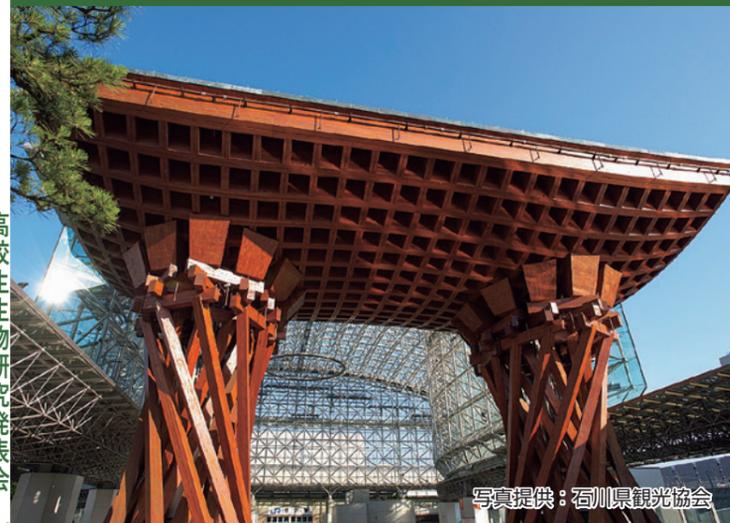


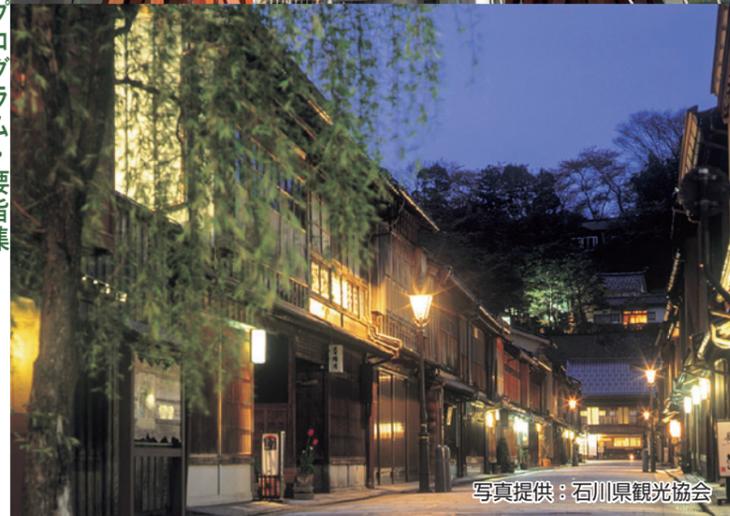


高校生生物研究発表会

プログラム・要旨集



写真提供：石川県観光協会



写真提供：石川県観光協会



写真提供：石川県観光協会

# 第66回日本植物生理学会年会特別企画 高校生生物研究発表会



プログラム・要旨集

2025年3月16日(日)

金沢大学 角間キャンパス  
自然科学本館アカデミックホール

主催 第66回日本植物生理学会年会委員会

二〇二五年三月(金沢)

## プログラム

8:30～10:00 受付・ポスター掲示

10:00～12:00 ポスター説明・質疑応答(自然科学本館アカデミックホール)

10:00-10:30 奇数番号の発表

10:30-11:00 偶数番号の発表

11:00-12:00 全番号の発表

12:00～13:30 休憩

13:30～14:00 表彰式

14:00～15:00 交流会イベント

15:00 閉会

1 ゼニゴケにおけるカドミウム耐性とトリオースリン酸イソメラーゼの関連性の検証

谷 有咲

広尾学園高等学校

2 対峙培養法におけるヒラタケとカビの成長範囲変化

奥原 世梨、清水 茉優、延田 考聡、本多 正樹

石川県立七尾高等学校

3 植物の成長と光量子束密度および温度の関係

櫻井 風歌、高山 莉空、谷口 想楽、福田 拓海

石川県立七尾高等学校

4 七尾高校所蔵ヤマイヌ剥製標本はニホンオオカミか

北谷内 結月、竹澤 翔、山口 色葉、山端 美潤

石川県立七尾高等学校

5 メダカは鏡に映った自分を「自分」と認識できるのか

礪辺 悠生、金沢 寧々、蓮本 望乃、平野 立季

石川県立七尾高等学校

6 柑橘類の成分の抗菌・抗真菌作用と成分間の相乗効果について

木元 真央、新木 慎侑子、村田 咲笑、矢田 葉音

石川県立七尾高等学校

7 冬虫夏草に恋をした—キノコ子実体を利用した生物農薬の可能性—

亀田 正太郎、倉井 飛雄馬、栗田 萌生、佐藤 映留夢、小野 茉央、栗崎 桃子

作新学院高等学校

8 発酵食品(麴)の機能性の研究

荒川 由翔、蘇我 秀、森 貴俊、戸室 心優、村上 琴音、村上 日南望

作新学院高等学校

- 9 ダイコンの部位ごとにおけるイソチオシアネートの生成量の違いとその理由  
浦川 朔太郎、梅田 琴華、上田 匠馬  
大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎
- 10 浸透圧による脱水作用を利用したニンジンの食感を保つ保存方法  
笹岡 真、天道 桃子、西村 杏樹  
大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎
- 11 加勢川の水中に生育するチドメグサ属 ～陸上から水中への適応～  
白石 春樹、中山 陽生、日野 諒太郎  
熊本県立熊本高等学校
- 12 アレロパシーの生育阻害に着目した木本の草本への効果～柿の木の雑草類に対する影響～  
山下 晴聖、轟木 瑠泉、矢野 心陽、吉田 夢来  
金光学園中学・高等学校
- 13 ナガミヒナゲシのアレロケミカルの探索  
酒井 晴朗、河野 真矢、清原 世梨、小山 明姫  
茗溪学園高等学校
- 14 ボルボックス体細胞の単離現象  
山本 和希、遊馬 花乃  
埼玉県立越谷北高等学校
- 15 高粘度培地におけるミドリムシの運動速度と実験室におけるフェノール硫酸法の確立  
小杉 空、高松 南帆、柄田 萌結、中井 彩花、森 響生、藪野 雅都  
石川県立金沢泉丘高等学校
- 16 イネ胚乳の生長についての研究～サリークイーンの特性について～  
植野 菜々子  
ノートルダム清心学園清心女子高等学校
- 17 金沢春菊と源助大根における組織培養法確立のための基礎研究  
河合 莉瑚、桑原 椋太郎、高田 涼真、屈 日恵、渡辺 和奈  
石川県立金沢泉丘高等学校
- 18 これってもしかして、フィトクロム入れ替わってる！？ ～自作装置を用いた R-FR 光可逆性の検出への挑戦～  
廣田 陽世、山本 美璃、高崎 優嘉、山崎 すす  
白梅学園高等学校
- 19 泳げ、走れ、ちょっと潜れ！ ～ハマダイコンのトライアスロン種子散布戦略～  
廣木 良子、青木 麻桜、宮下 結莉、青野 百花、坪井 妃波、加藤 瑠華、高橋 百合弥  
白梅学園高等学校

- 20 鳥取市内におけるネザサの一斉開花 ～ネザサは減少していくのか～  
下田 悠翔、伊藤 駿、吉田 昂太  
鳥取県立鳥取西高等学校
- 21 十六夜池のユーグレナの培養方法の確立  
長瀬 有慶、春名 伽保、水野 悠有  
岡山県立津山高等学校
- 22 植物糖鎖の血液型抗体反応性を引き出す処理条件の検討  
池田 優花  
ノートルダム清心学園 清心女子高等学校
- 23 葛の有効活用法～葛茶を美味しく～  
青木 陽菜、田島 小春、永井 優衣、宮本 明果  
奈良学園高等学校
- 24 オオカナダモの紅葉要因とその仕組み  
田邊 美悠、根津 暦実、藤原 和奏  
お茶の水女子大学附属高等学校
- 25 植物が持つ止血効果の可能性～植物の秘めた力を探る～  
齋藤 里紗、阪本 芽依  
ノートルダム清心学園清心女子高等学校
- 26 オジギソウの刺激に対する順応機構の生理学的研究  
小松 和滉  
長野県諏訪清陵高等学校
- 27 レタスの鮮度が落ちにくい保存方法とは  
藤若 すず  
神戸大学附属中等教育学校
- 28 米作りのできる環境問題への取り組みとは  
川原 伊織、笹木 悠矢、新谷 葵、星野 大翔、松井 奏樹  
石川県立小松明峰高等学校
- 29 明峰高校周辺の雑草の分布と状況調査  
伊藤 和那、井上 聡、上野 真輝、坂本 美桜、村井 大輔  
石川県立小松明峰高等学校
- 30 酵母の代謝による還元糖検出と代謝量の測定 ～微生物燃料電池に適した酵母の条件とは？～  
山下 陽生  
京都市立京都工学院高校

- 31 ナギのアレロパシー効果  
植田 沙弥加、上平 佳奈  
奈良県立青翔高等学校・青翔中学校
- 32 ヤマトマナ水耕液栽培における高ポリフェノール化と低カリウム化の両立について  
原田 季智、藤村 侃奈、安川 姫那、畑中 朔弥  
奈良県立青翔中学校・高等学校
- 33 塩水・温湯処理によるヤマトマナの低カリウム化とクロロフィル増加Ⅱ  
三好 風鈴、加藤 知、寺川 杏菜、吉岡 佑莉  
奈良県立青翔中学校・高等学校
- 34 スベリヒユの止血効果の仕組みⅢ  
吉松 奈津葵、安田 朋歩、佐藤 野愛  
奈良県立青翔中学校・高等学校
- 35 エタノールを用いて野菜の高温障害を防ぐ  
中 桜二郎、森中 いづみ、舟田 真睦、吉村 粹  
石川県立小松高等学校
- 36 ブドウから発生するプラズマを継続させる条件の検証  
庄田 葵、二口 美弥里、吉光 美陽、吉村 侑夏  
石川県立小松高等学校
- 37 ミカンのおいしさを決定する要因の解析  
菊池 由季乃、中村 麟太郎、濱浦 いろは、堀田 比呂  
石川県立小松高等学校
- 38 丹波市の特産品 丹波白雪大納言小豆の探索  
井上 柊汰  
兵庫県立氷上高等学校
- 39 白色腐朽菌を用いたセルロースからのグルコース生成法の提案  
稲沖 龍一、内田 陽貴、島上 翔太郎、安田 凱音  
石川県立金沢泉丘高等学校
- 40 「中町コンポスト」が植物の成長に与える影響  
村田 蓮音、松本 謙太郎、前野 昂、木村 遥香、小林 祐奈、蜜澤 陽菜、降旗 悠真、青島 伽穂  
莉、小松 知沙、荒木 大冴、永井 大馳、齊藤 那海希、大瀧 楓華、川上 理菜  
松本昭和学園エクセラン高等学校
- 41 ハボタンにおける色戻りの原因解明  
米田 浩大、安立 和奏、齋藤 陽歩  
名城大学附属高等学校

- 42 セイヨウタンポポを実際に食べてみた 野生セイヨウタンポポの食用性と安全性の実証実験  
渡辺 泰斗  
東京都立大泉高等学校
- 43 寄生植物ネナシカズラは宿主の蒸散力さえも利用する!?  
小林 礼奈  
横浜サイエンスフロンティア高等学校
- 44 シロイヌナズナ種子に対する磁気処理が発芽までの時間に与える影響について  
池田 茉央、大森 彩永、南 襄  
北杜市立甲陵高等学校
- 45 サウンドベジタブル～音は植物の生長に影響するのか～  
渡部 真衣、一色 優希  
山脇学園高等学校
- 46 糸を出してトゲを鋭く研ぎあげるアガベ・フェリフェラ ～リュウゼツラン属における葉の先端のトゲの進化に関する考察～  
相澤 里穂  
横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校
- 47 風を徹底的に利用したタカサゴユリの種子散布の流体力学的解析  
森川 冴音  
横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校
- 48 ホウレンソウにおける白色顆粒の役割  
枝川 咲菜、金光 都芭、小崎 蒼南  
兵庫県立宝塚北高等学校
- 49 LED とレーザー光線が植物の光合成や生育に及ぼす影響  
土屋 咲  
UTokyoGSC-Next
- 50 遮光ネット以外で葉焼けを防ぐには？  
六本木 樹  
前橋女子高校
- 51 ローズマリー由来物質による成長抑制作用機序の解析  
吉田 好佑  
山形県立山形東高等学校

- 52 大泉高校のドクダミが保有する物質の意義 ―ツル状物質の存在範囲と通水や栄養の貯蔵の役割の調査―  
奥住 竜太  
東京都立大泉高等学校
- 53 シロツメクサの維管束数を決める要因  
酒井 やまと、野田 蓮成、松尾 隼太郎、坂田 佳優、今井 一志  
石川県立金沢桜丘高等学校
- 54 イチヨウウキゴケ *Ricciocarpus natans* の形態変化とその要因に関する研究  
八峠 雄真、横山 蒼太、四方 秀磨、上島 佑太、中尾 章人、張 冉冉  
埼玉県立蕨高等学校
- 55 糖に含まれる水素を利用した酵母型微生物燃料電池の発電機構調査  
馬谷 音々、田中 結人、吉岡 英究、澤 寿樹  
京都市立京都工学院高等学校
- 56 切断後の処置が植物に与える影響  
高須 理紗子、西川 菜々美、松村 美空  
京都府立嵯峨野高等学校
- 57 ポリフェノールでウニの卵子を若返らせる！  
田村 文  
ノートルダム清心学園清心女子高等学校

## ゼニゴケにおけるカドミウム耐性と *TP* 遺伝子の関係性

広尾学園高等学校

谷有咲

【目的】カドミウムとは、人体に有害な重金属である。火山活動や工場からの廃棄物により土壌が汚染され、人体や農作物に被害を与えることが社会問題となっている。植物のカドミウム耐性機構を解析することにより、この社会問題の解決が期待できる。この社会問題の解決法として、カドミウムに耐性持ち汚染された土壌でも生育できる農作物の開発や、カドミウムに耐性がありかつ蓄積できる植物を用いて土壌を浄化するファイトレメディエーションなどが挙げられる。これらの方法を実現するためには、植物におけるカドミウム耐性機構をより詳細に解析する必要がある。モデル植物シロイヌナズナにおいて、解糖系で働く *TRIOSEPHOSPHATE ISOMERASE* (*TP*) 遺伝子の変異株は、野生型と比べ極端にカドミウム耐性が下がることが先行研究から知られているが、その詳細な作用機序は明らかになっていない。本研究では、もう一つのモデル植物であるコケ植物タイ類ゼニゴケ (*Marchantia polymorpha*) を用いて、ゼニゴケ *TP* (*Mp TP*) 遺伝子のゲノム編集ラインと過剰発現体を作成し、カドミウムストレス下での生育の違いを観察することにより、*TP* 遺伝子とカドミウム耐性の関連性を明らかにする。

