を当ててもうまく電圧が上がらなかった要因は、ケルセチンの吸収スペクトルと蛍光灯の光スペクトルの相性の悪さにあるのではないかと考えた。図15より、ケルセチン溶液は波長が400nmより大きくなるとほとんど吸収帯を持たないことが分かる。図16より、ハイビスカス色素(アントシアニン)溶液は波長が520nmあたりに最大の吸収帯を持つことが分かる。一方図17より、今回使用したタイプ(三波長型昼光色)の蛍光灯の光スペクトルは440nm,540nm,610nm付近に高いエネルギーが集中していることが分かる。よって吸収スペクトルと、蛍光灯の光スペクトルのボリューム帯が一致せず、光を多く吸収することができなかったと考えた。また、図18より、太陽の光スペクトルは赤外線から紫外線まで広範囲に渡るため、ケルセチンの吸収スペクトルとも適合すると考えた。ハイビスカス色素を用いたDSSCで、マイナスの電圧が測定された要因は色素吸着後、電池を作成する前に、極板に長時間光に当たってしまったことにありと推測した。

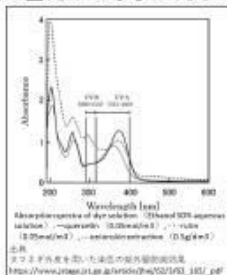


図15：タマネギの果皮及びケルセチンの抽出液の吸収スペクトル

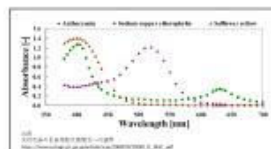


図16：ハイビスカス色素の抽出液の吸収スペクトル

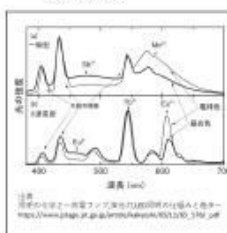


図17：蛍光灯の光スペクトル

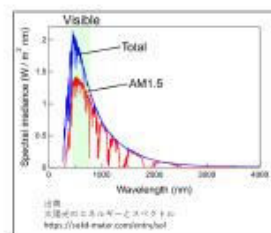


図18：太陽の光スペクトル

実験②～太陽光～

条件

- 色素吸着：18時間30分(冷蔵庫)
- 1月下旬から2月中旬の晴れの日の昼(12:30～12:50)に教室のベランダで計測を行った
- 段ボール箱の中にDSSCを入れ、蛍光灯を付けない暗い状態で5分間放置した
- その後、太陽光を当て、電圧の変化を見た



図19：実験2の様子

結果

※実験②では不具合により、電子電圧計での記録はなしとする

	照射前	照射中
ケルセチン [V]	0.012	0.064
ハイビスカス色素 [V]	0.021	0.074

表2：太陽光での実験

考察

太陽光をあててケルセチンとハイビスカス色素ともに電圧が発生し発電ができたと考えられる。発電できた要因として

- 色素の吸収スペクトルと太陽の光スペクトルの相性が良かったこと
- 色素の吸着時間が長かったこと
- 暗い冷蔵庫内で色素の吸着を行ったことが考えられる

結論・今後の展望

結論

タマネギの果皮に含まれている色素(ケルセチン)を使用したDSSCで電圧を生じさせることができる。ケルセチンは太陽光の実験での電圧の大きさがハイビスカス色素の値を少し下回るくらいであることから太陽電池として活用できる可能性がある。

今後の展望

- ・今回使用したケルセチン、ハイビスカス色素抽出液の濃度を測定
- ・他の方法で抽出したケルセチンでDSSCを作成する
- ・条件を変更して性能を比較(色素の濃度、吸着時間、吸着時の色素溶液温度など)
- ・色素の保存に伴う劣化について調べる
- ・光の強さを測定しエネルギー変換効率を求める
- ・他の廃棄される野菜等から抽出された色素を使用したDSSCを作成、性能を比較

謝辞

本研究を進めるにあたり門田先生、吉岡先生、山本先生、並びに多くの方々のご支援とご協力をいただきましたことに深く感謝申し上げます

参考文献

秀明八千代高校

<https://www.shumeiyachiyo.ed.jp/jhs/topics/2023/01/24/18736.html>

株式会社プロセシオ

<http://processio.co.jp/structure/>

色素増感太陽電池

<https://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H23ssh/sc2/21133.pdf>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040609009011572>

東京大学

<http://kuroppe.tagen.tohoku.ac.jp/~dsc/cell.html>

タマネギ果皮からのケルセチン類抽出方法の開発

https://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research_results/h17/07_rvutu/p237/index.html

Solidago altissimaからのカフェ酸抽出研究

C班 木村 朱 黒沼 青木 小林 顧問 村田涼太郎

1.研究背景

近年カフェ酸と呼ばれる物質ががん予防、リラックス効果等を目的とした機能性食品や、有機半導体デバイス等の素材として注目されている。

私たちは、その原料として、栽培が容易で繁殖力が高いソリダゴ・アルティシマが有用であるか調査しようと考えている。

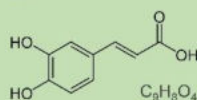


図1.カフェ酸構造式

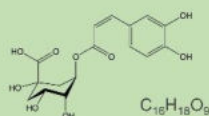


図2.クロロゲン酸構造式



2.実験①

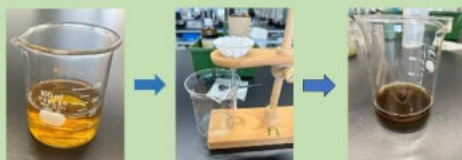
手順1 加工

試料を日陰で三週間乾燥
乾燥した試料を乳鉢と乳棒で
1mm以下に粉碎する。



手順2 攪拌・ろ過

粉末1gを100mlの純メタノールに入れ、五分間攪拌する。
出来た溶液をろ紙でろ過した後珪藻土で再びろ過する。



手順3 分液・分析

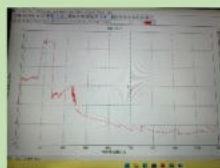
ろ過した溶液を分液漏斗に入れ、
ヘキサンを用いて3回分液し、
不要な物質をヘキサンに溶かす。

その後分光光度計にて成分を分析する。



3.結果①

総ポリフェノール量は測ることが
できたが、分光光度計で目的物
のみを計測することは不可能であ
ったため、液中に目的物の存在を確
認することはできなかった。



4.考察①

分光光度計での測定が失敗した理由として目的物以外のポリフェノールが液中に残っていたことが考えられる。

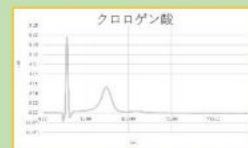
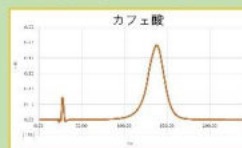
その為、この実験では分光光度計でなく、混合溶液でも分析可能なクロマトグラフィーが適切であると考えられる。

折よく高速液体クロマトグラフィー「ことり」が導入されそちらを用いて同様に分析することとなった。

6.実験②

手順1 標準線の作成

カフェ酸・クロロゲン酸試薬のメタノール溶液
0.2g/L[MeOH]の標準線を作成した。



手順2 分析

実験①で作成したサンプルを液クロにて分析する。

測定圧力: 2MPa以下

検出器 : UV-VIS (265nmと405nm)
UV-NIR (265nmと970nm)

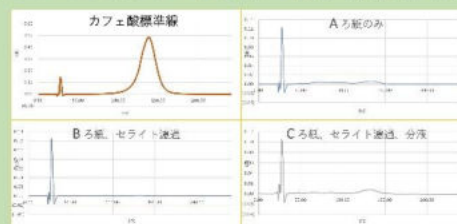
キャリア : 純水 87.45%
酢酸 0.05%
エタノール 12.50%



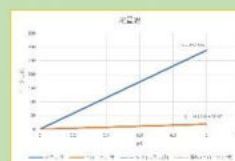
Webサイト: <https://www.hplc.co.jp/hplc/>
お問い合わせ: 02-2621-1111

6.結果②

サンプルAとサンプルCでカフェ酸が検出された。



標準線を基準に作成した関数で抽出量を測定した。



カフェ酸			
試薬名	濃度	検出器	検出波長
カフェ酸	0.2g/L	UV-VIS	265nm
検出器	0.05%	UV-VIS	265nm
検出波長	265nm	UV-VIS	265nm
クロロゲン酸			
試薬名	濃度	検出器	検出波長
クロロゲン酸	0.2g/L	UV-VIS	265nm
検出器	0.05%	UV-VIS	265nm
検出波長	265nm	UV-VIS	265nm

7. 考察②

先行研究ではサツマイモ乾燥茎葉 1g あたり平均 1.5mg のカフェ酸が得られたと報告されている。

今実験で得られたカフェ酸は粉末 1g あたり 0.22mg であるため、現状ではサツマイモ葉より生産効率が低いことが分かった。

ピークの線形から、溶媒に溶かし不純物を除去する工程に問題はなく、粉末にする前後の改善が必要だと考えられる。

8. 実験③

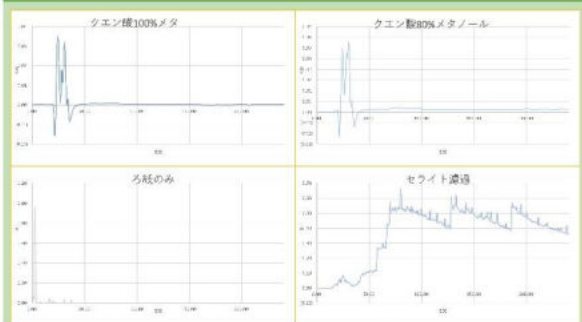
実験②の対照実験として、粉末に酸性処理を行った。

pH4のクエン酸水溶液に漬けて1時間攪拌し、粉末の細胞壁成分を分解した。

その後、遠心分離機(3℃, 3000rpm)で溶液を分離し沈殿を採取した。採取したものを前記の手順と同様に100%、80%メタノールでそれぞれ抽出し液クロで分析した。



9. 結果③



10. 考察③

液クロで分析した結果カフェ酸のピークは出なかった。原因として以下のことが考えられる。

- ・遠心分離で上澄み液にカフェ酸が滞留した。
- ・カフェ酸がクエン酸水溶液によって分解されてしまった。
- ・液クロ側に問題がある。
(実験②でカフェ酸が検出されたものを再度分析してもカフェ酸が検出されなかった)

11. 総括

常温常圧下ではサツマイモの約14%の効率しかなかった
常温・常圧での抽出は高温高压に比べ1/5の効率しかないことを加味しても最高で約70%の効率なので1gあたりに抽出できる量はサツマイモ葉よりも低いと分かった
しかしながら、年収穫量や生産量あたりの農地面積などの生産ライン全体で考えると効率は高くなるかもしれない
また、今回得られたデータの信頼度はかなり低いので他にもデータをとるとまた違った結果になるかもしれない

12. 参考文献

誘導体試薬の使用例
(GL sciences)

麹菌によるカフェ酸の製造法
(農研機構)

さつまいも葉からのポリフェノールの大量抽出法
(農研機構)

薬用植物中のカフェ酸誘導体について
(縣 功)

3,5ジカフェオイルキナ酸抽出方法及び
3,5ジカフェオイルキナ酸製造方法
(JP6466081B2)

特許公報(B2)_カフェ酸の製造方法
(出願番号:2003154358)

加圧熱水を用いたさつまいも茎葉からの有用成分抽出
(鹿児島県工業技術センター研究成果発表会予稿
<2010>)

北海道で栽培した紫サツマイモのアントシアニンとカフェ酸
誘導体の特性
(農研機構)

Biochemistry & Molecular Biology of Plants
(Bob B. Buchanan)

Structural models of primary cell walls in flowering
plants (JP6466081B2)

Influence of Temperature and Pressure on the
Pressurized Water Extraction of
Phenolic Compounds from Agricultural By-
products (C. Plaza et al.)

13. 謝辞

本研究に協力、ご指導してくださった

川口市立高等学校の村田先生、吉岡先生、山本先生

お茶の水女子大学の植竹先生、蔦田先生

株式会社ユニフローズより本多様

以上をはじめとした先生方に感謝の意を表します

圧電素子を用いた発電の研究 —歩行を利用する靴底発電—

川口市立高等学校

折笠結天 半藤悠聖 深津琥 星屋旬 本間駈琉

研究目的

地震などの災害時には、スマートフォンのライトなど、通常よりも多くの電気を使う機会が増える。そのため、電子機器を充電するための電力が不足し、使用できなくなることが問題となる可能性がある。

そこで、このような事態への対策として、安定して電力を供給できるよう、歩行運動によって発電する装置を靴に取り付けることを考えた。

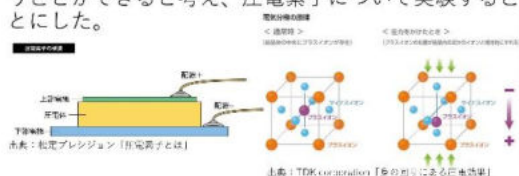
先行研究と仮説

先行研究より、携帯機器の充電には5Vが必要だが、実際に靴底につけて発電したところ最大で4Vまで達し、充電ができないことが判明している。また、電圧の上昇と発電量は一定であることがわかっている。

そこで、発電方法を変えることで電圧が上昇するという仮説を立てた。

研究方法

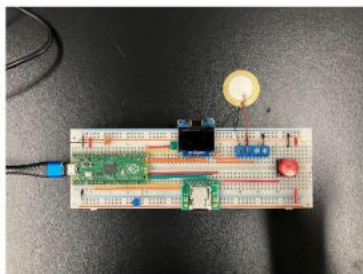
我々は、圧力を加えることで電気を発電することができ、圧電素子という道具を使うことで、靴底発電を行うことができると考え、圧電素子について実験することにした。



実験

実験1

圧電素子1個の電圧を測定できる装置1を作成し、圧電素子を指で5回押したときの電圧の変化を記録して装置1が正しく動作するかを実験した。



画像1 装置1

実験1の結果

測定された電圧の変化をグラフに表した。

図1から、圧電素子を指で5回押すと、電圧が5回変化していることから、装置1が正常に電圧の変化を記録できていることがわかる。

しかし、電圧の変化が一定でないことから、指で押す力にばらつきが生じていると考えられる。

また、圧電素子を指で押すと、1回あたり約0.2V発生し、目標の5Vには達しなかった。

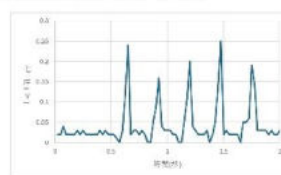


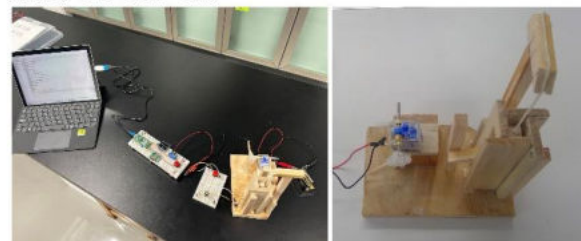
図1 指で5回押したときの電圧の変化

実験2

電圧にブレが生じると、電圧が増加したかどうか为正しく判断できないため、圧電素子に一定の圧力をかけるために装置2を作成し、それらを用いて電圧を測定した。

装置2はモーターでおもりを持ち上げ落下させることで圧力を加えた。

発生した電気はコンデンサに充電し、押す回数を20回、40回、60回、80回、100回、200回と変えて測定し、電圧がブレずに測定できるか、また、電圧が押した回数に比例するかを調べた。



画像2 測定の様子



画像3 装置2

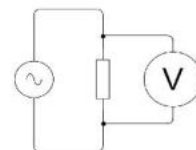


図2 実験2で使用した電圧を測定する回路図

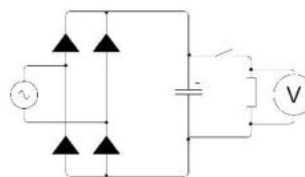


図3 実験2で使用したコンデンサを用いて電圧を測定する回路図

実験2の結果

測定された電圧の最高値を記録し、3回の平均(小数第三位を四捨五入)をとった。

また、それぞれの平均について、0回の平均との差をとり、表と散布図を作成した。

表 測定された電圧

回数(回)	1回目(V)	2回目(V)	3回目(V)	平均(V)	0回との差分(V)
0	0.04	0.04	0.04	0.04	0
20	0.10	0.09	0.10	0.10	0.06
40	0.16	0.16	0.16	0.16	0.12
60	0.22	0.21	0.22	0.22	0.18
80	0.30	0.23	0.25	0.26	0.22
100	0.31	0.31	0.22	0.28	0.24
200	0.58	0.55	0.37	0.50	0.46

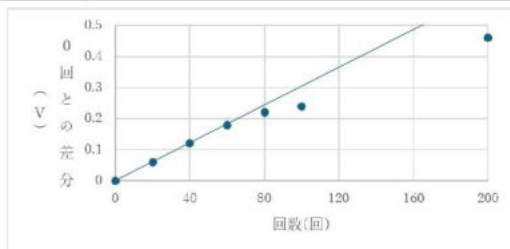


図4 押した回数と0回との差分の関係

図4のグラフから、60回までは0回との差分が回数に比例することから、電圧は散布図に示した直線上の点になると考えた。

また、80回以上のときについて、予想より低い電圧が測定されたことや、80回以降は3回の電圧のブレが大きくなったことが読み取れる。

これはコンデンサに電気がたまり、その分抵抗が大きくなったことでコンデンサに電気がたまりにくくなったからと考えられる。

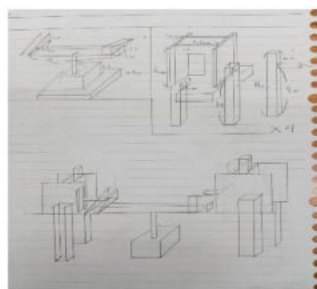
しかし、図4の散布図から、信頼できる数値である60回までのデータが3回とも誤差が0.01V以下であることから、本実験の目的である、一定の圧力を加えて発生させる電圧のブレを無くすことは達成された。

コンデンサによる電圧のブレを解消するためには、コンデンサの容量を増やし、電気がたまった時の抵抗の値を小さくすることが有効であると考えられる。

さらに、発生する電圧の大きさを大きくするためには、圧電素子を高性能なものに変更するか、圧電素子の数を1個から複数個に増やすことが有効であると考えられる。

実験3

コンデンサの数を増やしたことで多くなった容量に効率的に電気をためるために、圧電素子を複数個押すことができる装置3を作成する。下記がその設計図と装置3(未完成)になる。



画像3 設計図



画像4 装置3

装置3は、中央のモーターの回転部分に取り付けた三角形の木片が回転すると、周りのおもりを持ち上げ、木片の最高地点でおもりが落下し、圧電素子を押しするという仕組みになっている。

装置2は、1個しかおもりを持ち上げることができなかったが、装置3は、モーターの周りにおもりを複数個設置することで、それらに連続して圧電素子に圧力を加えられる。

今後の計画

- ・ 未完成の装置3を完成させ、圧電素子を複数個押しした時の電圧を測定し、圧電素子1個の時とのコンデンサに電気をためる効率の差を調べる。
- ・ コンデンサの容量を大きいものに変える、あるいは、さらにコンデンサの数を増やして、電圧をためやすくする。
- ・ 使用している圧電素子をより高性能なものにし、電圧の大きさの変化を測定する。
- ・ 実際に靴に圧電素子を取り付け、電圧の大きさや、その他靴につけた際の問題点を調べる。

謝辞

田村先生、吉岡先生をはじめこの研究に協力していただいた方々に感謝申し上げます。

参考文献

西田柊斗、牧野唯篤、山崎太陽、日多勇人「圧電素子を用いた振動による発電装置の研究」

<https://uwajimahigashi-h.esnet.ed.jp/uploads/r12nen06.pdf>

板垣朝子「身の周りにある圧電効果 - 力で電気を生み出す仕掛け -」

<https://www.tdk.com/ja/tech-mag/knowledge/089>

クロロフィルを増やそう！ ～藻類の培養と光周期の違いによるクロロフィル含有量変化の比較～

川口市立高等学校 濱野ふう香 山本奏 林真歩 吉野日和

実験の動機

研究課題を決める際、先輩方の先行研究から藻類に興味を持ち、その時に戸田漕艇場に藻が繁茂しポート部の練習が困難になったという話を聞いた。そこで繁殖力の高い藻に興味を持ち、藻に含まれるクロロフィルに関して、藻を育てる条件を変えることで色素含有量を変化させることが出来るのではないかと考えた。



図1 戸田漕艇場の様子

戸田に生えていた藻の推定

顕微鏡を用いて採集した藻を観察し、

- ・形が線状
- ・葉緑体がりボン形でらせん状

という点から採取したものの大部分がアオミドロであると仮定した(図2、3)。

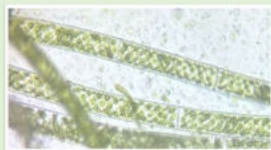


図2 戸田に生えていた藻の拡大画像

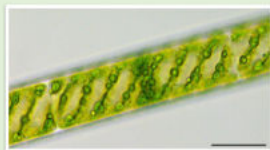


図3 比較用アオミドロの画像

図3の参照：おにのしっぽラボ「ストロブト染色アオミドロ（Scenedesmus）の観察」おにのしっぽラボ実験キット 2019-04/26
https://osakikobanasho.com/entry/2019/04/26/ 参照日2024-02-04

アオミドロの培養方法

(1) 100mL三角フラスコ、ゴム栓、C培地を滅菌した

(2) 滅菌したフラスコにC培地50mLアオミドロを入れ、ゴム栓で蓋をした

(3) 2株×3台のバイオトロンに、(2)で準備したフラスコを設置した(図4)



図4 培養中のバイオトロンの様子

実験①：培養

① 6時間ごとに明暗変化

② 12時間ごとに明暗変化

③ 16時間点灯、8時間暗転

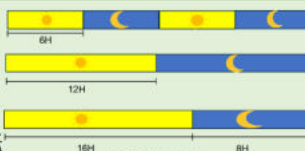


図5 日照条件の図解

の3つの培養条件下(図5)で実験を2回行った
1回目に行った実験株をそれぞれ①②③、2回目に行った実験を④⑤⑥とする

実験①：培養



RGB:25,32,38

0.375g

① 6:6 L/D



RGB:78,66,43

0.330g

② 12:12 L/D



RGB:67,65,51

0.325g

③ 16:8 L/D

図6 1回目の培養を始めてから1週間後



RGB:25,32,38

0.225g

④ 6:6 L/D



RGB:67,68,34

0.25g

⑤ 12:12 L/D



RGB:55,57,44

0.155g

⑥ 16:8 L/D

図7 2回目の培養を始めてから1週間後

※RGB値はスマートフォンアプリ(色彩ヘルパー)を用いて測定した。出てきた数字を16進数から10進数に変換して表示している。

2回とも6:6 L/Dの色が最も濃い(図6、7)