【実験方法】*Mp TP* 遺伝子の欠損変異体を作製するために、*TP* の酵素活性に必須であるシステイン残基の部位をコードする塩基配列あるいはその周辺の塩基配列をゲノム編集するための CRISPR-Cas9 のベクターを作製した。アグロバクテリウムを用いてゼニゴケ野生型にゲノム編集ベクターを導入し、薬剤選抜により取得した形質転換体からゲノムDNAを抽出し、ゲノムDNAシーケンスによりゲノム編集が起こったラインを複数取得した。過剰発現体を作成するために、ゼニゴケ葉状体から抽出したRNAからRT-PCRにより *Mp TP* 遺伝子のcDNAを取得した。*Mp TP* のカルボキシ末端に蛍光タンパク質であるmCitrineを融合したタンパク質を発現させるため、*Mp TP* 遺伝子のcDNAを過剰発現用ベクターに組み込んだ。アグロバクテリウムを用いてゼニゴケ野生型に過剰発現用ベクターを導入し、薬剤選抜、さらに蛍光の確認により形質転換体を複数取得した。野生型と、得られたゲノム編集ラインと過剰発現体を、カドミウムを含まない培地、CdSO<sub>4</sub>あるいはCdCl<sub>2</sub>を5、8、20、50  $\mu$  Mの濃度で含んだ培地に植え、2週間培養した。2週間後、植物体の面積を計算し、通常の培地と比較して成長阻害度を計算する。

【結果・考察】計8ラインの *Mp TP* 遺伝子のゲノム編集ラインを取得したので、野生型を含めた合計9ラインを通常の培地、CdSO<sub>4</sub>あるいはCdCl<sub>2</sub>を5、8、20、50  $\mu$  Mの濃度で含む培地に植えて2週間培養した。野生型では、通常の培地で成長したもの比べて、5、8  $\mu$  Mの濃度のCdSO<sub>4</sub>あるいはCdCl<sub>2</sub>の培地では成長の阻害は観察されなかったが、CdSO<sub>4</sub>培地では20  $\mu$  Mの濃度で約49%、50  $\mu$  Mでは81%の成長阻害が見られ、CdCl<sub>2</sub>培地では20  $\mu$  Mの濃度で約43%、50  $\mu$  Mでは約86%の成長阻害が観察された。しかしながら、どの濃度のCdSO<sub>4</sub>あるいはCdCl<sub>2</sub>培地でも、ゲノム編集ラインと野生型の間でカドミウムに対する成長阻害の程度に顕著な違いはなかった。以下の結果から、先行研究のシロイヌナズナとは異なり、ゼニゴケにおいては *TP* 遺伝子がカドミウム耐性にあまり関与しない可能性が示唆された。本発表では、*Mp TP* 遺伝子の過剰発現体(計10ライン取得済み)における実験結果に関しても報告する。

## 対峙培養法におけるヒラタケとカビの成長範囲変化

石川県立七尾高等学校 SSC

奥原 世梨・清水 茉優・延田 考聡・本多 正樹

### 【目的】

各菌類間の相互作用は、510万種以上存在する菌類の中で、わずかに数十種類の組合せでしか調べられていない。私たちが行ったハイネファーム（石川県かほく市でキクラゲとヒラタケを栽培している農家）への調査から、食用キノコにもまれにカビがついてしまい、廃棄しなければならないということがわかった。カビも食用キノコと同様に真菌類に属していることから両者の相互作用について調べることはこれからのキノコ栽培において有用な情報を提供できるのではないかと考えた。そこで、本研究では、菌糸成長の早いヒラタケと食品につきやすいクロカビ・アオカビ間の相互作用を明らかにすることを最終的な目標として、「対峙培養法」という古典的手法で各種の菌糸体の成長を培地上で観察した。

### 【実験方法】

PDA寒天培地（メルク社製）を作成し、寒天培地の中心から1cmずつ離れた位置にヒラタケとクロカビ、ヒラタケとアオカビの菌糸片といった組み合わせで植菌した。この方法は対峙培養法といい、2種の菌類間の相互作用を実験室内でも簡便に観察できる方法である。温度27度、湿度95%下でヒラタケ・クロカビは11日間、ヒラタケ・アオカビは15日間インキュベーター内で培養を行った。また、本研究では、培養皿の写真撮影を行い、画像解析ソフト「ImageJ」を用いて菌糸体の成長範囲の面積を測定し、定量的な解析も行った。

### 【結果】

#### 〈ヒラタケ vs クロカビの実験〉

ヒラタケは3日目まで菌糸体を拡大したが、クロカビは8日目まで菌糸体を拡大し、その後は両種ともほぼ菌糸体が成長しなかった。

#### 〈ヒラタケ vs アオカビの実験〉

ヒラタケとアオカビともに11日目までに菌糸体を拡大し、同じ時期に成長が止まった。

### 【考察】

#### 〈クロカビの生存戦略〉

クロカビは増殖が速く、菌糸体をいち早く伸ばして資源を確保していることが示唆される。森林内で、土壌から新しい倒木や枯れ木内、落葉といった資源に素早く侵入して、比較的に利用しやすい資源を利用する生存戦略をとっていることが考えられる。

#### 〈アオカビの生存戦略〉

アオカビはクロカビに比べて増殖は速くないが、ヒラタケとアオカビの両種の成長が止まっている様子が見られたことから何らかの化学物質を使って他種の菌糸体成長を抑制している可能性が考えられる。

#### 〈ヒラタケの生存戦略〉

ヒラタケは木材内における最も難分解性のリグニンを分解できる白色腐朽菌というグループに属している。これらのグループは倒木や枯れ木内でカビなどが利用しやすい資源を利用しつくした後に定着し、残りの資源を利用しきる生存戦略をとっていることが考えられている。

## 植物の成長と光量子束密度および温度の関係

石川県立七尾高等学校 SSC

櫻井 風歌・高山 莉空・谷口 想楽・福田 拓海

### 【目的】

光の強さを変えてカイワレダイコンを栽培したところ、光が当たるほど成長するという予想に反して光が最も弱い個体で発芽率が高く、茎の長さが長くなった。そのため、温度と光の強さに着目することで植物の成長に適した環境を調べたいと思った。

### 【実験方法】

＜実験 1＞光の強さと成長の関係を調べる実験ではカイワレダイコンを用いた。暗所で7日間育てたカイワレダイコンを暗所で育て続けるグループと明所へ移動するグループに分け、移動後5日目にそれぞれの茎の伸び、乾燥重量の増加量、葉の大きさを比較した。

＜実験 2＞温度変化と光合成効率の変化の関係を調べる実験ではポトスを用いた。20℃～35℃（5℃間隔）で午前6時から午後6時に光を当て、CO<sub>2</sub>濃度を2日間記録した。

### 【結果】

＜実験 1＞明所へ移動させたグループは乾燥重量が増加し、葉は大きくなったが、茎はほとんど伸びなかった。暗所で育て続けたグループは茎が伸びたが、葉は明所へ移動したグループに比べ小さく、乾燥重量は減少した（図1, 2, 3, 4）。

＜実験 2＞CO<sub>2</sub>濃度は光を当てているときは低く、光を当てていないときは高くなった。CO<sub>2</sub>濃度の最大値と最小値の差は温度が上昇するほど大きくなった。

### 【考察】

＜実験 1＞暗所では光獲得競争に勝つために茎を伸ばすが、明所ではより盛んに光合成をするために葉を大きく成長させる。

＜実験 2＞ポトスの生育に適している 20℃～35℃の間では、温度に関係なく光合成は行われ、温度が高くなるほど光合成の効率は高くなる。

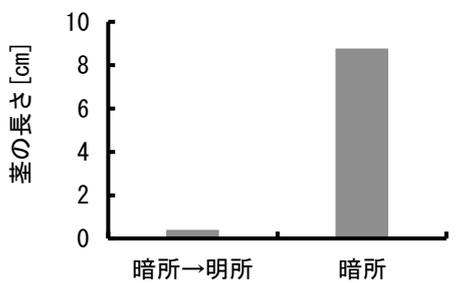


図1 茎の長さの伸び

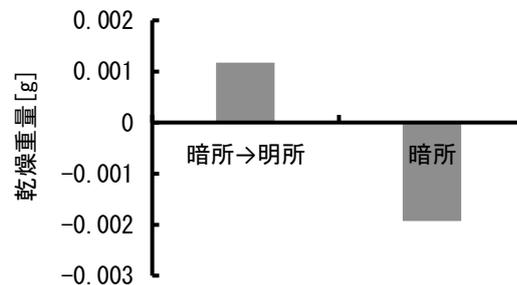


図2 乾燥重量の変化量

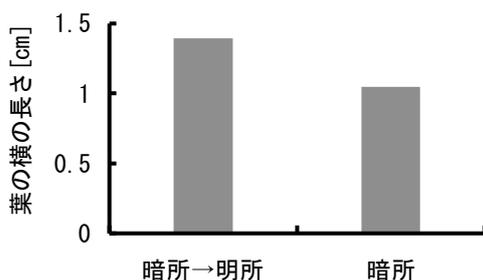


図3 葉の横の長さの平均値

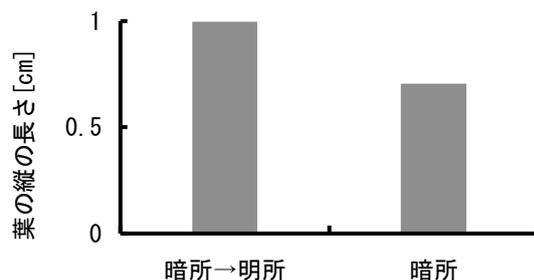


図4 葉の縦の長さの平均値

## 七尾高校所蔵ヤマイヌ剥製標本はニホンオオカミか

石川県立七尾高等学校 SSC

北谷内 結月・竹澤 翔・山口 色葉・山端 美潤

### 【目的】

ヤマイヌは、明治時代に絶滅したニホンオオカミと野犬の混称である。七尾高校所蔵ヤマイヌ剥製標本（以下本校剥製標本）にはラベルが存在していないため、作成年や個体名が不明である。昭和49年頃にも本校剥製標本に関する議論が行われており、外皮のみニホンオオカミで頭骨はキツネであるなどの複数の見解が示されている。ニホンオオカミの剥製標本は世界に6体しか存在しておらず、本校剥製標本がニホンオオカミであれば大きな発見となる。そこで、本校剥製標本の種の同定を目的とした。

### 【実験方法】

〈調査1〉ニホンオオカミの特徴が本校剥製標本の同一部位に当てはまっているかどうかを調査した。また、先行研究と同一部位の測定を行い、本校剥製標本の測定値と比較した。そしてその値が既存標本の最小値-最大値の幅に当てはまっているかを検討した。

〈調査2〉骨の有無や最小値-最大値の幅に当てはまっていたのが胴長のみであった理由を調べるため、レントゲン撮影にて、剥製内部の調査を行った。また、CT撮影にて、頭骨の立体的な形状の調査を行った。

〈調査3〉1cm×1cmの皮膚片を右後脚から採取し、DNAの抽出・増幅を行った。プライマーとして、哺乳類のユニバーサルプライマーとオオカミ用プライマーを用いた。

### 【結果】

〈調査1〉浅い額段、背筋・前脚の黒い毛がニホンオオカミの特徴と一致していた。

また、測定では既存標本の測定値からはずれない部位が多くあった。

〈調査2〉頭骨が確認されたが、胴には骨が無く、直径約5mmの針金で成形されていた。

〈調査3〉哺乳類のユニバーサルプライマー、オオカミ用プライマーの両方で増幅が見られた。

### 【考察】

毛皮についてはニホンオオカミである可能性はある。測定値が既存標本の最小値-最大値の幅から外れていた原因としては、本校剥製標本に頭部以外の骨が見られず、元の形ではないことが考えられる。頭骨については、形態とDNA解析によりキツネかどうか調べる必要があると考えられる。

## メダカは鏡に映った自分を「自分」と認識できるのか

石川県立七尾高等学校 SSC

磯辺 悠生・金沢 寧々・蓮本 望乃・平野 立季

### 【目的】

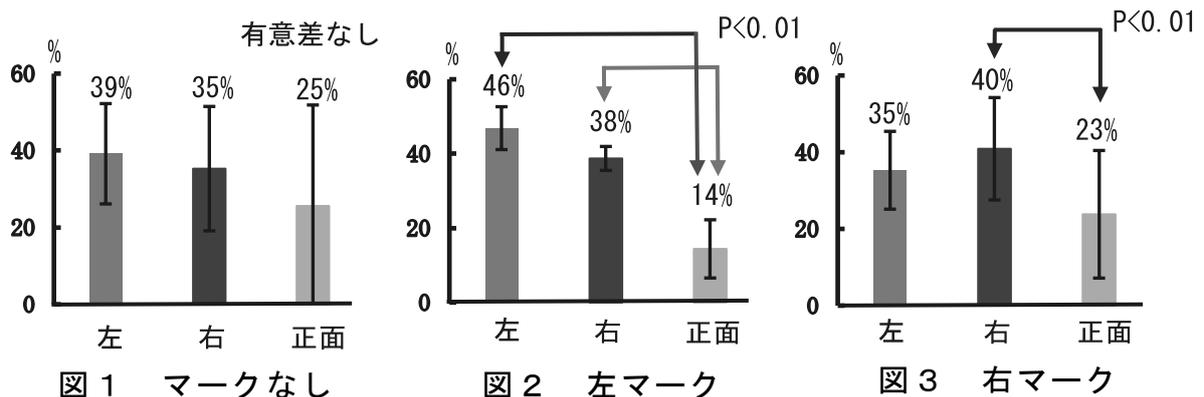
人間以外の動物が自己認識能力を持つのかについて、これまで様々な動物で研究されてきおり、チンパンジーやカササギなどで自己認識が確認されている。魚類ではホンソメワケベラのみ自己認識能力が確認されている。そこで本研究では過去の七尾高校の課題研究で鏡を認識することが確認されており、また個体識別能力を持つメダカが自己認識能力を持つのかマークテストによって調べた。

### 【実験方法】

水:炭酸水=4:1で配合した麻酔溶液の中にメダカを約2分間入れ、その後メダカの体側に注射器を使ってイラストマー蛍光タグ（緑）でマークした。マークを付け3日後に鏡の入った水槽にメダカを入れ行動をビデオカメラで10分間撮影をした。その後、動画を見ながらメダカが範囲内で鏡に対し右側、左側、正面を向けている時間を測定した。

### 【結果】

マークなしの場合、有意差はなかった（図1, N=18）。左側に付けた場合、左側を向けた時間の割合は46%、右側を向けた時間の割合は38%、正面を向けた時間の割合は14%となり、右側と正面、左側と正面それぞれの間で有意差が見られた（図2,  $p < 0.01$ , カイ二乗検定, N=3）。右側に付けた場合、右側を向けた時間の割合は40%、正面を向けた時間の割合は23%となり、右側と正面の間で有意差があった（図3,  $p < 0.01$ , カイ二乗検定, N=7）。