→クロロフィル含有量が多い

12:12 L/Dずつ点灯したものは少し色あせている(図6、7)

→培養機の光源が異なっていたから

実験②：抽出、測定分析

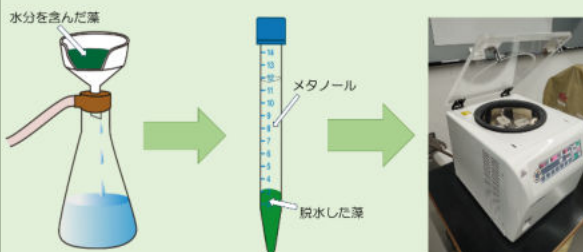


図8 この手順で抽出した色素抽出方法

- (1) 吸引して藻から水分を取り除いた
- (2) 容器に脱水した藻とメタノールを入れ、よく振って抽出した
- (3) 遠心分離機を用いてゴミを沈殿させた

リグニンの分解

メンバー：橋本彩希 小川栞奈 半田航大 田島嵐太 加藤僚太

1. 序論

近年、日本及び世界は、資源不足に陥っている。また現在ある鉱産資源を利用してエネルギーを取り出すことで多くの温室効果ガスを排出してしまう。そこで私たちは再生可能エネルギーのなかでも地形的にとらわれず獲得することができるバイオマスに注目した。



バイオエタノールを生成する過程で、木材の主成分であるリグニンは木を支える役割があると同時に、微生物による分解を受けにくいという特徴を持つ。よって、エタノール生成のなかでも、リグニンの効率の良い分解方法に焦点を当てて研究を進めることにした。

2. 仮説

自然界には、リグニンを分解できる生物種としてキノコが知られている。キノコのなかでも強い分解能力を持つ白色腐朽菌（シイタケ、エリンギ、エノキタケ、オオヒラタケなど）を用いることでリグニンだけを分解することができると考えた。

また、先行研究より、白色腐朽菌はリグニンを分解したのち、セルロースやヘミセルロースの分解を始め、これらの分解には4～8週間かかることが分かっている。この期間で、リグニンだけを分解するタイミングは、湿度や気温などの環境条件によって変わると考えた。

広葉樹と針葉樹、木くずの大きさによっても分解の速度や菌糸の広がり方に違いがあると考えた。

3. 実験方法

菌糸がどのように広がっていくのかの観察、針葉樹と広葉樹での違い、おがくずの細かさによる違いのデータを得るためにまず予備実験を行う。

その後、予備実験の結果を踏まえ、適切な種類と細かさの木材で、対照実験を行う。

4. 予備実験

①針葉樹（マツを使用）と広葉樹（アユースを使用）それぞれ2種類の大きさを用意する。

- 1.電動のこぎりの木くず（粒体:50μm~1mm以上）
- 2.ベルトサンダーの木くず（紛体:3μm~1mm未満）



②虫かごに白色腐朽菌と木くずを3:1の割合で入れる。この時白色腐朽菌としては分解速度の高いとされているオオヒラタケを使用し、菌糸の上から被せる形で木くずを入れる。



③二日に一回霧吹きで湿らせ、湿度の高い状態を作る。
④湿度と気温を定期気計に計測し、菌糸の広がり方を経過観察する。

3. 実験方法

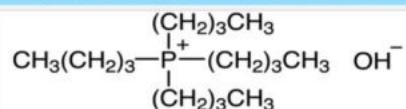
- ①針葉樹（マツ）の紛体を用意する。
- ②シャーレ、木材をオートクレーブ121度10分で滅菌する
- ③シャーレに白色腐朽菌と紛体を入れる。
白色腐朽菌11.47 g 木くず5 g 体積比2:1
- ④場所 温度24度 湿度80%を保った状態にする
- ⑤4週間目から1週間ごとにリグニン量を測定し、減り具合を調べる。

○リグニン量測定方法○

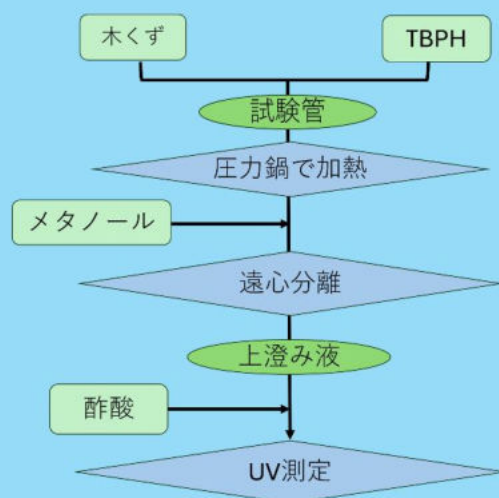
TBPH（テトラブチルホスホニウムヒドロキシド）法を用いる。

【TBPH:テトラブチルホスホニウムヒドロキシド】

イオン溶液と呼ばれる化合物の一種でにおいがなく取り扱いやすい、木材を溶解する液体として知られる。

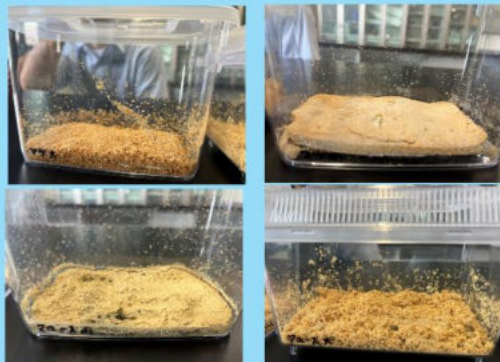


【TBPH法】



4. 予備実験結果

マツ、アユースの粒体⇒×
紛体のアユース⇒カビ発生
紛体のマツ⇒菌床



5. 考察（１）

紛体のアユースにはカビが多くはえてしまったため、針葉樹より広葉樹のほうがカビが発生しやすいと考えられる。
このことから、針葉樹が最も白色腐朽菌の成長に適していると考えられる。

6. 結論

本実験で紛体のマツを使う

7. 本実験の結果

1週間経過を見た結果、カビが両方に発生。継続は困難という結果となった。



左：白色腐朽菌入り 右：白色腐朽菌無し

漂白

遠心分離



8. 本実験 2

蒸解漂白の関係性をしらべる

- ・過酸化水素2%3%4%を二本ずつ作る
- ・木くず0.1gと過酸化水素水5g
- ・木くず0.1gと水5g
- それぞれを耐圧試験管へ入れる。
- ・耐圧試験管を80度のお湯に入れ、各濃度1本は30分もう一本は40分温める。

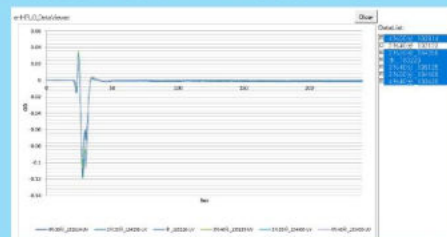
仮説

水5gの試験管と比較して2%30分から4%40分にかけてリグニン量は減少していくが、その差は少ない

9. 結果・考察



漂白前漂白後で色の変化が見られた。



メタノール以外の物質が検出されたがそれがリグニンであることの確認が取れなかった。

10. 今後の展望

- ・その他の漂白を試す
- ・UVスペクトルで計測する

11. 参考文献

東建コーポレーション株式会社

https://www.bigcompany.jp/useful/paper_seizou/

岐阜県森林科学研究所「木の分解をたずけるキノコのリグニン分解酵素」

<https://www.forest.rd.pref.gifu.lg.jp/rd/shigen/05042gr.html>

森林総合研究所「木材中のリグニンを迅速に精度よく分析する 画期的な手法を開発」

<https://www.affrc.go.jp/pubs/seikasenshu/2017/documents/p34-35.pdf>

農林水産省

https://www.maff.go.jp/j/pr/aff/2209/spe1_03.htm

12. 謝辞

本研究を進めるにあたり、吉崎先生には、指導教員として終始あたためご指導を頂きました。心から感謝いたします。また、終始熱心なご助言をいただいた吉岡先生、山本先生、福原先生にも大変お世話になりました。お礼申し上げます。
最後に、実習助手の栖原先生には本研究の遂行にあたり、多くのご助言、ご協力をいただきました。本当にありがとうございました。

ハチノスツヅリガの湿度によるプラスチック分解の変化

2年3組G班 古井亮佑 石田陽大 尾花実玲 土田怜 長谷川琴子

研究目的

蚕繭について調べたところ、蚕繭に含まれる「セリシン」(タンパク質の総称)と呼ばれる成分にはUVカット効果があることが分かった。これをハチノスツヅリガの繭でも再現できないか調べることにした。

ハチノスツヅリガとは

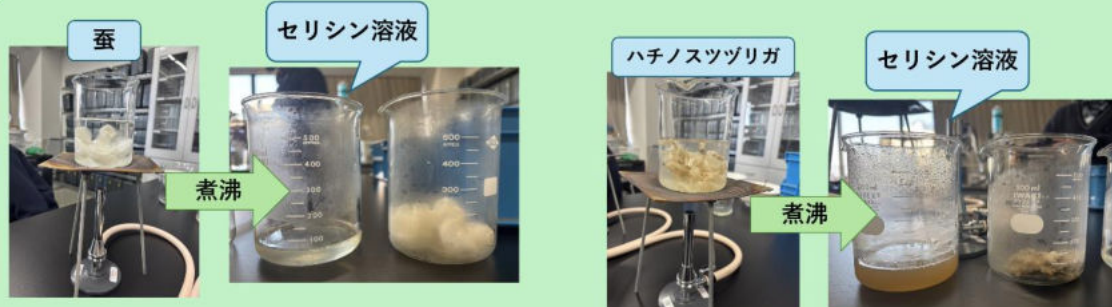
メイガ科の蛾の幼虫。蜜蝋(ワックスエステル)を主な餌とする。ハチノスツヅリガの幼虫の腸内細菌はこの「ワックスエステル」を分解できることから、似た構造のポリマーからなるPEも分解することが可能である。

実験方法



- 1.水溶性セリシンをつくるために、蚕繭、ハチノスツヅリガの繭それぞれ5.5gを脱イオン水250mlで1時間煮沸する。
- 2.塩基性溶液セリシンをつくるために、水煮した蚕繭とハチノスツヅリガの繭は、脱イオン水で2回洗浄後0.50w/v%炭酸ナトリウム水溶液300mlに入れ1時間煮沸する。
- 3.これらの溶液を高速液体クロマトグラフィー(HPLC)※1を用いて吸光度を比較する。

※1 液中にどの化合物がどのくらい入っているかを調べる装置。



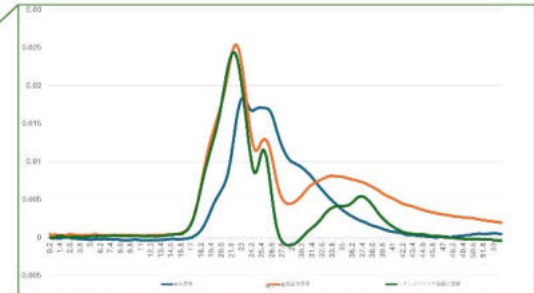
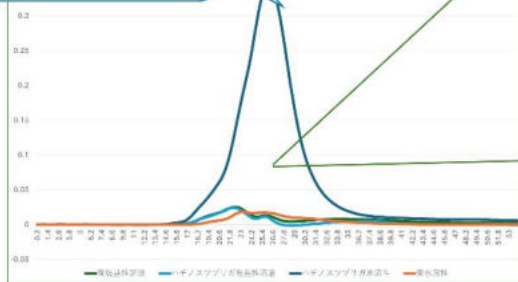
仮説

昆虫の作る繭はセリシンとフィブロインで構成されている。つまり蚕繭とハチノスツヅリガの繭を構成するセリシンは同量であり、吸光度は同じようなグラフを推移すると考えられる。



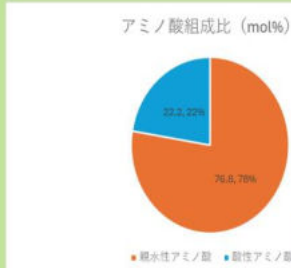
結果

全ての結果を比べても、
ハチノスツヅリガの溶
性が一番高い



蚕の水溶性が一番低い
塩基性の蚕、ハチノスツヅリガは
ほとんどグラフの形が変わらない。

考察①



親水性アミノ酸が占める
割合が高い

水溶性のOD値が
一番高くでたので
はないか。

考察②



ハチノスツヅリガの繭の厚
さは蚕の繭より薄い。また、
繭は紫外線から中の蚕を守る
機能がある。

つまり

ハチノスツヅリガは蚕より薄い繭でも蚕と同様に紫外線をカット
することが可能であったため、ハチノスツヅリガの方が吸光度が
高く、より多くのUVをカットしたと考えられる。

謝辞

本研究においてご協力してくださった先生方に深く感謝いたします。
また、たくさんハチノスツヅリガを犠牲にしてしまったことを深くお詫び申し上げます。

参考文献

蚕繭を用いた新規化学教材の開発～セリシンとフィブロインの化学的特性シルクと

UVカッター特に繭構造との関係について : https://www.jstage.jst.go.jp/article/silk/15/0/15_0_102/pdf/-char/ja

NATIONAL GEOGRAPHIC.プラスチック食べる虫を発見 : <https://natgeo.nikkeibp.co.jp/atcl/news/17/042600162/?P=2>

プラスチックを生分解する幼虫と腸内細菌との謎多き関係 : https://engineer.fabcross.jp/archieve/200316_plastivore.html

Nature communications : <https://www.nature.com/articles/s41467-022-33127-w>

ハチノスツヅリガの生態と防除 : <https://x.gd/1EFLFohttps://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010234116.pdf>

二酸化炭素の吸着～多孔質な固体～

H班 利根川 碧葉 永井 良太 二階堂 来稚 松田 悠真

研究の目的

モレキュラーシーブに代わる二酸化炭素を吸着するものを身近にある多孔質の固体の中から探し出す。

実験①に使用するもの

試料

- ・モレキュラーシーブ
- ・ゼオライト
- ・木炭
- ・素焼きの植木鉢

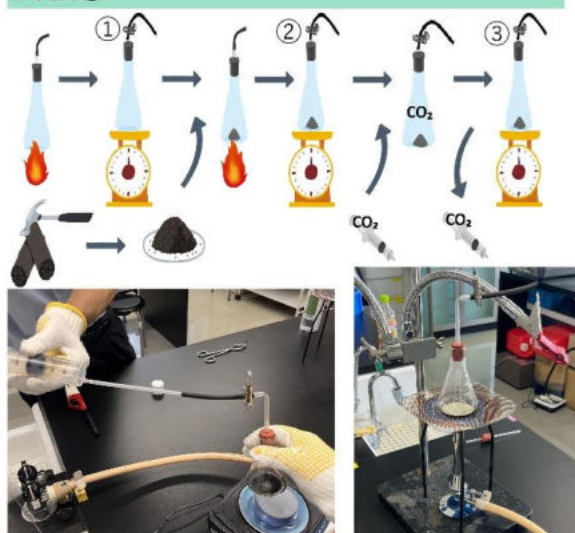


実験器具

- ・100ml三角フラスコ
- ・ライター
- ・50mlシリンダー
- ・デジタル計り
- ・チューブ
- ・二酸化炭素ボンベ
- ・チューブ止め
- ・薬さじ
- ・蒸発皿
- ・薬包紙
- ・ストロー
- ・試料



実験①



実験①の結果

	① [g]	② [g]	③ [g]	②-① [g]	③-② [g]
モレキュラーシーブ	70.79	76.58	73.5	2.75	0.25
ゼオライト	73.45	80.27	80.38	3.69	0.11
木炭	70.69	73.72	73.83	3.03	0.11
素焼きの植木鉢	70.71	71.52	71.59	0.81	0.07
素焼きの植木鉢	70.67	73.86	73.9	3.19	0.04

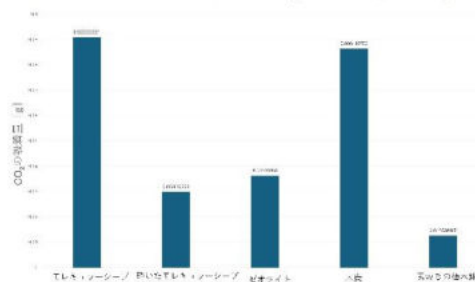


図 試料1gあたりのCO₂の吸着量[g]

実験①の考察

・既製品であるモレキュラーシーブのもともとある細孔を破壊してしまっているのではないかと考えた。

・木炭には二酸化炭素のサイズに合う細孔が多く存在しているのではないかと考えた。

実験②に使用するもの

試料

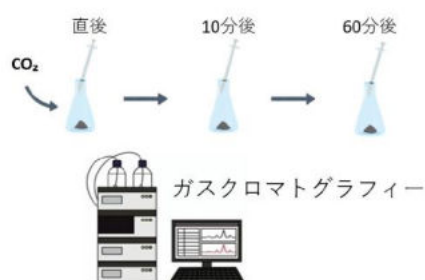
- ・モレキュラーシーブ
- ・木炭
- ・素焼きの灰色レンガ
- ・素焼きの赤色レンガ

実験器具

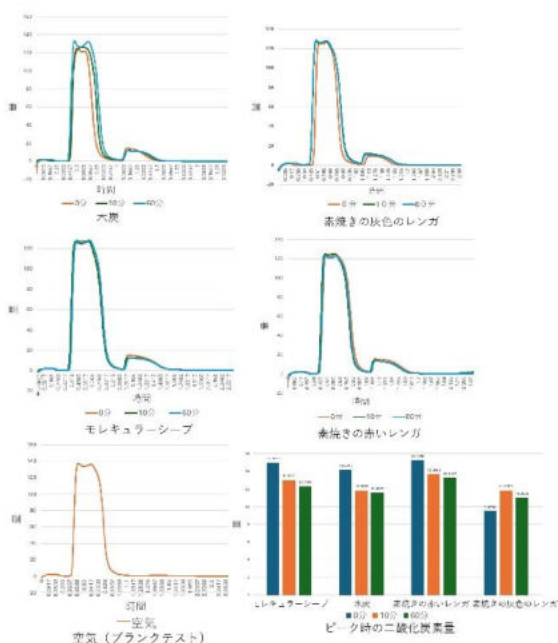
- ・100ml三角フラスコ
- ・50mlシリンダー
- ・2.5mlシリンジ(図8)
- ・ストロー
- ・デジタル計り
- ・二酸化炭素ボンベ
- ・パラフィルム
- ・試料
- ・薬さじ
- ・薬包紙
- ・ガスクロマトグラフィー(図9)



実験②



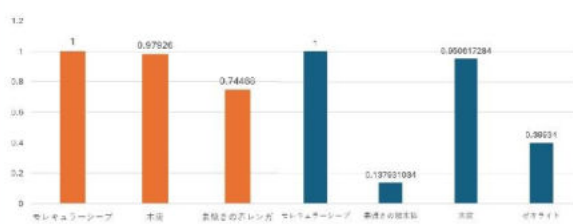
実験結果②



考察②

- ・ブランクテストと二酸化炭素を入れた実験の結果から二酸化炭素は**ピークの二つ目**に検出されている。
- ・60分のグラフから木炭は二酸化炭素にあった細孔がモレキュラーシーブと**同程度**である。
- ・木炭はモレキュラーシーブと比べて、10分時点での二酸化炭素吸着量が高いが、60分時点での吸着量が低いので木炭は**吸着が早い**。
- ・素焼きの灰色のレンガについて0分のピークが低いのは二酸化炭素が**拡散していなかったため**。

総括



実験②でモレキュラーシーブを1としたときの値 実験①でマレームシーブを1としたときの値

今後の展望

- ・グラフの形がなだらかになってしまい、従来の計算法では上手く計算できない。
→グラフの面積を正確に測定する。
- ・実験①のように碎かない状態で行ったものが吸着量が多い可能性がある。
→試料の大きさを変えて再度同じ実験をする。
- ・固定した二酸化炭素の運用方法を考える。

参考文献

第三章 焼成の化学

<http://igloss.web.fc2.com/cray/firing.htm>

70955-01-0・モレキュラーシーブス 4A 1/16・Molecular Sieves ...
<https://labchem-wako.fujifilm.com/jp/product/detail/W01W0113-0608.html>

モレキュラーシーブ | 実験補助剤 | 汎用試薬 | 製品情報
<https://www.kanto.co.jp/products/siyaku/general/molecularsieve.html>

Q1. ゼオライトとは？ | 一般社団法人 ...

<https://iza-online.org/about/q1/>

アルミノ珪酸塩(アルミノケイサンエン)とは？

<https://kotobank.jp/word/%E3%81%82%E3%82%8B%E3%81%BF%E3%81%AE%E7%8F%AA%E9%85%B8%E5%A1%A9-3206918>

ゼオライトとは？その特徴や用途について詳しく解説！

<https://okahata.co.jp/blog/functional-material/what-zeolite>

うま味と4味による唾液分泌量の変化

相澤百香 石田美紅 浦崎菜月 室瑞葵

1,研究目的

口腔ケアに重要な、唾液の分泌量を増やす味の特定。

2,仮説

参考文献(2)、(5)から、うま味は口腔免疫疾患患者に対して継続的に唾液分泌促進効果を有することが分かった。よって、うま味は安全に唾液分泌量を増加させることができると考えた。

また、参考文献(4)より、うま味が塩味に対して抑制効果を持つことが分かった。

よって他の4味とも相互作用を持つと仮定し、それによって唾液分泌量の変化が現れると予想する。

3,研究方法

閾値を決定するための濃度表を先行研究を参考に作成し、被験者に閾値の濃度の味溶液を一分間含んでもらい、唾液増加量を測定する。

味溶液は

- ・5味それぞれ単体のもの（濃度閾値）
- ・塩,甘,酸,苦味にそれぞれうま味を足したもの（濃度閾値）

※5味とは、塩味(食塩)、甘味(砂糖)、酸味(クエン酸)、苦味(カフェイン)、うま味(グルタミン酸ナトリウム)を指す。

〈回帰分析について〉

4味単体の唾液量とうま味を足した時の唾液量を比較し、うま味が唾液分泌量にどのくらい影響するかを回帰分析によって調べた。

〈被験者への同意〉

本実験では、苦味や酸味の溶液を口に含む際に、被験者にストレスがかかる可能性があるため、実験前に実験概要を読んでもらい、研究に協力できる場合には、参加同意書に署名をもらった。