### 【考察】

マークを付けた場合では正面を向けた時の時間の割合が減り、側面を向けた時の時間が増えたことから、メダカは、マークを付けると体の側面を意識していたと考えられる。このことからメダカはマークを意識している、つまり鏡に映った自分を認識している可能性がある。

## 柑橘類の成分の抗菌・抗真菌作用と成分間の相乗効果について

石川県立七尾高等学校 SSC

木元 真央・新木 慎侑子・村田 咲笑・矢田 栞音

### 【目的】

クエン酸は柑橘類の果肉に含まれる水溶性の有機化合物である。リモネンは柑橘類の外果皮に含まれる、疎水性、揮発性のモノテルペンである。一般的な柑橘類に多く含まれているこれらの成分の抗菌・抗真菌作用、抗菌作用における相乗効果を調べることにより、柑橘類が病原菌やカビに対してもつ抗菌・抗真菌作用を調べることを本研究の目的とした。

### 【実験方法】

100 g のレモン果汁に含まれるクエン酸量 6.5 g より、質量濃度 6.5% のクエン酸と濃度 99.8% の d-リモネンを使用し、ディスク拡散法により実験をした。

- 〈実験1〉クエン酸を染み込ませ乾燥させたディスク、リモネンを染み込ませたディスクを、濃度 1.0% に調整した大腸菌、または一次発酵が完了した酵母を塗った LB 寒天培地に置き 34°C、24 時間で培養した。その後、ディスク周辺に形成された阻止円の有無を確認し、電子ノギスで直径を計測した。
- 〈実験2〉クエン酸 2  $\mu$ L を染み込ませ乾燥させた後にリモネン 2  $\mu$ L を染み込ませたディスクを用いて実験 I と同様の実験を行った。
- 〈実験3〉リモネンとクエン酸溶液、リモネンと精製水が 1 : 1 の割合の混合液をディスクに染み込ませ、乾燥させず培地に置き、実験 I と同様の実験を行った。

### 【結果】

- 〈実験1〉大腸菌に対して、クエン酸では 4  $\mu$ L 以上で阻止円が形成され、リモネンでは 2  $\mu$ L 以上で阻止円が形成された。酵母に対してはリモネンのみ阻止円が形成された。酵母に対して、クエン酸の量を増やしても阻止円は形成されなかった。
- 〈実験2〉実験 I のリモネン 2  $\mu$ L が形成した阻止円より有意に大きい阻止円が形成された。
- 〈実験3〉リモネンと精製水の混合液は阻止円を形成せず、リモネンとクエン酸溶液は阻止円を形成した。リモネンとクエン酸溶液が形成した阻止円の直径は実験 I のリモネン 2  $\mu$ L が形成した阻止円と有意な差はなかった。

### 【考察】

- 〈実験1〉両方の成分に抗菌作用が見られ、リモネンのみ抗真菌作用がみられた。
- 〈実験2〉実験 I のリモネン 2  $\mu$ L が形成した阻止円より有意に大きい阻止円が形成されたため、リモネンとクエン酸は相乗効果があると考えられる。
- 〈実験3〉リモネンの抗菌作用は、水分により弱くなるが、少量のクエン酸があることによって、抗菌作用が働いたと考えることができる。

## 作新学院高等学校

亀田 正太郎、倉井 飛雄馬、栗田 萌生、佐藤 映留夢、小野 茉央、栗崎 桃子

## 【目的】

昆虫の体をカビのように白く覆うポーベリア・バシアーナという冬虫夏草は、昆虫寄生菌として害虫を駆除する「生物農薬」として、アブラムシやアザミウマ、カミキリムシなどの被害を抑制するため利用されている。生物農薬は、防除効果が環境に左右されやすい、即効性に欠けるため病害虫多発時には化学農薬を使わなければならないなどの課題も多い。今日、環境に対する負荷をより低減することを目標とした農業が推進されてきていることから、化学農薬への依存が高いチョウ目防除に活用できないかと考えた。チョウ目防除には昆虫病原性線虫が生物農薬として用いられているがコスト、保存性が課題となっており、代わりにポーベリア・バシアーナを活用できないかと考えた。ポーベリア・バシアーナは、土壌中では長期間生存可能であり、感染個体が感染源となり殺虫効果が持続しやすいなどの利点が報告されている。ポーベリア・バシアーナを用い市販されている薬剤はGHA株(菌株番号103739)で、湿度80%に保ち、葉裏・成長点付近の散布がより効果的であるが、卵、4齢幼虫以上、蛹には効果が低下するといわれている。本研究は、ポーベリア・バシアーナが蛹となったチョウ目の防除に有効であるか検証を行う。また、GHA株以外のものでNBRCに保存されている20種の菌株において、有効な種を見つけだしたいと考えている。

## 【実験方法】

## (1) 実験試料

NBRCに保存されている20種類のポーベリア・バシアーナを用いる。また、感受性が低下するという報告から、カイコガの蛹を用いる。

## (2) 実験方法

本実験では、①菌糸をチップでとり、NBRCで推奨しているPSA培地、PDA培地の2種類の培地に植え付ける。その後、週単位で菌糸の生育進捗を観察する。培養条件については、庫内環境の温度は、おおよそ25度、湿度は50~60%に設定したインキュベーターを用いて培養した。②ポーベリア・バシアーナの20種類の分生子を $1.0 \times 10^5$  cells/mLに調整し、カイコガの若齢幼虫70匹に25 mL接種した後、プラントポットに植え替え、20°C、湿度90%の明所に6週間おき、観察を行った。

## 【実験結果】

① PSA培地、PDA培地の2種類の培地に植え付けた菌糸の生育状態では個体差がみられたが、PSA培地、PDA培地とも菌株103739が最も生育が良かった。② 20種類の分生子をカイコガへの接種では、菌株番号101385、103739に子実体の形成がみられ、特に、菌株103739の子実体形成が顕著であった。

## 【まとめ】

菌株により培養の状態、経皮接種で個体差がみられた。菌株番号101385、103739は、培養の状態、経皮接種での子実体の形成でも効果が認められた。本研究において接種後6週間で子実体の形成がみられたことから、防除の難しいチョウ目の幼虫に対してもカイコガ同様の効果があると推測される。このことから市販薬剤として利用されている菌株番号103739だけでなく、菌株番号101385も生物農薬として利用ができるのではないかと考える。

## 【背景と目的】

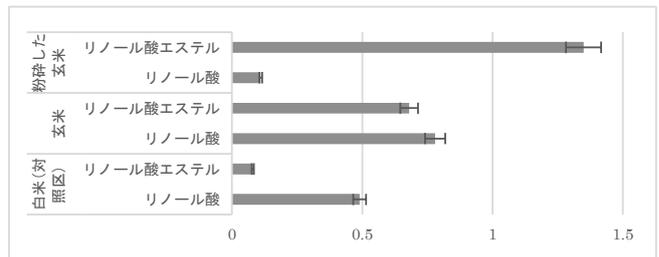
糸状菌の一種、テンペ菌で大豆を発酵させたテンペは、黄色ブドウ球菌等のグラム陽性細菌に対して抗菌性を示す物質が含まれていることが報告されている。宇都宮大学の研究においてテンペの抗菌活性を示す物質は、リノール酸や $\alpha$ -リノレン酸の脂肪酸であることが明らかになっている<sup>1)</sup>。この報告をもとに、同じ糸状菌である麴菌を用いた麴にも抗菌活性があるのではないかと考え、麴菌を用いて米を発酵させ、抗菌活性についての実験を行った。その結果、玄米麴、白米麴ともにエタノールに比べ抗菌活性が強く認められた。また、抗菌活性を示すと考えられる脂肪酸の分析ではリノール酸が多く抽出されたことから、抗菌活性を示す物質はリノール酸であると結論を出した。また、抗菌活性は白米麴に比べ玄米麴が強いことが示唆された。本研究は、前年度の研究内容を精査したところ「リノール酸は自酸化しやすいため劣化しやすい。このため、抗菌活性はリノール酸単独の働きではない」という疑問が提起されたことから、再度、玄米麴について、黄色ブドウ球菌に対する抗菌活性について検討を加える。また、玄米の形状により抗菌活性に違いがあるのかについても考察を加える。

## 【実験内容】

麴菌を発酵させる玄米の形状を変えて麴の発酵を行い①脂肪酸の抽出と同定、②抗菌活性についての実験を行った。なお、抗菌活性の増大は酵素反応に起因する可能性があるという報告<sup>2)</sup>から発酵により生じたリノール酸エチルの抽出、測定をおこなう。また、対照区として白米麴エタノール抽出物、エタノールで抗菌活性を調査したものも使用する。

## 【実験結果】

図1 試料に含まれる脂肪酸の割合(%)



## (1) 脂肪酸の抽出および同定、定量

抗菌活性を示すと考えられている脂肪酸の1種であるリノール酸は、玄米麴で多く、発酵により生成生成されたリノール酸エチルの抽出量は、砕いた玄米で生成した玄米麴で最も多く検出されている。

## (2) 抗菌活性

トリプトソーヤブイヨン6g、精製寒寒天末3gにイオン交換水200mlを加えた培地に形成された黄色ブドウ球菌のコロニー数を数え、数が多く減っているものほど麴エタノール抽出物の抗菌活性が多いことを示している。玄米麴がコロニー数が少なく抗菌活性を示すことが確認された。

図2 黄色ブドウ球菌のコロニー数

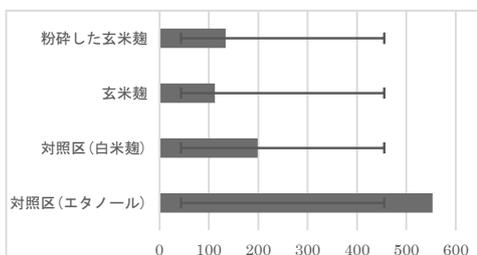
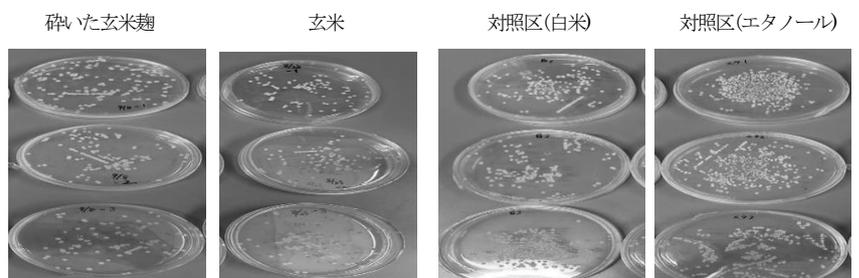


図3 黄色ブドウ球菌のコロニーの状態



考察については当日詳しく説明したいと思う。ぜひ、聞きにいらしてください。

## 【注】

1) テンペ菌による抗菌物質の清算 宇都宮大学 農学部

<https://agri.mine.utsunomiya-u.ac.jp/hpj/dept/chemj/microbio/research.html>

2) 福田翼、堤一代、森田洋 「混合培養による抗菌活性:*Bacillus subtilis*が及ぼす*Rhizopus peak*による抗菌活性の影響」  
日本食品工学会誌 9巻(2008)2号

## ダイコンの部位ごとのイソチオシアネート生成量の 違いとその理由

大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎 プルーフⅡ

浦川朔太郎・梅田琴華・上田匠馬

### 【概要】

ダイコンには辛み成分であるイソチオシアネートという成分が自身の持つ基質と酵素によって生成される。その成分の分布はどのようになっているのか、またその分布には基質と酵素のどちらが関係しているのか、本研究ではそれを明らかにした。

### 【実験方法】

実験1と実験2を行った。

#### 〈実験1〉

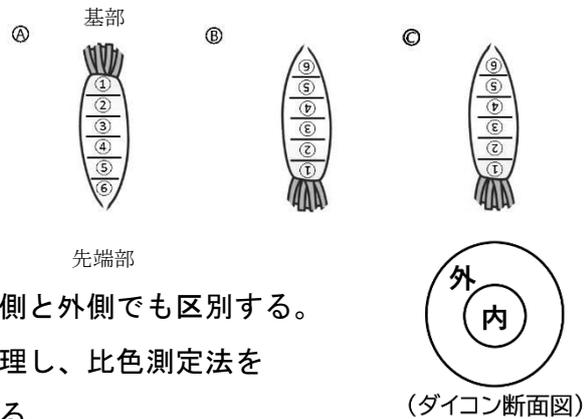
①先端部を下にして24時間保存する。

②基部を下にして24時間保存する。

③基部を下にして48時間保存する。

基部→先端部に六等分し、さらにそれらを内側と外側でも区別する。

上記の方法によって得られた各サンプルを処理し、比色測定法を用いてイソチオシアネートの生成量を測定する。



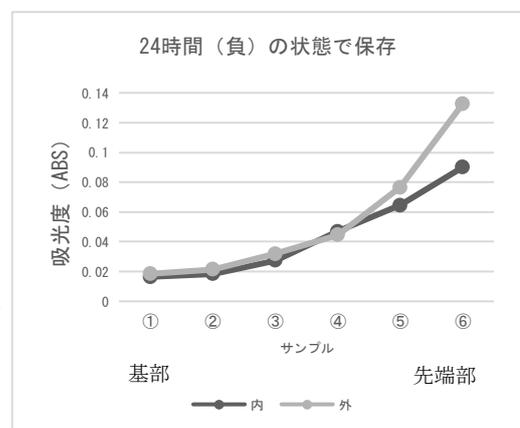
#### 〈実験2〉

大根を粉碎・搾取後、透析を行いイソチオシアネートと酵素を分別する。

上記の工程で得られた酵素を、熱処理を施し酵素を失活させたダイコンに加え、酵素の量によりどのようにイソチオシアネートが生成されるのかを測定する。

### 【結果】

〈実験1〉より、ダイコンのイソチオシアネート生成量は右図（結果より一部抜粋）のように先端部に近づくにつれ多くなることが分かり、それは保存条件によって変化しないことが分かった。また〈実験2〉よりダイコンのイソチオシアネート生成に関わっているものの考察にも至った。



## 浸透圧による脱水作用を利用したニンジンの食感を保つ保存方法

大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎

笹岡真、天道桃子、西村杏樹

### 【序論】

フードロス削減に貢献するため、保存期間が短い生鮮食品に脱水凍結を行い、品質を保ったまま保存することを目的とする。また、本研究では生鮮食品としてニンジンを用い、これの品質を「硬さ」と定義した。さらに、浸透圧が高い溶液で脱水した方が、品質を保ったまま保存することができるという仮説の元、以下の実験を行った。

### 【実験方法】

- ①サンプル作成（直径 6.9 mm、高さ 35 mmの試料を作成する。）
- ②浸透圧脱水（5h） 0.9mol/L, 1.8mol/L, 3.6mol/L のスクロース溶液を用いる。
- ③ $-18^{\circ}\text{C}$ で冷凍（6h 以上）
- ④0.9%の NaCl に浸透（5h）
- ⑤品質の測定（写真1）

a: 生、b: 冷凍のみ c: 脱水、浸透のみ、d: 全工程 の4つの状態の試料をドリップ量、官能的評価、LCR メーターを用いた測定の3種類の 방법으로評価した。