〈実験説明書〉

実験対象者の方へ

令和 年 月 日

うま味と4味による唾液分泌量の変化に関する実験的研究
実験説明書

研究の目的
この研究は、うま味と4味の味溶液(濃度と温度)を含んだ状態で唾液分泌量を調べることで、唾液分泌量、また温度との関係性を明らかにすることを目的としています。実験開始前にこの説明書をお読みいただき、ご協力いただける場合には、参加同意書に署名をお願いいたします。

実験方法
実験では、うま味(グルタミン酸ナトリウム)、甘味(上白糖)、塩味(塩化ナトリウム)、酸味(クエン酸)、苦味(カフェイン)、純水を使用します。
濃度の異なる味溶液を一分間含んでいたのちに吐出していただき、唾液分泌量を測定させていただきます。唾液分泌量は、その場で測定させていただきます。
実験には長時間要しますのでご了承ください。

個人情報とデータの取扱い
取得したデータや個人情報は、研究目的以外には使用しません。データには番号付けを行うとともに匿名化します。データの保管には万全を期し外部へは漏洩しません。

実験対象者の権利について
この研究に参加するか否かは自由意思で決定してください。また、一度同意した後であっても同意を取り消すことができます。それによる不利益はありません。匿名化されたデータも、それまでに得られたデータや実験結果を破棄し、その後の研究には一切使用いたしません。差し戻し、変更された時点で公表済みの実験結果がある場合には、このデータを破棄できませんのでご承知おきください。

実験に参加することによる利益と不利益
本研究に参加することによる費用の負担はありません。参加されなくても不利益を受けることはありません。

以上、何ご不明な点がありましたらご連絡ください。
本研究へのご理解とご協力に感謝いたします

4,結果

《実験の結果》

順位	味の種類	唾液量	順位	味の種類	唾液量
	[g]			[g]	
1	塩+う	0.822	6	塩	0.259
2	う	0.576	6	苦+う	0.259
3	酸	0.574	8	甘	0.0990
4	苦	0.402	9	甘+う	0.0663
5	酸+う	0.366	10	純水	0

※純水を基準とする表

唾液量は被験者の平均

※表の塩、甘、酸、苦、うはそれぞれ塩味、甘味、酸味、苦味、うま味のこと

《回帰分析の結果》

4味にうま味を足した時の影響はどの味も高くなっており、塩味にうま味を足した時は唾液量が増え、それ以外の味にうま味を足した時は唾液量が減っていた。

5,考察

唾液分泌量の平均より、塩味にうま味を足したものが最も唾液分泌を促進することが分かった。また、うま味単体でも唾液分泌の促進が見られ、これは仮説を支持する結果となったと言える。

塩味にうま味を足したものが最も唾液分泌を促進した理由について、うま味として用いたグルタミン酸ナトリウムと、塩味の両方にナトリウムが含まれていることによって全体のナトリウム量が塩味単体、うま味単体よりも増加している。よって、ナトリウムの量と唾液の分泌量に正の相関がある可能性がある。

加えて、うま味を足した時にすべての味と相関があったが、うま味に塩味を足したものの以外の味では唾液分泌が単体よりも促進されなかったことについても上記の理由によるものだと考える。

6,結論

結果と考察より、唾液分泌を促進するには単体ではうま味、4味にうま味を足したものでは塩味にうま味を足したものが最も効果的であると考えられる。

また、塩味以外の味にうま味を足したときには唾液分泌が単体のときよりも抑制される。

7,今後の展望

先行研究で行われていた、温度に関する実験について、低温の場合が行われていないので試したい。

また、今回は、うま味の試料にグルタミン酸を使用した方が、その他、グアニル酸やイノシン酸を使用した場合の違いについて検証するとともに、結果より得られた、塩味にうま味を足したもののみが塩味単体よりも唾液分泌量が増加していた理由も詳しく検証したい。そして、将来的には企業と連携し、口腔ケア製品としての商品化などを目指すことで、少子高齢化の進んだ日本において、健康寿命を延ばし、コロナウィルスをはじめとした、感染症の流行により増加したマスク生活などによる口腔環境悪化のリスクを減らしたい。

8,謝辞

本実験を進めるにあたって、本校の沼尻先生にご助言をいただきました。また、ご指導いただいた本校の先生方、並びに実験に参加していただいた被験者の方々にお礼申し上げます。

9,参考文献

- (1)佐藤 しづ子,笹野 高嗣,ドライマウス治療に味覚刺激を利用する,2015,288-292
- (2)江崎 秀,八尋 美希,飯山 悟,都甲 潔,苦味の温度依存性と味センサの応答特性
- (3)杉本 久美子,味覚・うま味と自律神経活動
- (4)三橋 富子,野村 歩,塩味とうま味の相互作用

R7.8.6

令和7年度

スーパーサイエンスハイスクール

生徒研究発表会

代表ポスター

クロロフィルを増やそう！ ～藻類の培養と光周期の違いによるクロロフィル含有量変化の比較～

0415 川口市立高等学校 濱野ふう香 林真歩 山本奏 吉野日和

研究背景

- 本校のボート部が練習している漕艇場で藻の大量発生があった。
- この藻類を何かに活用できないかと調べたところクロロフィルの有用な活用例を知った。^{[1][2]}
- 藻類を育てる条件を変えることで含まれるクロロフィルの量を増加させることができるのではないかと考えた。

漕艇場に生えていた藻類の同定

2024/06/06に採集した糸状藻類を光学顕微鏡を用いて観察

- 形が無分枝の線状
- 葉緑体がリボン形でらせん状

→緑藻アオミドロであると同定した(図1、2)

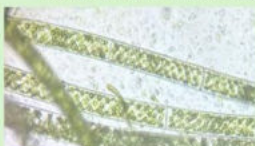


図1 採集した藻類

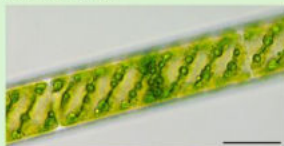


図2 緑藻アオミドロ [3]

藻類の培養方法

- 100mL三角フラスコ、ゴム栓、C培地を滅菌した
- フラスコにC培地50mLとアオミドロを0.5g入れ、ゴム栓をした
- 3台の人工気象器に、(2)で準備したフラスコを2株設置した(図3)



図3 培養中の人工気象器

実験Ⅰ：培養条件

- 6時間ごとに明暗変化 (6:6 L/D)
- 12時間ごとに明暗変化 (12:12 L/D)
- 16時間明期、8時間暗期 (16:8 L/D)

図4 日照条件の図解

の3つの培養条件下(図4)で1週間の培養を2回行った。

抽出方法

培養後全量のアオミドロ

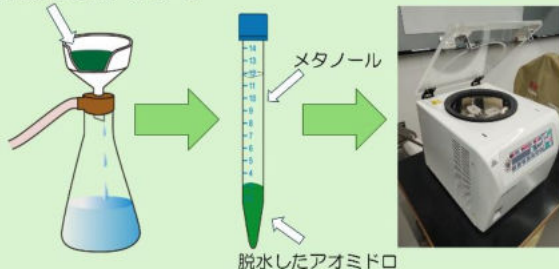


図5 色素の抽出方法

使用した分析機器

実験1ではデータの測定にe-HPLCを用いて分析し、実験2では光電比色計を用いた(図6)。



図6 e-HPLC(左)と光電比色計(右)

分析方法

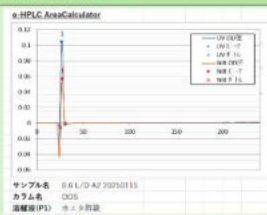


図7 6:6 L/Dのデータの一部

- 測定したデータを、専用Excelファイルを用いてグラフ化(図7)
- NIRボトムを設定しその間を積分
- 求めた面積を各培養条件で比較

実験Ⅰ：結果

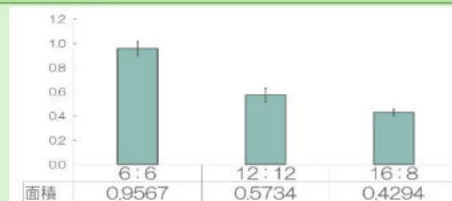


図8 ピーク面積の平均値

P値

6:6 L/Dと16:8 L/D 0.00033
6:6 L/Dと12:12 L/D 0.00001
12:12 L/Dと16:8 L/D 0.046208

※測定は1株につき2回行い、平均を求めて測定誤差を小さくした値を表示している。また、誤差範囲は標準誤差を用いた。
有意水準 $\alpha=0.05$ として、帰無仮説「光周期によってクロロフィル含有量は変化しない」とし、対応仮説を「光周期によってクロロフィル含有量は変化する」とし、検定を行うことでデータに有意差があるとしている。

実験Ⅰ：考察

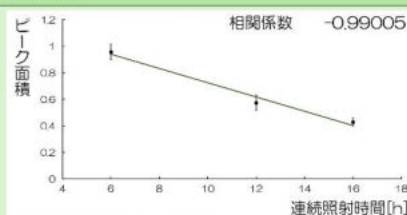


図9 散布図と近似直線

○連続照射時間が長くなるほどクロロフィル含有量が減少(図9)

→クロロフィル含有量と連続照射時間には負の相関がみられる

- 24時間あたりの日照時間が異なっていること
- 分析方法として積分区間を手動で決定していること
- 検出に用いた波長が970nmであったこと

上記の3点が、結果に影響している可能性がある。

実験2:培養方法

- (1)プラスチックカップにC培地とアオミドロを入れた
- (2)エアーポンプでエアレーションをした(図10)



図10 培養の様子

実験2:培養条件

- (1) 4時間明期、2時間暗期 (4:2 L/D)
- (2) 8時間明期、4時間暗期 (8:4 L/D)
- (3) 16時間明期、8時間暗期 (16:8 L/D)

図11 日照条件の図解

の3つの培養条件下(図11)で3株ずつ1週間の培養実験を行った。

分析方法

ランベルト・ベールの法則^[7]

$$E = kcl$$

E : 吸光度 k : 比例定数 c : 溶液の濃度 l : 光路長

吸光度は溶液の濃度と光路長に比例する。今回の実験では用いた石英セルの長さが同じなので光路長が一定になることから、吸光度は溶液の濃度のみに比例する。

→この実験では溶液の濃度をクロロフィル含有量とする。

- (1) 実験1と同様の手順で、色素をメタノールで抽出
- (2) 光電比色計(図6)で抽出液の吸光度をクロロフィルの吸収波長である420nmで測定

実験2:結果

表1 各培養条件における吸光度

4:2	8:4	16:8
1.097	1.000	0.959
1.046	1.000	1.000
1.046	1.046	1.046
1.000	1.046	0.921
1.046	1.097	1.000
	1.097	
	1.046	

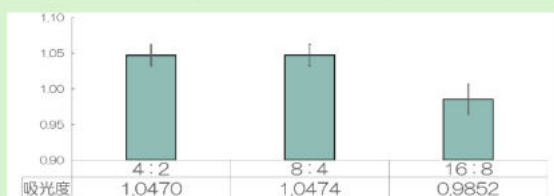


図12 吸光度の平均値

実験2:考察

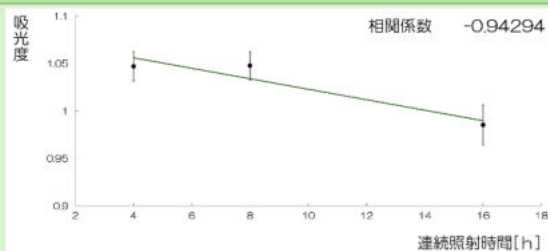


図13 散布図と近似直線

- 吸光度と連続照射時間に負の相関がみられる
- ランベルト・ベールの法則より、吸光度は物質の濃度に比例する
- クロロフィル含有量と連続照射時間には負の相関がみられる

研究のまとめ

- 実験1で測定したデータ(970nm)と実験2で測定したデータ(420nm)、ともに同程度の相関がみられた。
- どちらも強い負の相関がみられた。
 - 連続照射時間が長くなるとクロロフィル含有量は少なくなる。
 - クロロフィルを増やすためには連続照射時間を短くすれば良い!
- ★ 吸光度と連続照射時間の関係を近似できる関数を調べたい。
 - より細かい区間での吸光度の変化を調べる。

謝辞

本研究・発表において、熱心なご指導・ご協力いただきましたお茶の水女子大学の高田先生、植竹先生、川口市立高校の福原先生、山本先生、吉岡先生をはじめとした先生方に感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 緑葉抽出物で染色した綿布によるアンモニアの消臭性
<https://jissen.repo.nii.ac.jp/records/1214>
 - [2] 光合成できるボールMBRの開発
<https://event.yomiuri.co.jp/jssa/storage/archives/68/HB001CE.pdf>
 - [3] ストレプト植物アオミドロ (Spirogyra) の画像集
http://plankton.image.coocan.jp/c_algae3_10_2.html
 - [4] 海藻に含まれている色素の新しい分析方法
https://www.pref.ishikawa.lg.jp/suisan/center/kenpo/documents/kenpo3-2_1.pdf
 - [5] 培養関係/高田研究室(植物系統進化学)
https://www-p.sci.ocha.ac.jp/bio-shimadlab/ex_protocol/pr_01baiyo.html
 - [6] e-HPLC ことりUNIFLOWS
<https://www.uniflows.co.jp/uniflowsweb/e-hplc>
 - [7] 公益社団法人 日本分析化学会 吸光度法
<https://www.jsac.or.jp/bunseki/pdf/bunseki2008/200804nyuumo.pdf>
- (最終閲覧日 2025/7/31)

使用素材サイト

- 研究ネット
<https://www.wdb.com/kenq>
- 素材ラボ
<https://www.sozailab.jp/>
- いらすとや
<https://www.irasutoya.com/>
- かがくイラスト
<https://science-illust.com/>

R7.9.26

第76回

埼玉県科学技術振興展覧会

分野別審査

投稿論文

ハチノスツヅリガの UV カット効果について

川口立高等学校

SSH 氏名 石田 陽大

抄録

ハチノスツヅリガ繭に UV カット効果を持つセリシンという蛋白質が含まれているかを調べるためにハチノスツヅリガ繭と蚕繭の抽出液、セリシン標準液を HPLC で測定し、比較することでその有用性を検討した。
結果、セリシンの存在を確認し、蚕繭と同様の UV カット効果が見込まれた。

1. 研究の背景と目的

天然素材の有効活用は、環境負荷の低減と機能性材料の開発における重要な課題であると世界経済フォーラム（WEF）や国連環境計画（UNEP）など多くの組織が示している。とりわけ昆虫の繭は、その構造と機能性から多様な分野での応用が期待される。

蚕の繭糸を構成する蛋白質であるセリシンは、UV カット効果を持つことで知られ、化粧品や繊維製品への応用が進められている。セリシンは、主にセリンやアスパラギン酸で構成され、繭糸の内部にあるフィブロインを保護・強化する役割を担っている。熱水溶解性が段階的に進むことから溶解しやすい順にセリシン I, II, III, IV などに分類されることもあり、蚕繭の成分のうち 20% から 30% を占める。また、220℃ 以上で熱分解するという性質も有している。

一方、ハチノスツヅリガ (*Galleria mellonella*) は、幼虫がプラスチックを分解する能力を持つことで近年注目されているが、その繭の機能性に関する研究はほとんど報告されていない。本研究では、ハチノスツヅリガの繭に、蚕繭と同様にセリシンが含まれているかを調べ、UV カット素材として利用可能であるかどうかを検討する。

2. 方法

実験①

- (1) 蚕繭、ハチノスツヅリガ繭 (5.5g) を洗浄し、脱イオン水 (250ml) で 1 時間煮沸した。得られた溶液を「抽出液 1」とする。

- (2) 水煮した蚕繭とハチノスツヅリガ繭は、脱イオン水で2回洗浄後、0.50w/v炭酸ナトリウム水溶液(300ml)に入れ1時間煮沸する。得られた溶液を「抽出液2」とする。
- (3) 図1のようにHPLCを用いて測定し、4つの溶液のUV測定OD値を比較する。測定の条件は、測定時間120秒、データ数600個、流量1600 μ L/minである。

実験②

- (1) 純水とピュアセリシンTM(富士フイルム和光純薬)を電子天秤で測り取り、質量パーセント濃度は実験①を参照し2.00%にしたセリシン標準液を作成する。
- (2) セリシン標準液をHPLCにかけ作成したUV測定OD値データをグラフ化して実験①のデータと比較する。
- 測定の条件は実験①と同様である。

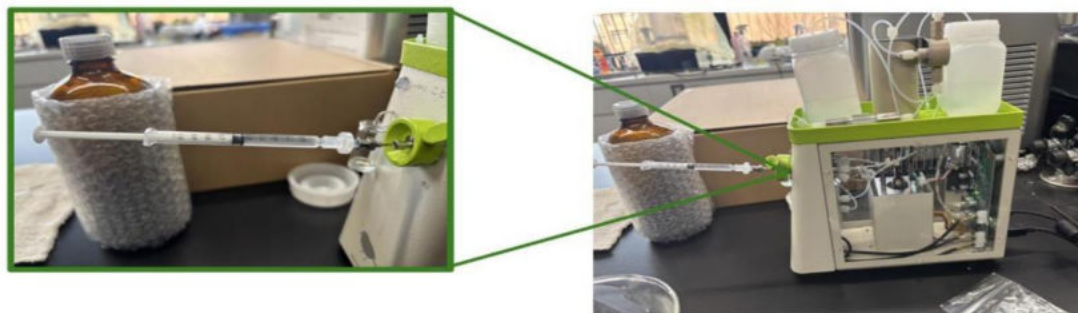


図1 HPLCに検体を入れている様子

3. 結果

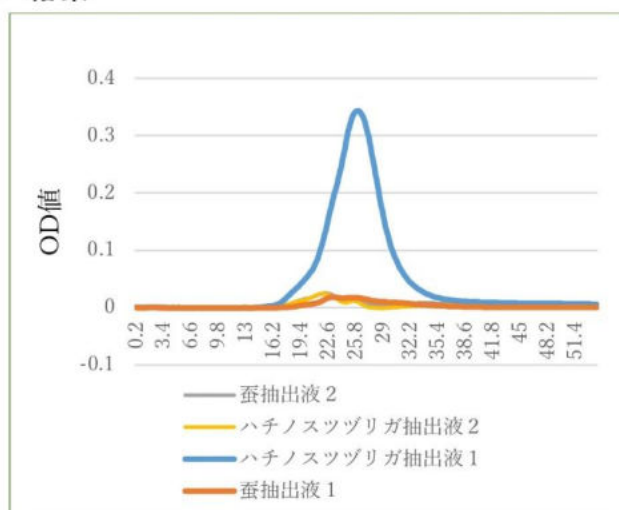


図2 実験①の結果

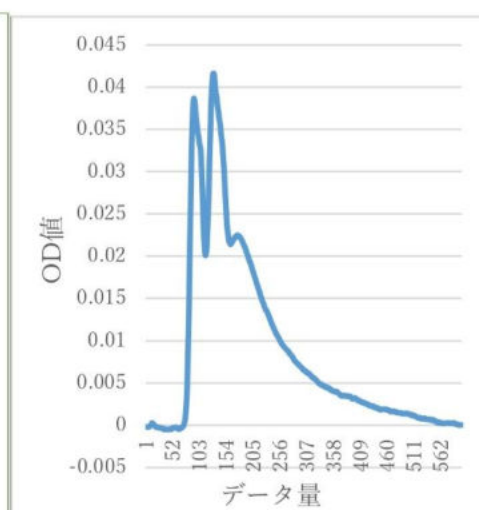


図3 実験②の結果

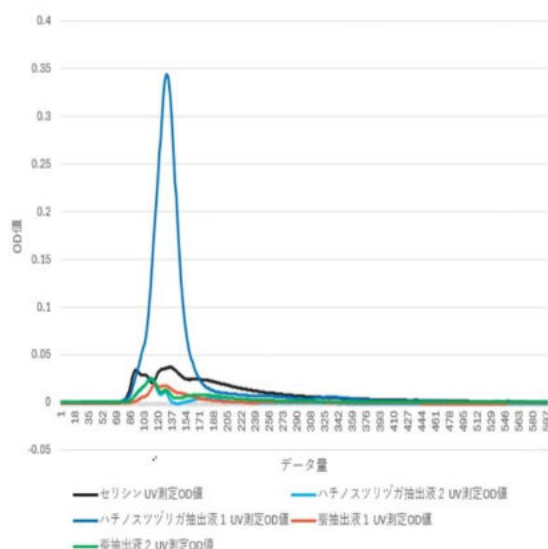


図 4 全データの重ね合わせ

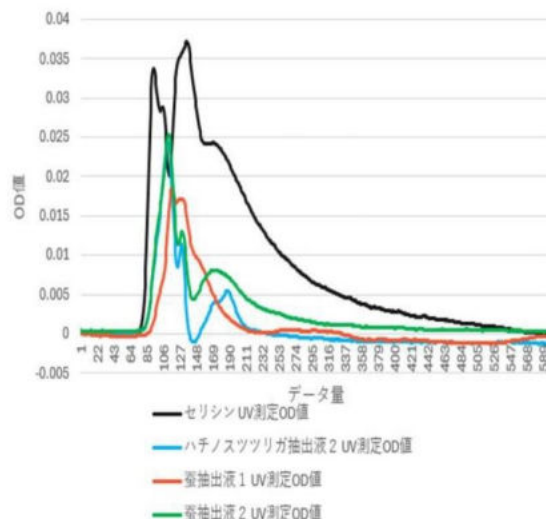


図 5 ハチノスツツリガ抽出液 1 以外

表 1 ピーク時のデータ数

	セリシン	ハチノスツツリガ抽出液 1	ハチノスツツリガ抽出液 2	蚕抽出液 1	蚕抽出液 2
第 1 ピーク / データ数	0.033797 / 95		0.024379 / 113	0.018434 / 118	0.025103 / 114
第 2 ピーク / データ数	0.037132 / 137	0.343463 / 133	0.011540 / 130	0.017084 / 128	0.012942 / 131
第 3 ピーク / データ数	0.024820 / 170		0.005435 / 189		0.008104 / 171