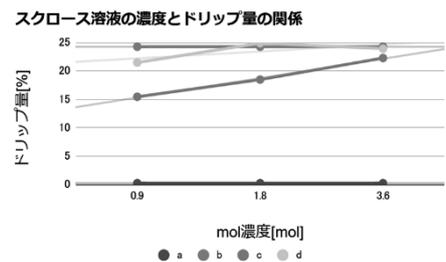


写真 1

### 【結果】

#### ①スクロース溶液の濃度とドリップ量の関係性

脱水凍結にはドリップを抑制する効果があり、濃度の低い溶液で脱水を行った方がよりドリップを抑制できることがわかった（グラフ1）。



グラフ 1

#### ②スクロース溶液の濃度と官能的評価

脱水凍結の効果はなく、濃度と食感の相関関係もないということが読み取れた。

#### ③LCR メーターの結果

脱水凍結は細胞膜の損傷を防ぐ効果があることがわかった。

### 【考察】

結果①より、保存性の向上に効果がある脱水量には限界があると考察した。また、②で仮説に反し、相関関係が見られなかった原因として、サンプル数が少ないこと、実験中に誤差が生じている可能性があること、特に官能的評価のデータが客観性に欠けることなどが考察した。

## 加勢川に生育するチドメグサ属～陸上から水中への適応～

熊本県立熊本高等学校 生物部

白石春樹・中山陽生・日野諒太郎

【目的】熊本市の加勢川の中央部に、全体が沈水しているチドメグサ属が生育していることに気づいた。新たな外来植物の侵入ではないかと考え調査を開始したが、DNA 鑑定の結果、陸上に生育するチドメグサ属チドメグサであると鑑定された。このチドメグサがなぜ水中で生育できるのかを明らかにするために調査をおこなった。

### 【調査項目】

- (1)同種と鑑定された芭蕉園に生育するチドメグサとの形態比較
- (2)水中のチドメグサの陸上栽培及び陸上のチドメグサの水中栽培
- (3)生育環境について

### 【調査方法・結果】

- (1) 水中チドメグサ、陸上チドメグサの各 17 個体 170 葉を計測

○水中・陸上どちらのチドメグサも、1つの葉に葉柄までの深い切れ込みが1か所あり、浅い切れ込みにより5つの小葉に分かれている。

○深切込と深切込方向径(長径)の比、浅切込と横径の比、また浅切込と長径の比がほぼ一致した。

○陸上のチドメグサには葉の両面に毛がある葉があるが、水中のチドメグサには毛が無い。

○陸上のチドメグサは6月に開花するが、水中のチドメグサでは花芽が見つからない。

- (2)水中のチドメグサを陸上で栽培

○乾燥には弱いが生育は可能であった。花は咲かない。また、水中のチドメグサを水槽で栽培してもほぼ枯死し、栽培は困難であった。

○陸上のチドメグサを水中のコロニー近くに移植(11月,5月)したところ約3か月にわたって生育および成長を確認した。(どちらも流失)

- (3)生育環境

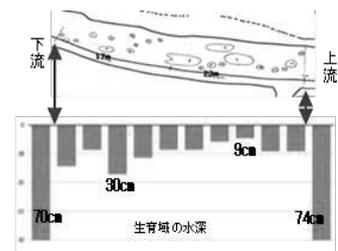
○加勢川の3地点のみに生育を確認し調査を開始した。各地点複数のコロニーを形成している。各コロニーは春から秋にかけて拡大,秋から春にかけて縮小を繰り返している。しかし,年を経るごとに生育域を下流に伸長している。令和6年9月には下流に新たなコロニーを確認した。

○水深 30cm 以下の水深が浅い場所のみ生育している。

○流速は生息域が 0.6m/s, 非生育域が 0.26m/s で生育域が速い。そのため,生育域は白く波立っているような外観である。また,川岸から湧水がわき出ていることがわかった。

○熊本の地下水の特徴と同じくカルシウム, ナトリウム, マグネシウムの濃度が高い。溶存酸素濃度も一般的な水道水に比べて高い 9.2mg/L 以上を示した。さらに,年間を通じて水温は約 20℃であるが,生育域が非生育域よりもわずかに低かった。

【考察】DNA 鑑定の結果と細かな形態比較からも水中のチドメグサと陸上のチドメグサは同種であるといえる。陸上のチドメグサの生育域は,他の植物により受光量が少なく年間の温度変化は大きいうえに種間競争もある。一方,加勢川の水中は水温が一定であり,生育に必要な成分も豊富で,他の植物もほとんど生育しておらず競争が少ない。その結果,陸上のチドメグサが水深が浅く流速の速い場所に限って定着し,生育域を拡大することができたと考えられる。さらに,水中では必要性の低下から葉の毛や花芽が形成されないように変化していると考えられる。



# アレロパシーの生育阻害に着目した木本の草本への効果 ～ 柿の木の雑草類に対する影響 ～

金光学園中学・高等学校

山下晴聖 轟木瑠泉 矢野心陽 吉田夢来

## 【目的】

農家の方の「柿の木の剪定をして枝を地面に放置しておいたところ、枝が接地している部分にだけ雑草が生えていなかった」という証言から、アレロパシー効果の中の阻害作用が影響したのではないかと考え、柿の木のアレロパシーに関わる物質、木本の草本に対する効果について考察・検証するため本研究を行った。これを検証できれば、木本から草本に対して、特に雑草類の除草に関わる農作業のみならず土壌や生物、人間の健康への影響を抑えた木本由来の除草剤の作製・代替の可能性が期待されると考え、さらに廃棄される間伐材等の木本の再利用についても追求できると考えた。

## 【実験方法】

柿の木(カキノキ科カキノキ属 (*Diospyros Kaki* Thunb.))を試料とし、柿の木の状態(枯れている・いない)、器官別に抽出液を作

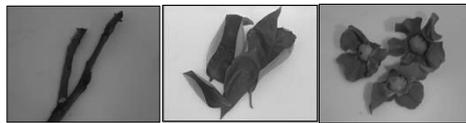


図1 実験1 ①枝 ②葉 ③実(未成熟)

製、対象の草本類は双子葉類のダイコン(アブラナ科ダイコン属 (*Raphanus sativus* L.))の種子を選択し、寒天培地に柿の木の抽出液を各濃度で混合し種子を接種・栽培する。観察項目は、I 発芽の早さ・主根・芽の伸長までの時間、II 主根の伸長、III 芽の伸長で、試料・濃度の各条件におけるダイコンの種子の生育への制限を比較する。

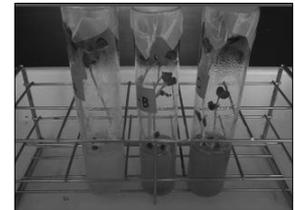


図2 実験1 ①枝 6日目

## 【結果】

各器官の試料を混合濃度 A(1%(v/v))~E(25%(v/v))の培地を用いてダイコンの種子を6日間栽培し、各項目を測定しグラフを作成して変化を比較したところ、発芽・成長に対して阻害作用と思われる影響がみられ、各条件で特徴があった。

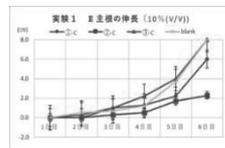


図3 実験1 II主根の伸長

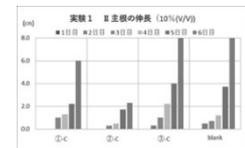


図4 実験1 II主根の伸長

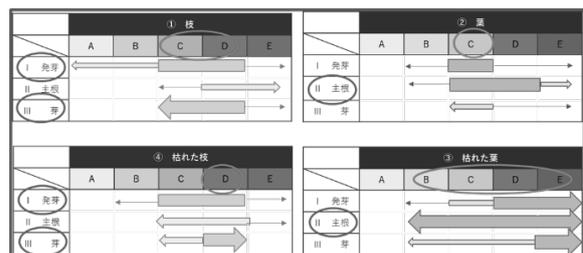
表1 枯れていない試料の主根・芽の伸長

	blank	A (1%(v/v))	B (5%(v/v))	C (10%(v/v))	D (20%(v/v))	E (25%(v/v))
① 枝						
② 葉						

## 【考察】

柿の木のアレロパシーに関わる作用は、農家の方の証言通り柿の木を剪定し放置した枝に含まれる器官の中で木部と葉に阻害作用がみられたと考える。しかし果実からは確認できなかった。そして、柿の木の状態や器官が対象となる草本類の生活史や異なる時期・器官に対して、さらに混合した抽出液の濃度で草本に対してアプローチが異なり、その制限の内容が異なると考えられる。特に枯れた柿の試料の阻害作用が大きかったが、発芽から芽や根が伸長までの時間に最も作用したのは枯れていない木部であったことなど、全ての試料が抽出液の濃度の上昇に沿って制限が大きくなる訳ではない条件があった。

図5 器官・混合濃度と作用



## ナガミヒナゲシのアレロケミカルの探索

茗溪学園高等学校 科学部生物班

酒井晴朗・河野真矢・清原世梨・小山明姫

## 【目的】

ナガミヒナゲシ (*Papaver dubium*) は強いアレロパシー作用を持つことが知られている。私たちはナガミヒナゲシのアレロケミカルを単離し、同定することを目的として研究を行った。

## 【実験方法】

ナガミヒナゲシの地上部の風乾物 (800g) をエタノール 2L に浸漬してエタノール抽出液を除く処理を 2 回繰り返した後、抽出残渣を 20% エタノールに浸漬し抽出液を得た。この抽出液を減圧濃縮したのち酢酸エチルで分画し、酢酸エチル層と水層に分けた。この水層をカラムクロマトグラフィーに供し活性のある画分を確認した後に、PTLC (ブタノール: 酢酸: 水 = 8 : 3 : 2 v/v) を行い活性画分を No. 3 と No. 4 の二つに絞り込んだ。PTLC 5 回分をまとめ、この二つの試料の乾固物を溶液 (ブタノール: 酢酸: 水 = 8 : 3 : 2) に溶解し、濃度をそろえて活性試験を行った。

## 【結果】

試料 No. 3 と No. 4 はどちらも植物体の伸長を用量依存性に抑制した (図 1)。No. 3 と No. 4 を、TLC (ブタノール: 酢酸: 水 = 8 : 3 : 2 v/v) に供したところ、複数のスポットを確認した (図 2)。

## 【考察】

試料 No. 3 と No. 4 の活性に差がないことから、どちらにも同程度の活性本体が含まれると推測する。このことから 2 つの可能性を考えた。1 つ目は、活性本体は TLC の RF 値が約 0.5 のヨウ素で染まる物質であるとする仮説である。RF 値が約 0.5 の位置には、No. 3 と No. 4 にヨウ素で黒く発色

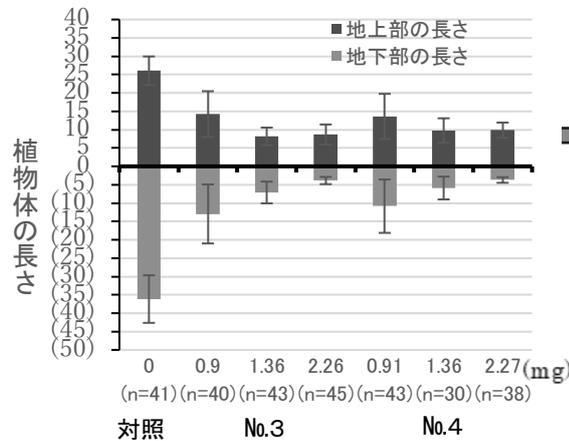


図 1 抽出物による植物体伸長の抑制効果

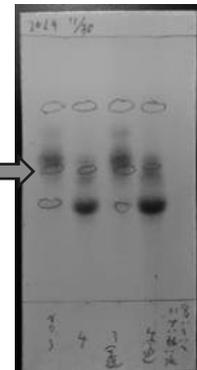


図 2 TLC 結果結果  
左から No. 3, No. 4, No. 3, No. 4  
⇒ RF 値 0.5 の位置  
検出はアニリン-ジフェニル  
アミン-アセトン 80% リン酸発色、  
鉛筆線取りはヨウ素発色

する共通のスポット (物質 A とする) がある。さらに No. 4 では同じ位置が UV 長波長 (356nm) の照射により黄緑色に光る (物質 B とする)。この二つは [ブタノール: 酢酸: 水] を用いた TLC では同じ RF 値にあるが、[ブタノール: アンモニア: エタノール] を用いた TLC では RF 値がわずかに異なるので、物質 A と物質 B は違う物質であり、物質 A が活性本体ではないかと考える。2022 年に報告した物質と物質 A の RF 値はかなり近い。2 つ目は、No. 3 と No. 4 に存在する異なる物質が同程度の活性を有したという仮説である。今後、展開溶媒を検討しながら、さらに活性本体を絞り込み単離同定したい。

【参考文献】 藤井義晴、2016、「植物たちの静かな戦い 化学物質があやつる生存競争」、化学同人。

## ボルボックス体細胞の単離現象

埼玉県立越谷北高等学校 生物部

山本和希・遊馬花乃

### 【研究の背景と目的】

ボルボックス属(*Volvox*)は群体を形成する緑藻の一群である。ボルボックス *Volvox* sp.を培養する際に、生育適温を下回る 5°Cの環境下で群体から体細胞が単離する現象（以下単離現象とする）を確認した。単離現象の条件とメカニズムを調査することで、ボルボックスの群体形成や生殖機能について理解を深めることができると考える。

### 【実験方法】

実験Ⅰ

ボルボックスを、5°Cの環境下で、照度が低いパターン1と、照度の高いパターン2の条件で培養し、単離した細胞特有だと思われる回転をしている細胞の数を計測する。

実験Ⅱ

乳鉢でボルボックスをすりつぶして遠心分離し上澄み液を回収する。この上澄み液を親群体（通常状態・割ったもの）、娘群体（反転前・反転後）に添加し様子を観察する。対照実験として、ボルボックスの培溶液のみ遠心分離機で回したものを、ボルボックスに添加し、同様に観察する。

### 【結果】

実験Ⅰ

照度の低いパターン1では単離現象が確認できず、照度の高いパターン2でのみ単離細胞が見られた。内部の娘群体が成長している群体ほど単離現象が起こりやすい傾向が見られた。

実験Ⅱ

割った親群体に上澄み液を加えたもの、反転前の娘群体に上澄み液を加えたもののみ単離細胞が見られた。割っていない親群体に上澄み液を加えると群体に凹みが見られ、反転前に分離した娘群体は親群体に成長しなかった。単離現象が生じた親群体の内部の娘群体には形状の異常は確認できなかった。

### 【考察】

実験Ⅰでは、5°Cの環境下において、照度の低いパターン1では単離細胞が見られず、照度の高いパターン2では見られたため、照度は単離現象の誘発に関係していると考えられる。また、720lx以下で単離細胞数と照度の間に強い相関がみられ、約720lxを越えると単離細胞数の上昇が鈍ったことから、光が単離現象誘発に与える影響には限度があると考えられる。