※グラフ上でピークが 3 つできたため、データ数の小さい方から第 1 ピーク、第 2 ピーク、第 3 ピークとする。

※UV 測定 OD 値とは、UV（紫外線）が透過しないか、つまりどれだけ吸収または減衰されるかを対数で表した数値である。

- 図 2 より、ハチノスツツリガ抽出液 1 の OD 値は他の抽出液と比較して約 18.6 倍高かった。
- 図 4・図 5、表 1 より、第 1 ピークにおけるデータ数はセリシンとハチノスツツリガ抽出液 1 で一致しなかったが、その他 3 つのデータについてはデータ数およびピーク値が概ね一致した。
- 表 1 より、第 2 ピークにおけるデータ数が概ね一致した。
- 図 4、表 1 より、ハチノスツツリガ抽出液 1 のグラフは、第二ピークにおいてデータ数が一致したもののグラフの概形やピークにおける値は大きく異なっていた。
- 図 5 より、第 3 ピークにおけるグラフの形状は蚕抽出液 1 およびハチノスツツリガ抽出液 1 を除き概ね一致した。

4. 考察

- ハチノスツヅリガ抽出液 1 のピーク値が、蚕抽出液 1 と異なること、グラフの概形もピーク値も他のデータと異なっていることより、ハチノスツヅリガ抽出液 1 で抽出された物質はセリシンではないと考えられる。
- ハチノスツヅリガ抽出液 1 の成分は、ハチノスツヅリガ繭特有の高 UV 吸収性物質やタンパク質の変性・混入が示唆される。
- 第 2・第 3 ピークにおいてはグラフの形が標準セリシンとよく一致したことよりこちらは純粋なセリシンが抽出され、セリシン標準液と近いグラフを示したことより、信頼性の高いデータである。

(ハチノスツヅリガ抽出液 1 を除く)

- 抽出液 1 と抽出液 2 ではピーク値およびグラフに差異が見られた。これは、セリシンが溶解するにつれて異なる種類のセリシンが順次抽出されるためであり、それぞれの抽出液から異なるセリシンが得られたためだと考えられる。(ハチノスツヅリガ抽出液 1 を除く)

5. 結論

- ハチノスツヅリガ繭にはセリシンが含まれている。
- ハチノスツヅリガ繭は蚕繭と同程度の UV カット効果がある。
- ハチノスツヅリガ抽出液 1 に含まれる物質は同量の蚕繭に含まれるセリシンより UV カット効果の高い物質を含んでいる可能性がある。

【今後の展望】

ハチノスツヅリガ抽出液 1 に含まれる物質の特定をする。

データ数を増やすか、ピークフィッティングで補正する。

6. 参考文献

蚕繭を用いた新規化学教材の開発 <https://x.gd/Xnoql>

光学濃度 (OD 値) とは [hts://rikenoptech.com/column](https://rikenoptech.com/column)

家蚕セリシンの主要成分の分離および構造解明と利用に関する研究

<https://x.gd/MuljW>

セリシン研究最新の進歩 <https://x.gd/X9a3T>

ハニーワームのポリエチレン分解と摂食の選択性 <https://x.gd/Le2tl>

農業・食品産業技術総合研究機構 (NARO) <https://x.gd/g0zzd>

Role of the intestinal microbiome in low-density polyethylene degradation by caterpillar larvae of the greater wax moth, *Galleria Mellonella* <https://x.gd/esIyj>

クロロフィルを増やそう！

～藻類の培養と光周期の違いによるクロロフィル含有量変化の比較～

川口市立高等学校

SSH 氏名 濱野 ふう香 林 真歩 山本 奏 吉野 日和

抄録

光条件によってアオミドロのクロロフィル(以下 CHL と記載)含有量を増やすことを目的とし、光周期による変化を調べた。光の連続照射時間を変えて培養し、抽出液を e-HPLC と光電比色計を用いて吸光度を測定し CHL 含有量を推定した。その結果、共に光の連続照射時間が短くなるほど CHL 含有量が増加した。

1. 研究の背景と目的

本校のボート部が練習している漕艇場(埼玉県戸田市)で藻類の大量発生があった。この藻類を何かに活用できないかと調べたところ、CHL の有用な活用例を知った^{[1][2]}。そこで藻類を育てる条件を変えることで含まれる CHL の量を増加させることができるのではないかと考え、私たちは培養時の光周期に着目し研究することにした。

2. 実験 1

2-1. 方法

2024/06/06 に漕艇場にて採集した糸状藻類を光学顕微鏡を用いて観察した。形が無分枝の線状であること、葉緑体がりボン形でらせん状であることから採集した藻類が緑藻アオミドロであると同定した。

次にフラスコに藻類用培地^[4]、アオミドロを入れ、ゴム栓で蓋をした。これを 25℃、照度 3600 ルクスの人工気象器に設置し、明暗周期(明期：暗期)を①6:6 ②12:12③16:8 の 3 条件で 1 週間の培養を行った。培養した全量のアオミドロから MeOH10mL で色素を抽出し、遠沈管と遠心分離機を用いて、不純物を沈殿させた。上澄みをシリンジに取り、e-HPLC で測定し、グラフにした。このグラフのピーク面積は物質質量に比例する。ピーク部分を積分し、求めた面積を CHL 含有量として培養条件ごとに比較した。



図 1 培養の様子

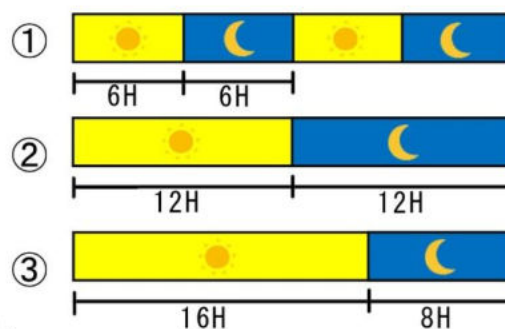


図 2 照射時間の図解

2-2. 結果

測定は1株につき2回行い、その平均を表1に示した。培養条件ごとの平均を図3に示した。また、誤差範囲は標準誤差を用いた。

表1 ピーク面積の値

	①6:6	②12:12	③16:8
培養1回目A株	1.00305	0.462	0.4746
培養1回目B株	0.7227	0.5724	0.4859
培養2回目A株	1.09055	0.7805	0.3912
培養2回目B株	1.01065	0.4788	0.3653

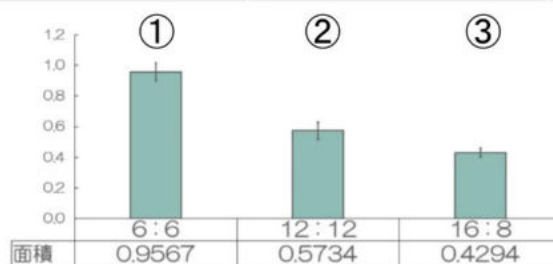


図3 培養条件とのピーク面積平均値

2-3. 考察

結果をもとに、有意水準を $\alpha=0.05$ 、帰無仮説を「光周期によって CHL 含有量は変化しない」、対立仮説を「光周期によって CHL 含有量は変化する」として t 検定を行い、p 値を算出した(表2)。すべての組み合わせで p 値が有意水準を下回っていることから、帰無仮説は棄却され、対立仮説は支持された。

表2 t 検定の結果

	p 値
①と②	0.00001
①と③	0.00033
②と③	0.046208

また、光の連続照射時間が長くなるほど CHL 含有量が減少し、CHL 含有量と光の連続照射時間には負の相関がみられた。しかし、24 時間あたりの照射時間が異なっていること、分析方法として積分区間を手動で決定していること、検出に用いた波長が 970nm という CHL の吸収スペクトル外であったことの3点から対立仮説を証明するには不十分であると考え、次の実験を行った。

3. 実験2

3-1. 方法

プラスチックカップに藻類用培地、アオミドロを入れて蓋をした。このカップを人工気象器に設置しエアレーションを行った。24 時間あたりの照射時間を 2:1 に揃え、明暗周期を④4:2⑤8:4⑥16:8 の3条件で1週間の培養を行った。次に実験1と同様の手順で色素を抽出し、光電比色計を用いて抽出液を CHL の吸収スペクトルである 420nm で吸光度を測定して値を比較した。

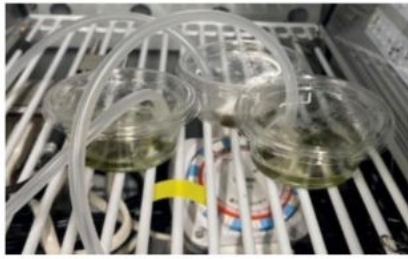


図4 培養の様子

3-2. 原理

ランベルト・ベールの法則^[6]

$E = kcl$ E : 吸光度 k : 比例定数 c : 溶液の濃度 l : 光路長

3-3. 分析方法

ランベルト・ベールの法則より吸光度 E は溶液の濃度 c と光路長 l に比例する。今回の実験では測定に同一規格の石英セルを用いたため光路長が一定になる。このことから吸光度は溶液の濃度のみに比例する。本研究では溶液の濃度を CHL 含有量とした。よって吸光度の差を比較することで CHL 含有量の差を比較することができる。

3-4. 結果

表3 吸光度の値

④ 4 : 2	⑤ 8 : 4	⑥ 16 : 8
1.097	1.000	0.959
1.046	1.000	1.000
1.046	1.046	1.046
1.000	1.046	0.921
1.046	1.097	1.000
	1.097	
	1.046	

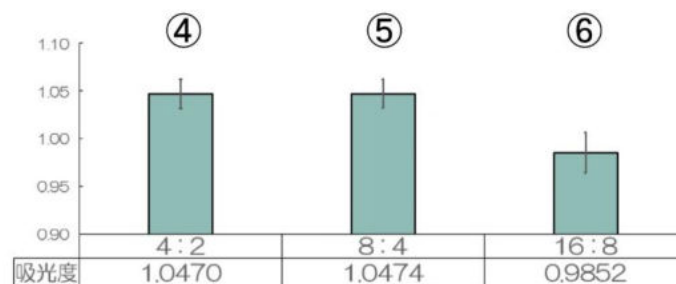


図6 測定した吸光度の平均値とグラフ

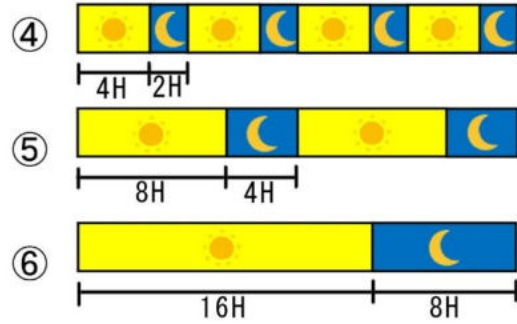


図5 照射時間の図解

4. 考察

図 7、図 8 は実験 1、2 で測定した値と光の連続照射時間の関係を散布図にし、直線で近似したものである。

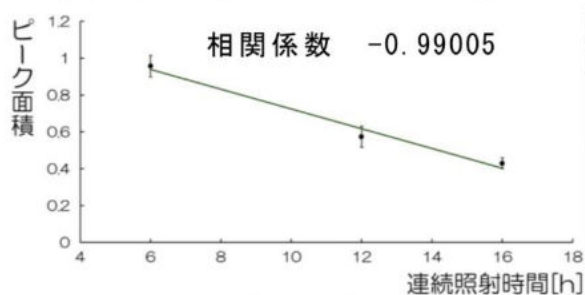


図 7 実験 1 の散布図と近似直線

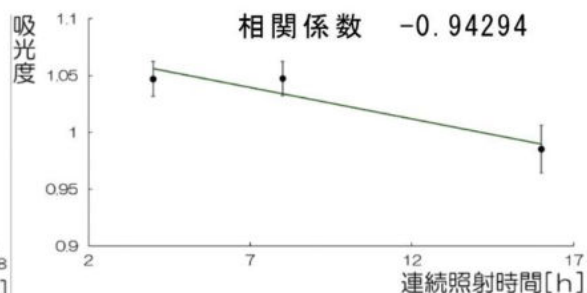


図 8 実験 2 の散布図と近似直線

実験 1 で測定した値 (970nm) と実験 2 で測定した値 (420nm)、異なる 2 つの手法で測定した値に同程度の強い負の相関がみられた。このことから光の連続照射時間が長くなると CHL 含有量は少なくなる。つまり CHL を増やすためには光の連続照射時間を短くすれば良い。