実験Ⅱでは、添加した個体の形状が変化したことから、ボルボックスをすりつぶしたことによって得られた物質が、ボルボックスの球状を保つ糖タンパク質であるECM（細胞外基質）の構造を破壊する酵素である可能性がある。実験Ⅰで単離現象を確認できた群体は、内部の娘群体が、ある程度成長したものであったことから、物質は娘群体が親群体から出てくるときに分泌される酵素ボルボックスはストレス環境にさらされるとECMを分解する酵素を分泌し娘群体の放出が促進することで、娘群体が分散させ絶滅を回避している可能性がある。

\* 参考文献はポスター参照

## 高粘度培地におけるミドリムシの運動速度と 実験室におけるフェノール硫酸法の確立

金沢泉丘高等学校

氏名 小杉 空 高松 南帆 柄田 萌結 中井 彩花 森 響生 藪野 雅都

### 【目的】

ミドリムシ体内に蓄積するパラミロンと呼ばれる物質は燃料や健康物質の原料としての利用が注目されており、有用性が高いことが知られている。先行研究では、培地にメチルセルロースを添加することで細胞内のパラミロンが増加することが明らかになった。またその原因はミドリムシの鞭毛運動が抑制され代謝により消費されるパラミロン量が減少したためだと著者は結論付けていた。しかしメチルセルロースは多糖であり、ミドリムシの栄養となってしまうのではないかという点に私達は着目した。メチルセルロース以外の増粘剤を使って繊毛運動を抑制することでパラミロンが増加するかを確かめようと考えた。

### 【実験方法】

メチルセルロースを添加、アラビアガムを添加、増粘剤を添加しないという3種の培地を用意した。観察を行い、増粘剤によりミドリムシの運動が抑制されるかを確かめた。先行研究に基づきミドリムシからパラミロンを抽出し、フェノール硫酸法を用いてパラミロンの定量を試みた。標準物質として濃度既知のグルコース水溶液についてフェノール硫酸法を行い、濃度と吸光度の検量線を作成した。

### 【結果】

増粘剤なしの培地ではミドリムシは盛んに運動していたが、増粘剤を加えるとほとんどの細胞が動かないか、動きが遅くなった。メチルセルロースを添加した培地は遠心分離器にかけたところミドリムシが沈殿しなかった。アラビアゴムを添加した培地、増粘剤を添加していない培地はミドリムシと培地を分離することはできたが、沈殿したミドリムシからパラミロンを抽出し、フェノール硫酸法での定量を試みたが、呈色せず、定量できなかった。グルコース水溶液をフェノール硫酸法で定量したところ呈色し、糖の含有量によって色の濃さが変化していることが確認できた。

### 【考察】

培地の粘度に関連して運動が抑制された。1度目のフェノール硫酸法による定量は薬品を入れる順番を間違えていたため、反応が起こらなかったと考えられる。2度目は成功したため同じ方法でパラミロンの抽出を行い、正しくフェノール硫酸法を用いれば定量できると考えた。

## イネ胚乳の形質についての研究 ～サリークイーンの特性について～

ノートルダム清心学園 清心女子高等学校 自然科学部

植野菜々子

【目的】「サリークイーン」は、パキスタンの長粒香り米品種「Basmati370」の米飯特性を日本品種に導入する目的で、日本晴を母、BASMATI370を父として交配されたイネ品種であり、その大きさは両親の中間的である。また、食感はインディカ米に似て、パサパサしていると記載されている。そこで、イネ胚乳の大きさと食感の違いが生じる原因を明らかにすることを目的として研究を行った。

【実験方法】日本晴、サリークイーン、バスマティライスの三品種を対象とし、主に以下の3つの実験を行った。

(1) 玄米の長径、短径の測定・精白米の重量の測定

対象の3品種の玄米50粒の長さ（長径）、幅（短径）を測定した。また、精白米500粒をランダムに選出し、重量の測定を行った。

(2) 米粒の大きさに関わる遺伝子の発現量の解析

米粒の大きさに関係する遺伝子の働き方の違いによって米粒の大きさに違いが生じるのではないかと仮説を立てた。そこで、2024年9月中旬に採取した乳熟期の種子をサンプル源とし、すり潰して全RNAを抽出した後、逆転写を行ってcDNAを作製した。それらの遺伝子サンプルをもとに、リアルタイムPCRを行って遺伝子の発現量の比較を行った。対象とした遺伝子はGS2 (Grain Size 2)、GS3、GS5、GW2 (Grain Width 2)、GW5、GW8などである。なお、遺伝子解析の比較対象として、内部標準遺伝子についても同様に実験した。

(3) アミロース濃度の測定

米の食感にはアミロース含有量が大きく影響していることを知った。そこで、ヨウ素デンプン反応によるデンプン呈色とアミロース/アミノペクチン分析キットを用いた2つの方法でアミロース濃度の比較を行った。

【結果】サリークイーンは、長さ、幅ともに両親の中間であり、大きさには明確な有意差が認められた。さらに、サリークイーンの中にも日本晴の大きさに近い短粒形と長粒形があることが確認された。また、重量はサリークイーンが最も軽くなった。

乳熟期の種子から比較的純度の高いRNAが抽出でき、cDNAは作製できた。現在、qPCRを行って各遺伝子の発現量の比較を試みている。

アミロース濃度については、サリークイーンは日本晴とバスマティライスの中間の値を示し、これは食感の違いとも矛盾しない結果であった。

【展望】米粒の大きさは、イネの収量に大きく関わっており、品種改良を行ううえでも重要な要素である。サリークイーンを対象に米粒の大きさが変わる遺伝的メカニズムを明らかにすることで、より良い品種を生み出すうえで重要な知見になると考えている。

# 金沢春菊と源助大根における無菌播種法の確立と 最適な不定芽誘導の条件

石川県立金沢泉丘高等学校

河合 莉瑚・桑原 椋太郎・高田 涼真・屈 日恵・渡辺 和奈

## 【目的】

「加賀野菜」の多くは自然交配によって生産されており、優良個体を安定して供給することが難しいとされている。それらの植物について、組織培養の方法を確立することで、優良個体の安定的な生産が可能になるのではないかと考えた。

## 【実験方法】

無菌状態で生育した個体を得るために、アンチホルミン溶液で洗浄した金沢春菊と源助大根の種子を、MS培地に静置し、24℃14時間明期で培養した。市販の種子と発芽率および滅菌の成功率を比較し、最適な滅菌条件を検討した。また、無菌播種が成功した源助大根において、植物ホルモン（オーキシンとしてナフタレン酢酸（NAA）、サイトカイニンとしてチアジアズロン（TDZ）またはベンジルアデニン（BA））を含む培地に静置し再分化を観察した。

## 【結果】

90%以上の市販の春菊と大根の種子、源助大根が滅菌に成功したのに対し、金沢春菊は滅菌率が50%以下となった。源助大根の不定芽形成は確認できなかったが、不定根およびカルスの形成はTDZ、BAいずれの培地でも観察できた（図1）。

全体的にBAのほうがTDZに比べて反応性が高く、NAAの割合が高いものの方がカルス形成は盛んであったが、TDZやBAの比との相関は見られなかった。また、TDZやBAの濃度が高い方が不定根の形成が盛んであった（表1）。

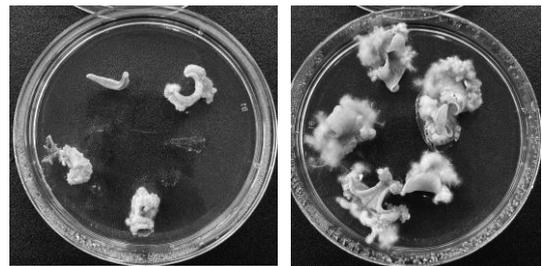


図1 源助大根のカルス(左)と不定根(右)

表1. 源助大根における不定芽誘導実験の不定芽数、不定根数、カルス数

試験区	植物ホルモン(mg/L)		置床数(個)	反応切片数(個)			試験区	植物ホルモン(mg/L)		置床数(個)	反応切片数(個)		
	NAA	TDZ		不定芽	不定根	カルス		NAA	BA		不定芽	不定根	カルス
A	0.0	0.0	10	0	2	0	F	0.2	0.2	10	0	8	10
B	0.2	0.2	10	0	2	10	G	0.2	2.0	10	0	4	10
C	0.2	2.0	10	0	0	9	H	2.0	0.2	10	0	8	9
D	2.0	0.2	10	0	6	10	I	2.0	2.0	10	0	7	10
E	2.0	2.0	10	0	6	10							

## 【考察】

金沢春菊の種子の滅菌成功率が低かったのは、春菊は種子の大きさが小さく、特に金沢春菊は市販のものに比べて種子の保存状態が悪かったからだと考えられる（図2）。

また、源助大根で不定芽が形成されなかったのは、オーキシンとしてNAAが適していなかった、あるいはサイトカイニン（TDZ、BA）の濃度がオーキシン側と比較して高すぎたことが考えられる。

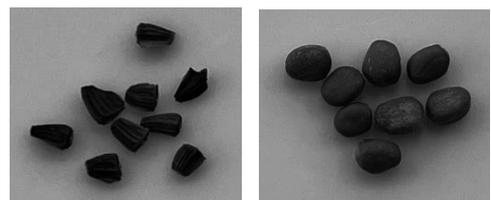


図2 金沢春菊の種子(左)と源助大根の種子(右)

## これってもしかして、フィトクロム入れ替わってる！？

～自作装置を用いた R-FR 光可逆性の検出への挑戦～

白梅学園高等学校 自然科学部

廣田 陽世・山本 美璃・高崎 優嘉・山崎 すず

### 【研究のきっかけ】

植物の光受容体として働いている色素タンパク質フィトクロムについて部活の先輩たちが調べた研究から、フィトクロムが赤色光（R：660nm）照射と遠赤色光（FR：730nm）照射により吸収率が変わることを知り、フィトクロムに本当にそのような特徴があるのか疑問に感じ、実験で調べてみたいと思った。

### 【目的】

- ①. フィトクロムの吸収率の変化を測定できる装置を作製する(実際は透過率を測定する)。
- ②. その自作装置を用いて、赤色光（R）と遠赤色光（FR）の交互照射により吸収率が変わる『R-FR光可逆性』が見られるかどうかを調べる。

### 【測定装置の作製】

「ホットサンドメーカー」を利用した測定装置を作製した。

### 【材料】

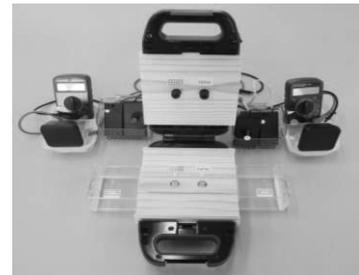
カリフラワー（*Brassica oleracea* var. botrytis）

### 【方法】

- ①. カリフラワーの花蕾の表面1mm程度をカッターで削り、自作のホルダーに詰めた。
- ②. 赤色光（R）や遠赤色光（FR）を30分以上当て、その後、測定装置で測定した。  
測定光が影響を与えないように弱い光を当て、先に照射光と同じ種類の光の透過を測定し、次にもう一方の光の透過を測定した。
- ③. 測定した透過率を用いて、吸収率の大小を決定した。なお、事前に行った積分球を用いた測定で、カリフラワー表面の反射率はR・FRでほぼ同じであった。

### 【結果】

- ①. 1回の照射を行ったところ、Rを当てるとFRの吸収率の方が高く、FRを当てるとRの吸収率の方が高くなった。
- ②. Pr（赤色光吸収型）とPfr（遠赤色光吸収型）の吸収スペクトルが重なる690nmでの吸収率は差がなかった。
- ③. 白色光照射で赤色光照射と同じ結果、暗所に置いたものは遠赤色光照射と同じ結果となった。
- ④. RとFRの交互照射を行ったところ、最後に照射した光によって①と同じ結果が得られ、「R-FR光可逆性」が見られた。



## 泳げ、走れ、ちょっと潜れ！

～ハマダイコンのトライアスロン種子散布戦略～

白梅学園高等学校 自然科学部

廣木良子・青木麻桜・宮下結莉・青野百花・坪井妃波・加藤瑠華・高橋百合弥

【目的】過去の先輩方が、ダイコンの暗発芽の研究をしていた。

ダイコンと同属であり、浜辺に生息するハマダイコンについて以下の疑問を解くことを目的とした。

- ①. 果実（種子）は海流散布されるとされているが、散布能力はどれくらいあるのか。
- ②. 果実（種子）は海浜（砂浜）を移動できるか。
- ③. 種子は同じ暗発芽の性質を持っていて、生態的意義（利点）はあるのか。



【材料】ハマダイコン (*Raphanus sativus* var. *hortensis* f. *raphanistroides*)

【実験方法】

- A. 海流散布…・淡水（水道水）、海水（3.45%NaCl 溶液）を入れたペットボトルに果実を浮かべ、何日間浮いていられるかを2カ月観察した。液体は毎日攪拌した。
  - ・海水に入れた果実の種子発芽能を調べた。
- B. 風散布…・砂場を作り、果実にブローワーで風を当ててどれくらい移動できるか調べた。
- C. 果実（種子）の性質…・種子および果実の含水率、吸水率を測定した。
  - ・種子（ハマダイコン・栽培ダイコン・オロチダイコン）を0.7%寒天培地に播き、温度：15℃・25℃、光条件：明所・暗所で育て、発芽率を調べた。
  - ・果実が割れる力をニュートンメーターで測定した。
  - ・種子、果実を砂に異なる深さ（1/2/4/8cm）で埋め、発芽率を測定した。

【結果・考察】

- A. 海流散布…・果実は淡水9.5日、海水18日で半数が沈んだ。種子のみは浮かばない。
  - ・海水に浸かった果実中の種子の発芽率は55%あった。
  - ・短期間での移動を行う海流散布能力があると考えられる。
- B. 風散布…・陸風・海風（約3～5m/s）程度の風速で約1m、強い台風並みの風速（30m/s）で約3.5m砂の上を転がった。
  - ・風による砂浜と海の間での移動は十分できると考えられる。
- C. 果実（種子）の特徴…
  - ・ハマダイコン、栽培ダイコン、オロチダイコン（ハマダイコンを栽培化した品種）のいずれも、暗所の方が発芽率が高く、暗発芽種子の性質を持っていた。
  - ・果実は一度海水に浸かった後に乾燥すると、割れやすくなった。
  - ・砂に埋めた果実では、深さ2cmに埋めたものが25%で一番発芽率が良かった。多くはシードバンク（埋土種子）になっていると考えられる。

《まとめ》ハマダイコンの果実は、海水に浮き（海流散布）、砂の上を転がって（風散布）散布され、吹きだまりのようなところで少し埋まって乾燥から種子を守り、暗発芽することで、親植物とは別の場所へ定着できると考えられる。そして、それらには、種子の周りにある軽いコルク質の『果皮』がうまく関わっている。

## 鳥取市内におけるネザサの一斉開花 -ネザサは減少していくのか-

鳥取県立鳥取西高等学校 自然科学部生物班  
伊藤駿・下田悠翔・吉田昂太

### 【目的】

2024年鳥取市内でネザサの開花が確認された。本研究はその開花範囲、開花後の変化を観察し、結実率・結実率・萌芽率などをネザサの生態解明につなげることを目的としている。

### 【実験方法】

- i) スマートフォンのGPS機能を用いて座標を計測し、開花したネザサの位置を記録した。
- ii) 開花個体の小穂を採集し結実率を測定した。
- iii) 採取した種子を用いて発芽実験を行い発芽率を測定した。
- iv) 実験ii) iii)の結果を用いて結実率と発芽率、結実率と萌芽率の散布図を作成した。

### 【結果】

表1 地点別の結実率、発芽率、萌芽率の結果

調査地	結実数(個)	合計小穂数(個)	結実率(%)	種子の数(個)	発芽数(個)	発芽率(%)	合計萌芽数(本)	萌芽率(%)
No.1	4	1372	0.29	41	3	7.3	0	0
No.2	22	3444	0.64	10	0	0	0	0
No.3	278	1808	15.4	51	9	17.6	24	9.96
No.4	18	2387	0.75	22	0	0	0	0
No.5	18	496	3.63	10	1	10.0	6	2.74
No.6	155	1962	7.90	137	5	3.64	10	3.83

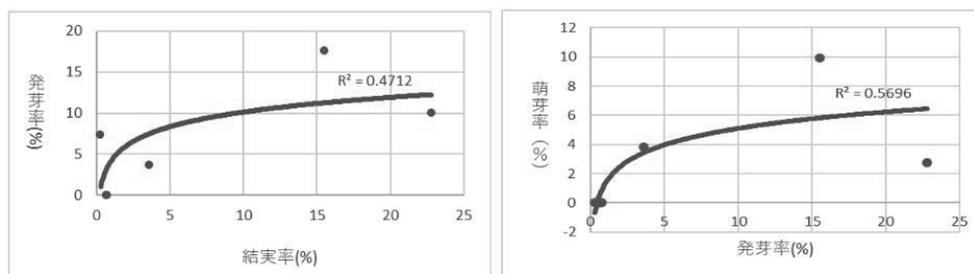


図1 結実率と発芽率、萌芽率の散布図と回帰係数 (左:結実率と発芽率 右:発芽率と萌芽率)

### 【考察】

開花地点を記録した結果、鳥取市内の広範囲で開花が確認されたことから、今回の開花は一斉開花であると判断された。実験の結果、結実率と発芽率が低かった。散布図からは、結実率と発芽率、結実率と萌芽率ともに正の関係が見られた。これらの要因として土壌条件などの環境的要因や自家不和合性、種子捕食者の影響などが考えられる。以上の結果から、ネザサは減少していくと考えられる。しかし、広範囲での開花であり、わずかながらも結実・発芽共に確認されたことから、開花による有性生殖が成功した可能性がある。また、開花後も萌芽が少数ながら確認されたことより、ネザサは開花時においても無性生殖を行っていた。さらなる経過観察を行い、今後も枯死や優占の維持に関して検証を重ねていきたい。

### 【参考文献】

- ・小林幹夫(2017)原色植物分類図鑑 日本のタケ亜科植物, 北隆館
- ・Yamada, T., Imada, K., Aoyagi, H., and Nakabayashi, M. Jun 12, 2023. Does monocarpic *Phyllostachys nigra* var. *henonis* regenerate after flowering in Japan? Insights from 3 years of observation after flowering. PLOS ONE
- ・高木虎雄(1957)竹笹科の種子の発芽と成長 北陸の植物 6(2) 56-60

## 十六夜池のユーグレナの培養方法の確立

津山高等学校 科学部

長瀬有慶・春名伽保・水野悠有

【目的】ユーグレナ (*Euglena gracilis*) は、光合成能力を持つと共に鞭毛により運動性を示し、細胞壁をもたないなど独特の特徴をもつ生物である。津山高校内の十六夜池には、大きさ  $154\mu\text{m}$  の大型ユーグレナ (*Euglena oxyuris*) が見られた。この池の日射量は少ないにも関わらず大型のユーグレナが生息していることに私たちは疑問を感じた。このユーグレナが他の種のユーグレナに比べて、生態的に何か特徴があるのではないかと考え、培養方法の確立し生態解明を目的に本研究を行った。

### 【実験方法】

予備実験では、大型ユーグレナの培養には成功しなかった。ただし、十六夜池の別種とみられる小型のユーグレナや、学校で実験試料として培養したユーグレナの培養にはある程度成功した。そこで、大型ユーグレナの生育には、十六夜池の特殊な環境が関わっているのではないかと考え、十六夜池の日照量と水質を調べ、それをもとに検証を行った。

「実験1」十六夜池の日照量は少なく、その環境がユーグレナにもたらす影響を調べた。培養に成功した小型のユーグレナをペットボトルに入れ、十六夜池の水深の浅い部分（水深10cm）、中層（水深20cm）、水底（水深40cm）に沈め1週間のちに顕微鏡で観察した。

「実験2」人工気象器を使い、3日間暗期においてその後顕微鏡で観察した

「実験3」十六夜池の水質を調べると水道水と比べると特に硫酸塩の濃度が高かった。(250mg/L) そこで、ハイポネックス0.5%溶液に、硫酸ナトリウム250mg/Lを添加したものと添加しないもので、培養を行い比較した。

### 【結果】

「実験1」いずれの層のペットボトルでも、小型のユーグレナの数や大きさの変化は見られなかった。また、水深による大きな差異は見られなかった。

「実験2」ユーグレナの培養と同時に繁殖するイカダモなどの緑藻類の数がユーグレナより顕著に減少した。ユーグレナにも減少がみられたが、顕著ではなかった。

「実験3」硫酸ナトリウムを添加したことによるユーグレナの数の大きな差異は見られなかった。しかし、硫酸ナトリウムを添加すると、他の緑藻類の数の減少が見られた。

### 【考察】

「実験1」の結果から、十六夜池の大型ユーグレナは環境により小型のユーグレナが変化したものでなく、小型のユーグレナと別種だと考える。「実験2、3」の結果から、日照量の少なく硫酸塩の多い十六夜池では、他の緑藻類などより、ユーグレナの繁殖に有利に働くのではないかと考えられる。先行研究から、ユーグレナはワックスエステル発酵時に硫化水素を発生させることが明らかになっている。他の微生物の生育の阻害に働く可能性が考えられる。冬の低温で大型ミドリムシの採取はできなくなったが、春までに追加実験によりさらに知見を深め大型ミドリムシの単離培養を成功させたい。

## 植物の血液型を追究

清心女子高等学校

池田優花

**【目的】**・・・植物には人間と同じ種類の血液型があると言われている。しかし植物に血液が流れているわけではないため、当然血液型という表現は適切ではない。これは、植物の中には、血液型検査で用いる抗 A 試薬、抗 B 試薬と反応する形の糖タンパク質を持っているものがあるためである。このような糖タンパク質を含んでいる植物は、植物全体の 10%程度と言われている。現在判明している植物では A 型はアオキ、ヒサカキ、キブシ。B 型はアセビ、セロリ、ツルマサキ、イヌツゲ。O 型はキャベツ、ゴボウ、サトイモ、ダイコン、イチゴ、ブドウ、ナシ、ツバキ、サザンカ。AB 型はアケビ、バラ、ソバ、スモモ、カエデ(モミジ)があると報告されている。一方で、このような報告がされているにも関わらず、実験によって報告された事例がほとんどない。そこで、本研究では、ヒトの血液型検査試薬を用いて、植物の血液型分類を行う方法の開発を進める。この成果によって、植物を用いたヒトの血液型検査の実施をめざせると考える。

**【実験方法】**・・・試料の調製 B 型反応を起こすといわれるセロリおよび AB 型反応を起こすといわれるソバを用いた。セロリを細かく刻んでミキサーにかけ、すりつぶしガーゼでろ過したもの、セロリを乾燥させてすりつぶしたもの、セロリを液体窒素で凍結粉碎したものに乾燥させたもの、そば粉を試料とした。ウエスタンブロットでは、さらに、SDS を用いて細かく分解した物を試料とした。

実験 1 各試料に、抗 A 試薬、抗 B 試薬を加えて凝集を確認した。

実験 2 ウエスタンブロットを行い、抗 A 試薬、抗 B 試薬を抗体として分析した。

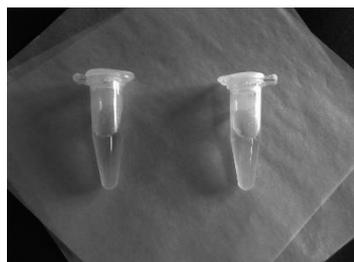


図 1 抗 A 試薬と抗 B 試薬

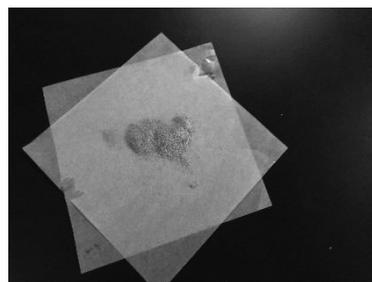


図 2 乾燥させてすりつぶした試料

**【結果】**・・・実験 1 ではいずれの試料も、抗 A 試薬、抗 B 試薬の両方で凝集が確認されなかった。実験 2 は検証中であり、大会での報告を予定している。

**【考察】**・・・血液での検査では、抗体に複数の赤血球が結合することで凝集が確認される。実験 1 の方法では、抗体を反応させるのになにか別の物質が障害しており、植物が物理的に複数結合しにくい条件になっているのではないかと考えられる。実験 2 でも抗原抗体反応が確認できなければ、植物が血液型反応を示す糖タンパクを保有していないという可能性が考えられる。

## 葛の有効活用法～葛茶を美味しく～

奈良学園高等学校 SSH 研究部

青木陽菜・宮本明里・田島小春・永井優衣

### 【目的】

クズ(葛)はマメ科であり、葉をはじめ葉などの部分にイソフラボンを含むことがわかっている。繁殖力が強く他の植物の成長を阻害することもある。クズは、奈良では有名な吉野葛や、他校の生徒が葛の花を使って研究されている葛茶など、様々な部位で有効活用されていることを知った。しかし、これらは厳選されて使われたり、採取方法や作成方法が難しかったりして、野生の葛から簡単に作成できない。そこで私達は簡単に利用できる、厄介な野生のクズの部位を調べ、有効活用したいと考えた。

### 【実験方法】

1. クズの葉を洗って細かく切り、箆に入れて干した。
2. 乾燥した葉をフライパンで炒め、香りが出てきたら火を止めて、急須に葉(3g)を入れ、湯(200mL)を注いだ。
3. 煮出した茶を10人(10代女性8人、10代男性1人、40代女性1人)に飲ませ、味や香りに関する印象を問うた。



### 【結果】

- ・見た目 黄緑色で緑茶に近かった
- ・香り 草独特の香りがした
- ・味 緑茶よりまろやかで苦味が少なかった

試飲した10人中8人が草の香りが強いため飲みにくいと感じていた。

### 【考察】

香りを薄めることでより飲みやすい葛茶にできるのではないかと考えた。香りは淹れる湯の温度を高くすると、草の香りが和らぐのではないかと考えた。

### 【今後の展望】

茶を出す時、温度の異なる水で葛茶を作り、香りの違いを調べる。また、水の硬度を変えた際の茶の味の違いも調べる。

## オオカナダモの紅葉要因とその仕組み

お茶の水女子大学附属高等学校

田邊 美悠・根津 暦実・藤原 和奏

### 【背景・目的】

紅葉のメカニズムに関してはいまだ不明な点が多い。オオカナダモは培養条件で紅葉の度合いに違いが出ることが知られているため、その紅葉条件を明らかにし、紅葉のメカニズムを考察する。

### 【実験方法・結果】

セルプレートの各セルに2mLのフルクトース溶液と8枚のオオカナダモの葉を入れ、23°Cの明所で1週間培養した。凍結保存した葉から0.5%メタノール塩酸でアントシアニンを抽出した。その後、抽出液を3倍希釈してA530の吸光度を測定した。以上の実験方法により、培養条件を変えて3つの実験を行った。実験2.3は0.10mol/Lフルクトース溶液で培養した。

**実験1.** アントシアニン蓄積に対するフルクトースの影響を調べるために、濃度が0.060mol/L, 0.080mol/L, 0.10mol/L, 0.12mol/Lのフルクトース溶液で培養した。

**実験2.** オオカナダモの葉の紅葉と茎の関係性を調べるために、茎がついたままの状態、茎を擦り潰して入れた状態、1cmに切った茎切片を入れた状態の3つの条件で培養した。

**実験3.** 中肋と紅葉の関係性を調べるために、葉の中肋の上から2mm（葉先）、中央（葉中）、下から2mm（葉末）にそれぞれ切れ込みを入れた3種類の葉を培養した。（図1）

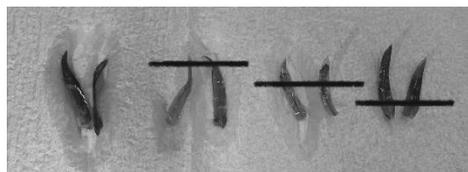


図1 実験3の切れ込み

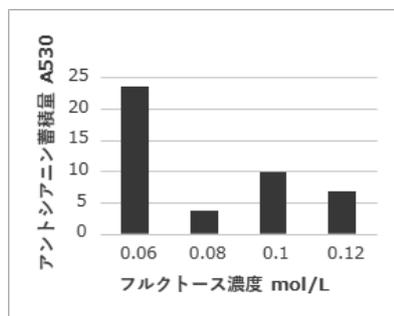


図2 実験1の結果

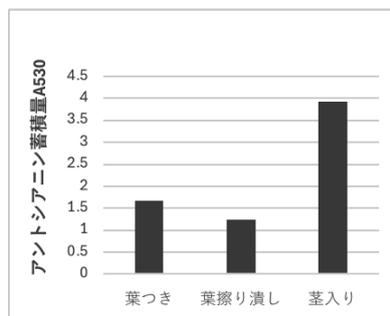


図3 実験2の結果

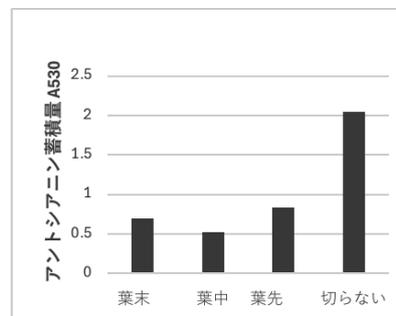


図4 実験3の結果

### 【考察】

まず実験1より、濃度とアントシアニン濃度の相関は見られなかった。次に実験2より、茎をすりつぶした場合は、実験1の0.10mol/Lの結果と比べて紅葉が起こりづらかったため、茎をすりつぶすことで、茎から何らかの紅葉を抑制する物質が出ているのではないかと考察した。さらに実験3より、切れ込みを入れると入れない時よりアントシアニン濃度が下がっているため、中肋に切れ込みを入れたことにより、紅葉が抑制された。それは、中肋が全体に糖をいきわたらせるための役割を担っているためと考察した。本実験における課題として、実験1で0.060mol/L培養時のアントシアニン濃度が高すぎることで、実験3で切れ込み位置によるアントシアニン濃度の違いが読み取れなかったことなどが挙げられる。これらの原因を、光条件なども考慮しながら探っていきたい。また、茎から何らかの紅葉抑制物質がでていないのかという考察に対して、さらなる実験を進めていきたい。