5. 結論

実験 1、2 の結果より光の連続照射時間が短いほど CHL 含有量が多くなると分かった。また、図 8 の相関係数より吸光度と光の連続照射時間の関係性を直線で近似するのは不十分であると考えた。そのため、今後は光の連続照射時間をさらに細かく区分し吸光度を測定することで、関係性を表す関数とその係数を求めたい。

6. 参考文献

[1] 緑葉抽出物で染色した綿布によるアンモニアの消臭性

<https://jissen.repo.nii.ac.jp/records/1214>

[2] 光合成できるボール MBR の開発

<https://event.yomiuri.co.jp/jssa/storage/archives/68/HB001CE.pdf>

[3] 海藻に含まれている色素の新しい分析方法

https://www.pref.ishikawa.lg.jp/suisan/center/kenpo/documents/kenpo3-2_1.pdf

[4] 微生物系統保存施設

<https://mcc.nbrp.jp/02medium.html#c>

[5] e-HPLC ことり UNIFLOWS

<https://www.uniflows.co.jp/uniflowswp/e-hplc>

[6] 公益社団法人 日本分析化学会 吸光光度法

<https://www.jsac.or.jp/bunseki/pdf/bunseki2008/200804nyuumon.pdf>

(最終閲覧日 2025/7/31)

野菜を用いた色素増感太陽電池
～経過日数による色素と電圧の変化～

川口市立高等学校
SSH 氏名 近藤 大雅

抄録

タマネギの鬼皮から抽出したケルセチンという色素の日数経過による吸光度 (UV 測定 OD 値) とケルセチンを用いた色素増感太陽電池の電圧の変化を調べた。

その結果、ともに減少傾向が見られたが 2 つに因果関係はないと考えられた。

1. 研究の背景と目的

昨今、食品ロスの深刻化が社会問題となっている。図 1 にあるようにその中でも野菜類の廃棄量は特に多くなっている。その再利用方法の一つとして、廃棄物から抽出した天然色素を用いて色素増感太陽電池 (dye sensitized solar cells 以後 DSSC) の作製ができないかと考えた。DSSC とは、酸化物半導体と光を吸収する色素分子を組み合わせた電極を用いて発電を行う太陽電池である。本研究では、タマネギの外皮 (通称: 鬼皮) から抽出可能な天然色素「ケルセチン」に着目した。タマネギを加工する過程で生じる鬼皮は、堆肥化などでの再利用が難しく、多くが廃棄されている。しかし、この鬼皮にはポリフェノール類が豊富に含まれており、とりわけケルセチンの含有量が高いことが知られている。これまでの実験で、ケルセチンを色素として用いた DSSC によって電圧が発生することが確認されており、その有用性が示唆された。本実験では、色素抽出後の経過時間ごとに UV 測定 OD 値を行い、ケルセチンを用いた DSSC における電圧の変化を調べた。

主な食品別食品ロス量割合 (%)

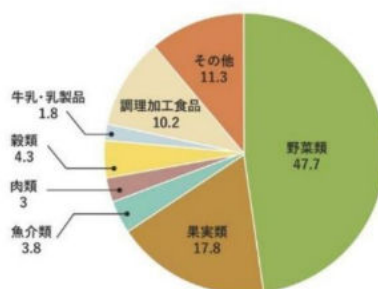


図 1: 農林水産省食品ロス統計調査・世帯調査 (平成 26 年度)

2. 方法

(1) 実験内容

- ① 抽出した当日、1週間後、3週間後の色素をそれぞれ用いて DSSC を作成した。(色素は冷蔵庫に保管)
- ② LED の光を照射して手製の電子電圧計を用いて電圧の測定を行った。
- ③ 色素を高速液体クロマトグラフィーの「ことり」を用いて経過日数ごとの UV 測定 OD 値を調べた。(測定値 90 秒、流量 $1600 \mu\text{l}/\text{min}$)

(2) DSSC の材料 (セル 1 つ当たり)

- ・FTO 透明電極(酸化スズにフッ素を添加した透明電極、 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$)…2 枚
- ・ケルセチン(タマネギの鬼皮から抽出したもの、薬品)
- ・純水… 100ml
- ・酸化チタン粉末 [TiO_2] (アナターゼ型)
- ・ポリエチレングリコール [PEG] (20000)
- ・ヨウ化カリウム溶液(原液)…10 滴
- ・ろ紙 ($45\text{mm} \times 50\text{mm}$)…1 枚
- ・6B 鉛筆…1 本

(3) タマネギの鬼皮からのケルセチンの抽出方法

純水にケルセチンを入れて加熱し、およそ 20 分間かけて抽出した。

(4) DSSC の作成工程

- ① 界面活性剤を用いて透明電極を洗った。
- ② 酸化チタンペーストの作成
 H_2O , TiO_2 , PEG を 11:5:4 の比率で混ぜた。

③ 負極の作成 (焼き付け・色素吸着)

ペーストを透明電極にセロハンテープの厚さ ($50 \mu\text{m}$) で塗布し、ペーストを乾燥させた。鉄板に乗せた透明電極に焼成を弱火 2 分強火 10 分弱火 2 分の間隔で 14 分行った。焼き付けた電極を色素溶液に漬け、吸着させた。

④ 正極の作成

もう 1 枚の透明電極に 6B 鉛筆で塗り付けた。

⑤ 組み立て

正極の炭素面にろ紙を乗せ、ヨウ化カリウム溶液 10 滴を滴下した。
負極を取り出し、正極と重ねクリップで固定した。



図 2: 作成した DSSC

3. 結果

表 1: 日数ごとのケルセチンを用いた電圧の比較

	当日	1 週間後	3 週間後
電圧 (平均) [V]	0.10809	0.110798	0.067477

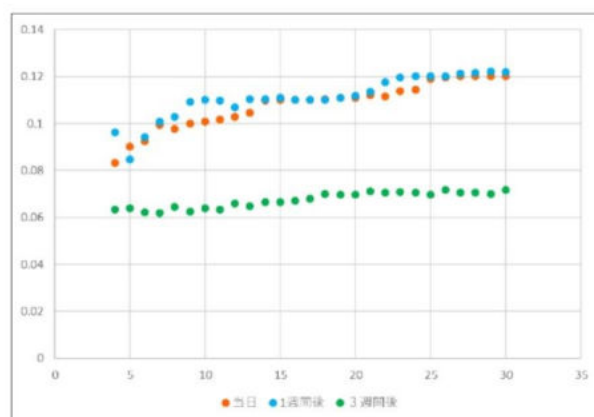


図 3: ケルセチンを用いた DSSC の電圧の比較図

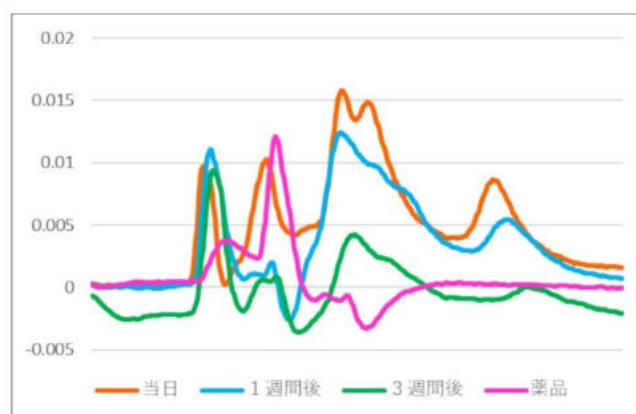


図 4: ケルセチン溶液の UV 測定 OD 値の比較図

4. 考察

ケルセチンの含有量は日数の経過とともに減少しており、その変化は UV 測定
の OD 値から数値的に示すことができた。一方で、DSSC の電圧が最も大きく減
少したのは、1 週間後から 3 週間後の期間であったのに対し、ケルセチンの OD
値の減少が最も顕著だったのは、抽出当日から 1 週間後の間であった。この結
果から、電圧の減少に直接影響を与えているのはケルセチンの減少ではなく、1
週間後から 3 週間後の間に顕著に減少した別の成分である可能性が示唆され
た。そこで、熱湯によりタマネギの鬼皮から抽出された成分のうち、電圧の低
下に関与していると考えられるものとして、「ケルセチン配糖体（ケルセチンと
糖が結合した化合物）」が考察された。

5. 結論

ケルセチンの UV 測定 OD 値と電圧は日数を経るごとに減少した。また電圧も減少したが、この 2 つに因果関係はないと考えられた。これまでの考察を踏まえて、次の展望を挙げた。

- ・色素を吸着させた DSSC が日数の経過によって発生する電圧の変化を調べる。
- ・ケルセチン配糖体などタマネギの鬼皮に含まれている物質の UV 測定 OD 値を調べ、電圧の減少との関連性を調べる。
- ・酸化防止剤など色素の劣化を防ぐ作用を施した場合の色素の UV 測定 OD 値と電圧の変化とその関係を調べる。
- ・紫外線によるケルセチンの UV 測定 OD 値と電圧の変化を調べる。

6. 参考文献

秀明八千代高校

<https://www.shumeiyachiyo.ed.jp/jhs/topics/2023/01/24/18736.html>

株式会社プロセシオ

<http://processio.co.jp/structure/>

・埼玉大学学術情報リポジトリ

色素増感太陽電池の性能向上と化学教材の開発

[https://sucra.repo.nii.ac.jp > record > files > KY-AA12318206-6501-13.pdf](https://sucra.repo.nii.ac.jp/>record/>files/>KY-AA12318206-6501-13.pdf)

東京大学

<http://kuroppe.tagen.tohoku.ac.jp/~dsc/cell.html>

タマネギ外皮からのケルセチン類抽出方法の開発

https://www.naro.affrc.go.jp/org/warc/research_results/h17/07_ryutu/p237/index.html

これからの暮らしと社会 KOKOCARA (図 1 の出典)

<https://kokocara.pal-system.co.jp/2019/02/04/cost-of-food-loss/>

国立大学 56 工学系学部 色素増感太陽電池を作ろう！

<https://www.mirai-kougaku.jp/laboratory/pages/121031.php>

体脂肪低減効果を有するケルセチン配糖体配合飲料の研究開発特定保健用食品「伊右衛門 特茶」の開発

https://katosei.jsbba.or.jp/view_html.php?aid=

7. その他

本研究にご協力いただいた多くの方々に感謝申し上げます。

令和6(2024)年度
川口市立高等学校
2年次理数科課題研究 研究論文集

令和8(2026)年 3月 発行
発行者 川口市立高等学校理数科推進部
印刷 有限会社 早船印刷