## 植物が持つ止血効果の可能性

### ～植物の秘めた力を探る～

ノートルダム清心学園 清心女子高等学校

齋藤里紗・阪本芽依

【目的】過去本校の先輩が行っていたコニシキソウの持つ止血効果、それを身近な植物で代用した研究から、他にも止血効果を持つ身近な植物があるのではないかと考えた。本研究では数種類の植物のそれぞれの止血効果とその活用法を突き止め、植物が持つ止血効果の可能性を広げることで一般にあまり知られていない植物でも社会に貢献できる力を持っているのだということをより多くの人に知ってもらうことを目的としている。

【実験方法】アカネ、クチナシ、チドメグサ、ナズナ、ハコベを乾燥させ、すりつぶして粉末状にしたものをそれぞれ煮詰め、ろ過した抽出液とフィブリノゲン（FIB）溶液を1:1の割合で混ぜ合わせたものと、抽出液と蒸留水を1:1で混ぜ合わせたものを作る。それぞれの光の透過率（波長700nm）を分光光度計で測定する。血液の凝固に必要な血液中のタンパク質であるフィブリノゲンは強く作用するほど濁り、透過率の差は大きくなる。

【結果】分光光度計で測定した結果から、それぞれの抽出液がフィブリノゲン溶液に作用し、止血効果があることがわかった。その中でもチドメグサが最も強く作用した。

植物による透過率 [%] の変化の違い

	水+抽出液	FIB 溶液+抽出液	差
アカネ	78.7	45.1	33.6
クチナシ	89.1	68.3	20.8
チドメグサ	89.5	15.9	73.6
ナズナ	82.4	34.4	48
ハコベ	81.8	31.8	50.0

【考察】結果から止血効果が高いとされるチドメグサが今回の実験で最も大きく差がひらいたため、この方法が止血効果を比較するものとして意味があるものと考えられる。また、チドメグサの効果が非常に大きいことからチドメグサに含まれる主な成分のうち、クマリン、フラボノイド配糖体、フェノール酸のいずれかが止血効果に影響を及ぼしているのではないかと考えている。今後は植物を組み合わせたときの相乗効果や抗血栓薬を加えた場合の止血効果への影響など、植物本来が持つ止血効果にどれほどの作用があるのかを調べていきたい。

## オジギソウ (*Mimosa Pudica* L.) の刺激に対する順応機構の生理学的研究

Physiological study of the Adaptation Mechanism to Stimuli in *Mimosa Pudica* L.

長野県諏訪清陵高等学校 生物部

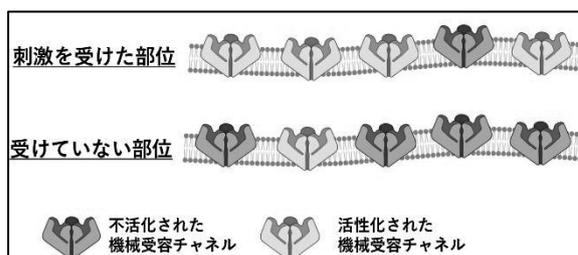
小松和滉

### 【要旨】

オジギソウは接触傾性運動をすることに加え、先行研究より刺激に順応し選択的に反応する機構を持つことが示唆されている。しかし先行研究の実験手法は不完全であり、能力の検証が適切に行われていない。本研究では独自開発の振動装置と2つの深層学習による開閉度定量化技術により、オジギソウを定量的に訓練し、順応能力を検証する。また、機械受容チャンネルとその不活化作用に着目し、そのメカニズムを生理学的に明らかにする。

### 【仮説】

E.Kandel 博士はアメフラシが持つ「慣れ」の機構がイオンチャンネルの不活化によるものと解明し2000年にノーベル賞を受賞した。本研究はオジギソウが類似した「慣れ」の機構を持つ可能性を考えている。私はオジギソウの持つ刺激に対する「慣れ」(順応機構)は、機械受容チャンネルの繰り返しの刺激受容による不活化によるものであると考える。



### 【開発した技術】

#### 振動装置

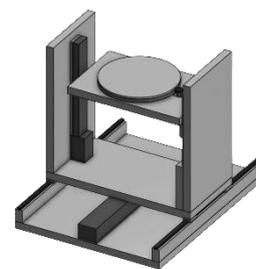
オジギソウの記憶能は定量化の容易さという観点より、水平方向と垂直方向の刺激を活用することで検証する。そのため、水平方向と垂直方向に同じ周波数、振幅、加速度で刺激を与えられる機器を開発した。

#### 開閉度定量化技術

記憶能はマクロからみた場合、葉の開閉度のみに現れる。開閉度を定量することが本研究における基幹技術である。そのため画像認識を用いた手法と三次元点群再構築を用いた手法を開発した。

### 【手法】(現在目下実験中。3月までの以下の実験をしデータを取得する)

(開発した技術)で示した2つの技術を活用し、オジギソウに定量的な刺激を与えた続けた場合における刺激への「慣れ」の詳細を観察する。



### 【期待される結果】

オジギソウが刺激のどのような情報(加速度,向き)により刺激を判別しているのか、またオジギソウの順応機構の能力の維持期間や傾性速度などの詳細を解明する。

当日までに順応機構のデータをそろえ、考察などを含めてお見せできればと思います。

### 【参考文献】

- Gagliano, M., Renton, M., Depczynski, M., & Mancuso, S. (2014). Experience teaches plants to learn faster and forget slower in environments where it matters. *Oecologia*, 175(1), 63–72. <https://doi.org/10.1007/S00442-013-2873-7/METRICS>
- Hagihara, T., Mano, H., Miura, T., Hasebe, M., & Toyota, M. (2022). Calcium-mediated rapid movements defend against herbivorous insects in *Mimosa pudica*. *Nature Communications*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/S41467-022-34106-X>
- TORIYAMA, H. (1955). Observational and Experimental Studies of Sensitive Plants V The Development of the Tannin Vacuole in the Motor Cell of the Pulvinus. *植物学雑誌*, 68(805–806), 203–208. <https://doi.org/10.15281/JPLANTRES1887.68.203>
- Fujiwara, S., Ohashi, K., & Mizuno, K. (2016). メカノセンシングにおける細胞骨格、細胞接着の機能. *生化学*, 88(4), 443–451. <https://doi.org/10.14952/SEIKAGAKU.2016.880443>

## レタスの鮮度が落ちにくい保存方法とは

神戸大学附属中等教育学校

藤若すず

### 【目的】

本研究はレタスの鮮度が落ちにくい保存方法について調査したものである。日本の家庭内食品ロスのうちおよそ半分を野菜が占めており、野菜の廃棄量の多さは重要な課題だ。野菜の中でも傷むのが早く捨ててしまいがちな葉物野菜の中から、レタスに焦点を当て、食品ロス削減のために、適切な保存方法を調べた。

### 【実験方法】

先行研究より、レタスは蒸散、呼吸、エチレングスの作用、酸化により鮮度が落ちる。最適な保存温度は0℃であり、できるだけ生育状態に近い形で保存すべきである。

何にも包まず、エチレン生成量の多い青果物が近くに無い冷蔵庫で垂直の向きに保存したものをノーマルとする。これの他に、ポリエチレンラップ、ポリ塩化ビニリデンラップ、塩化ビニル樹脂ラップ、アルミホイル、シリコンコーティングが施されたアルミホイル、新聞紙、という7種類の素材、袋を用意し、レタスを包装もしくは袋に入れて保存した。各保存方法につき5個のレタスを用意し、7日間保存した。保存前後での、重量変化率、糖変化量、芯の維管束部分の褐変具合(Lab表色系から得られる $\Delta a$ の値)を測定した。糖は、レタス表面上部の葉の一部をすり潰し、出てきた汁のBrix値を測定した。褐変は、芯の写真を「色しらべ」というアプリで解析した。

### 【実験結果】

重量減少は新聞紙を除く全ての包装素材・袋で有意に抑制され、褐変は真空パックでのみ有意に抑制された。糖は、呼吸に伴い減少するものだが、実際は40個のうち17個のレタスの糖含有量が増加していたため、再度実験をするとともに、含水率によるBrix値の補正を行った。これにより1回目の実験よりは多少正確なデータが取れたものの、40個のうち6個のレタスにおいて糖含有量が増加しており、糖変化量から、保存に適切な包装素材・袋を判断することはできなかった。

### 【考察】

重量について、新聞紙は吸水性が高いため、レタスの水分を吸収してしまったのだと考えられる。褐変は、レタスがあまり空気に触れていない環境だと抑制されることが分かった。糖度については、レタスの葉を1箇所ではなくなるべく多くの部分から採取し、均一に粉碎することや、個々のレタスの、より正確な含水率を知ることが求められる。「鮮度がいい」という状態を、商品性が維持できると思われる「重量減少率5%以内、芯の色の $\Delta a \times 10$ 以内」と定義すると、この実験結果から、7日経ってもレタスの鮮度がいい状態を維持するために最適な包装素材・袋は、真空パックであるということが分かった。

以上より、家庭でレタスを保存することを考えると、「真空パックに入れ、冷蔵庫で、垂直方向に保存する」という方法が鮮度維持には最適であると結論付けた。

※参考文献等はポスター参照

## 米作りでできる環境問題への取り組み

石川県立小松明峰高等学校

笹木悠矢・星野大翔・川原伊織・新谷葵・松井奏樹

### 【目的】

現在の日本の食糧自給率はカロリーベースで40%を下回っており、先進国の中でも最低の水準である。食糧を自給できないことは深刻な問題であるが、その一方で、耕作放棄地はむしろ増えている。主食である米についても状況は同様で、これらを改善、解決することは可能であるのかどうかを検討するために身近な地域における現状の調査を行った。

### 【実験方法】

耕作されていない水田の位置を実地調査により調べた後、Google mapのものさし機能を使ってその面積を求め、耕作放棄率を算出した。また、農水省が発表している都道府県毎の耕作放棄率との比較を行った。

また、耕作放棄地の特徴について調査すると共に、耕作放棄問題解決の糸口を探り、米作りやそれに伴う環境問題についての情報を得るため、JA小松市米穀課へのインタビューを実施した。

### 【結果】

今回の調査範囲および石川県全体を見た時、他県よりも耕作放棄地の割合は高いことが明らかになった。また、大都市を抱える自治体でも耕作放棄地の割合が高いことがわかった。

耕作放棄地の特徴を調べて見たところ、①農業機械の乗り入れが難しい場所、②水田の形がいびつで機械での作業が難しい場所が多かった。

JA小松市米穀課へのインタビューでは、①農家の高齢化に伴って、石川県内の耕作放棄地が年々増えていること、②カメムシなどの害が増加していること、③景観が悪化していること、④高温障害による生産性の低下や品質低下などが問題となっていることがわかった。

### 【考察】

水田が耕作放棄地となる要因は多岐にわたるが、どれも異常気象と関連があると考えられた。対策を怠ると耕作放棄地は今後も拡大していくと考えられ、①耕作放棄地を新規農業開発などの試験場として活用する、②政策として、環境配慮米のなど環境にも農家にも利益となる農法の普及を進める、などの取り組みが必要であると考えられる。

耕作放棄地面積の割合

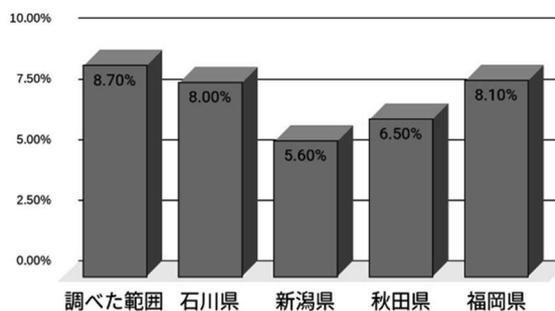


図 耕作放棄地調査結果

## 小松明峰高校の雑草の分布・状況調査

石川県立小松明峰高等学校

伊藤和那・井上聡・上野真輝・坂本美桜・村井大輔

### 【目的】

学校敷地内には広い運動場や花壇、校舎等様々な施設があり、日当たりや土質の条件が異なる様々な場所がある。調査のために足を踏み入れる際に特別な許可を得る必要は無く、いつでも調査が可能な場所でもある。それを活かし、環境とそこに適応している植物の種類の関係を明らかにすることを目的として、学校敷地内の雑草の分布・状況について調査を行った。

### 【実験方法】

2024年7月に石川県立小松明峰高等学校敷地内を調査し、生育している雑草の種類と場所を記録した。分類は、外観上の特徴を植物図鑑に記載された写真と比較することにより行った。

また、調査場所毎に、日照時間と土壌の保水力を調べた。保水力は、約200mLの水を土壌表面に流し、その全てが吸収されるまでの時間を測定することにより調べた。

### 【結果】

校庭および校舎西側ではイネ科雑草が多く見られ、玄関前ではカヤツリグサ科雑草が多く見られた。また、校庭北側ではキク科雑草が多く見られた。

土壌の保水力については、玄関前が非常に高く、校庭北側は低かった。さらに、日当たりについては校庭北側および東側が最も良かった。

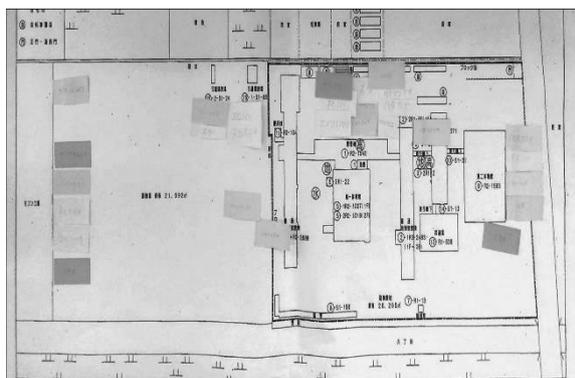


図1 調査地点

	校庭北	校庭東	玄関前	校舎西	校舎南
イネ科	3	3	2	2	3
キク科	2	0	0	0	1
カヤツリグサ科	0	1	3	1	0
マメ科	1	0	0	0	1
その他	0	1	2	0	2

図2 敷地内の雑草の分布

### 【考察】

敷地全体で見るとイネ科雑草が多く見られたことから、夏期にはイネ科雑草の繁殖力が非常に高いと考えられた。一方で、土壌の保水力が高い玄関前だけはカヤツリグサ科雑草が優勢であり、土壌条件によってはイネ科が最も繁殖力が高いとは限らないことが明らかになった。

キク科雑草が多く見られたのは日当たりが良く、かつ保水力が低い校庭北側であり、こうした環境がキク科雑草の繁殖に適していると考えられた。

## 酵母の代謝による還元糖検出と代謝量の測定

～微生物燃料電池に適した酵母の条件とは？～

京都市立京都工学院高等学校 サイエンスクラブ

山下 陽生

1. 目的 パン酵母を用いた微生物型燃料電池の研究を行っている中で、電池の媒体として用いている酵母について関心を持った。そこで私は、還元糖の検出が行えるフェーリング反応と  $\text{CO}_2$  発生量の測定を行い、酵母にとって最適な代謝条件を検討した。

2. 実験方法 ①フェーリング反応: フェーリング液の作製は 1) を参考として行った。条件は、酵母の呼吸に適している約  $35^\circ\text{C}$  にオイルバスの温度を調整して行った。0.1 mol/l から 1.0 mol/l まで 0.1 mol/l ずつ濃度を变化させたグルコース溶液 10 ml の中に酵母 2 g を入れ攪拌し、1 時間代謝させた。また、フェーリング反応を行う試験管に実験開始直前にフェーリング A 液と B 液を 3 ml ずつ混合した後、1 時間代謝させたものを 1 ml 入れオイルバスで加熱させ赤色沈殿の有無を確かめた。赤色沈殿が生じたものは、ろ過を行い沈殿量を測定した。追加実験として赤色沈殿前後の間のグルコース溶液の濃度を 0.25 mol/l ずつ変化して行った。

② $\text{CO}_2$  発生量の測定: 条件は、酵母の発酵に適している約  $45^\circ\text{C}$  にオイルバスの温度を調節して赤色沈殿前後の発酵時の  $\text{CO}_2$  発生量を 1 時間、試験管を密閉させメスシリンダーを用いて、水上置換法によって測定した。

3. 結果及び考察 図 1 よりフェーリング反応ではグルコース溶液 0.625 mol/l 以降で赤色沈殿が見られることが確認された。沈殿量は、濃度が上がるにつれて約 0.01~0.02 g ごとに増加した。また、図 2 より  $\text{CO}_2$  発生量は開始 40 分までは糖濃度によって変化があまり見られなかったが、40 分以降では 0.6 mol/l の発生量が最も多くその前後の糖濃度では少なくなった。0.625 mol/l 以降で赤色沈殿が生じ  $\text{CO}_2$  発生量が低下したのは酵母に過剰な糖が吸収されたため解糖系で糖がピルビン酸に分解しきれなくなり、酵母の代謝量が減少したことで代謝の効率が下がったためだと考えられる。よって、今回の実験条件では糖濃度 0.6 mol/l が酵母の代謝に最適であると結論付けた。

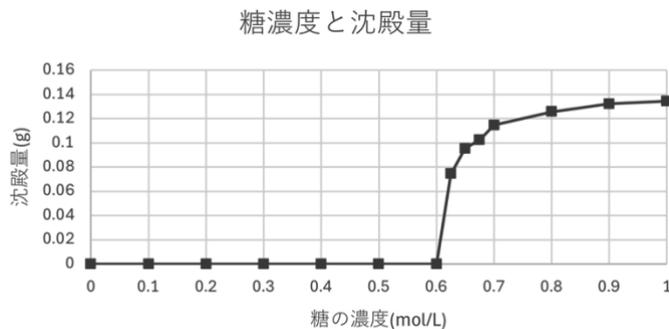


図 1 糖濃度の変化による沈殿量

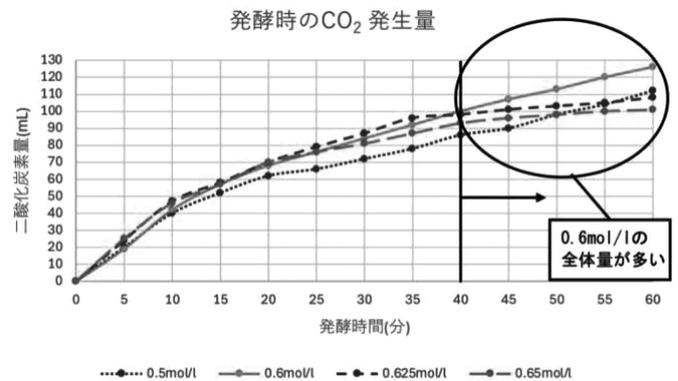


図 2 赤色沈殿前後による  $\text{CO}_2$  発生量

#### 4. 参考文献

- 1) 糖類の還元性の原因となる構造の究明 増田泰大, 今野貴幸, 井上正之 化学と教育(2020)
- 2) 酵母の環境ストレス耐性: 産業利用における重要性と分子機構 島純, 安藤聡, 中村敏英 日本食品科学工学会誌(2010)

## ナギのアレロパシーで雑草退治！

奈良県立青翔高等学校・青翔中学校

植田 沙弥加 上平 佳奈 池浦 妃麗

### 【目的】

アレロパシー効果とは、ある植物が放出する化学物質によって、他の植物や動物に対し、何らかの影響を与えることである。校外学習で春日山原始林を訪れた際に、ナギの増殖が生態系に大きく影響を及ぼすことを学んだ。その理由の1つとして、ナギのアレロパシー効果が挙げられる。ナギは周りの植物の成長を抑制することに加え、主にシカに対する忌避作用などを示すことが知られている。このことからナギのアレロパシー効果を利用した、植物由来の環境に優しく、より簡単に利用できる除草剤や植物成長調整剤の開発を目指した。

### 【実験方法】

−78℃で冷凍保存したナギの葉を 40℃、60℃で 24 時間乾燥させ、乾燥処理を行わなかった葉（以降、生の葉とする）、40℃乾燥処理の葉、60℃乾燥処理の葉をそれぞれ 5 mm 四方に切った。6 穴マルチディッシュを使用し、5 mL の寒天でそれぞれの葉を乾燥重量が等しくなるように挟んだ。その上にホソアオゲイトウの種子を播種した（図 1）。3 日後、発芽した種子の個数と、下胚軸と幼根の長さ (cm) を測定した。

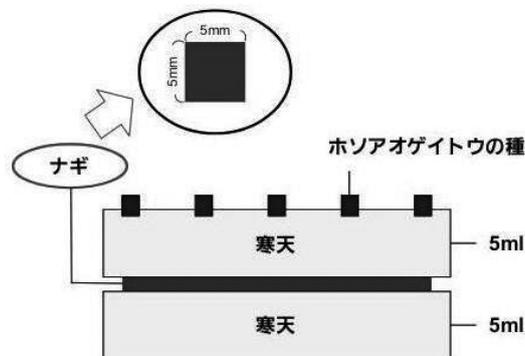


図1 サンドイッチ法

### 【結果】

実験途中のため、当日示す。

### 【考察】

実験途中のため、当日示す。

LED 青色光(445nm)照射がヤマトマナの低カリウム水耕液栽培に及ぼす影響について  
奈良県立青翔高等学校

第2学年 原田季智・畑中朔弥・藤村侃奈・安川姫那

【目的】ヤマトマナスプラウトの水耕液栽培において、LED 青色光(445nm)照射による高ポリフェノール化と低カリウム水耕液栽培による低カリウム化は両立可能なのかを明らかにすること。

【実験方法】LED 青色光(445nm)照射区を実験区、蛍光灯照射区を対照区としてヤマトマナの種子を25℃のインキュベーターで初めの1週間は水、残りの1週間は水耕液の合計2週間育てた。通常の水耕液の $K^+$ 濃度を1として、 $K^+$ 濃度のみを1/10にした「1/10K 水耕液」も用いた。2週間栽培した後、新鮮重・SPAD 値・ポリフェノール総量・ $K^+$ 、 $Na^+$ 濃度を測定した。なお、水耕液の組成は Ogawa et.al. (2012)を参考にした。

【結果】1/10K 水耕液では、青色光照射区および対照区の $K^+$ 濃度が1K 水耕液より有意に低く、青色光でも低カリウム化が可能であることが示された(図1)。また、1/10K 水耕液では $Na^+$ 濃度が1K 水耕液より有意に高く、植物がカリウムの代わりにナトリウムを利用することが確認された。1/10K 区では青色光照射区の $K^+$ 濃度が対照区より有意に低く、青色光が低カリウム化を促進する能性が示唆されたが、1K 区では有意差がなかった。一方、 $Na^+$ 濃度は1/10K 区および1K 区のいずれでも青色光照射区と対照区で有意差が見られなかった。新鮮重と SPAD 値には全区画で有意差が認められなかった。また、低カリウム水溶液栽培と両立しても青色光照射で不溶性ポリフェノール総量が上昇することがわかった。

【考察】上記の結果より1/10K で栽培したヤマトマナは1K で育てたものに比べ有意に低カリウム化されると考えた。 $K^+$ の減少に伴い $Na^+$ が有意に増加したことから、先行研究から浸透圧の調整、気孔の開閉の機能は $Na^+$ で代替可能であるが、タンパク質合成安定化、酵素の活性化は $Na^+$ で代替することはできないと明らかになっているため、今回の実験でも同様の結果が得られたと考えた。1/10K 区内で比較したとき、青色光照射区の $K^+$ 濃度は対照区に対し有意に低かったことから光源を蛍光灯から青色光に変えることでヤマトマナスプラウトの低カリウム化を促進できると考えた。しかし、1K 区内で比較したとき、青色光照射区・対照区の $K^+$ 濃度に有意差は出なかったため水耕液中の $K^+$ が十分にある場合では低カリウム化の促進は起こらないと考えた。さらに水耕液中の $K^+$ 濃度調節による植物の低カリウム化と光の波長の違いによる植物の低カリウム化が別のメカニズムにより起きている可能性があると考えた。また、本実験において青色光照射および低カリウム水耕液栽培はスプラウトの新鮮重、葉緑素量に影響を及ぼさなかったと考えられる。

【参考文献】Ogawa, A., Eguchi, T. and Toyofuku, K.(2012).Cultivation methods for leafy vegetables and tomatoes with low potassium content for dialysis patients. Environmental Control in Biology 50 (4) 407-414.

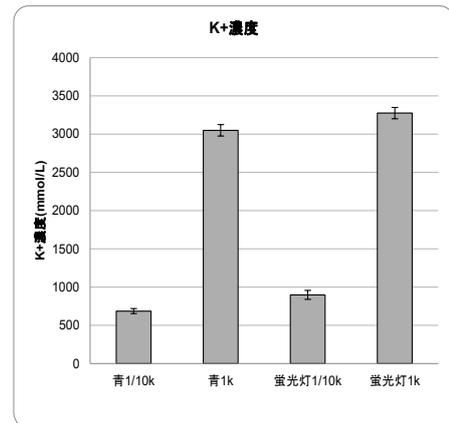


図1  $K^+$ 濃度

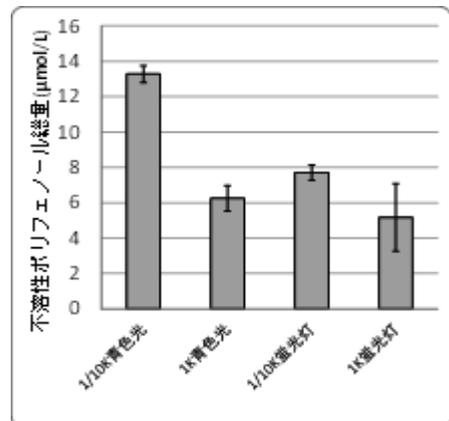


図2 不溶性ポリフェノール量

## 食塩水栽培・温湯処理によるヤマトマナの低カリウム化と クロロフィル減少抑制

奈良県立青翔高等学校 第2学年 三好風鈴 加藤知 寺川杏菜 吉岡佑莉

**【目的】**

世界では腎臓病患者の増加と伝統野菜の減少が課題となっている。奈良県の伝統野菜であるヤマトマナもクロロフィル減少による黄化が課題となって栽培量は多くない。そこで、腎臓病患者の生活の質向上のために、ヤマトマナを低カリウム化したいと考えた。また同時にクロロフィル減少抑制ができれば、低カリウム化かつクロロフィル減少抑制という付加価値が高まり栽培量が増え、地域貢献できるとも考えた。また、本校先輩の研究より、0.02%の食塩水栽培によってヤマトマナは低カリウム化できるが、クロロフィルが減少するという課題があった。

そのため、本研究は0.02%の食塩水栽培と45°Cの温湯処理によって奈良県の伝統野菜であるヤマトマナのクロロフィルの減少抑制と低カリウム化を同一個体を実現させることを目的とした。

なお、ヤマトマナの同一個体において、低カリウムかつクロロフィル減少抑制を実現した先行研究はない。

**【実験方法】**

液体肥料を用いた水耕栽培にてヤマトマナを種子から28日間栽培し、SPAD値（クロロフィル量の指標）を測定した。その後、4つの実験区（各区N=8）に分け、SPAD値の平均が各実験区で同じになるようにした。実験区は、A区：液肥栽培かつ温湯処理なし、B区：液肥栽培かつ温湯処理あり、C区：食塩水栽培かつ温湯処理なし、D区：食塩水栽培かつ温湯処理ありの4区画である。なお、食塩水栽培の区画は栽培28日目に液体肥料から0.02%食塩水に替えた。栽培38日目に全個体のSPAD値を測定し、B、D区はそれぞれ8個体を45°Cの温湯に20秒間浸した。栽培39~43日目の5日間、毎日SPAD値を測定した。栽培43日目に全個体を収穫し、-75°Cで冷凍した。その後、収穫したヤマトマナをすりつぶし、カリウム・ナトリウムイオン濃度を測定した。

**【結果と考察】**

K<sup>+</sup>濃度の結果を図1に示す。K<sup>+</sup>濃度は4区画全体で有意差があり、A区よりC、D区が有意にK<sup>+</sup>濃度が低く、食塩水栽培によって有意に低下した（一元配置分散分析 p<0.05 多重比較 ボンフェローニ法）。また、C区とD区の比較から、食塩水栽培では温湯処理を行うとK<sup>+</sup>濃度が有意に上昇した（図1）。実験終了時点のSPAD値はA区と比較するとC区で有意に低下したが、D区でSPAD値は有意差がなかった（図2 多重比較 ボンフェローニ法）。これは、温湯処理を行うことで食塩水栽培によるSPAD値の低下が緩和され、液肥栽培の温湯処理なしと有意差がなくなったと考えた。

本研究から、0.02%食塩水栽培と温湯処理を同一個体を実施すると、ヤマトマナは低カリウム化されるが、塩ストレスでSPAD値を低下させる。しかし、温湯処理を併用することでSPAD値低下が緩和され、生育障害が起きないと示唆された。

高温条件によりポリアミンが働き、生理活性を高めると知られている。また、塩ストレスでグリシンベタインが合成され、葉緑体の保護と、光合成活性を向上させることが知られている。温湯処理と食塩水栽培を併用することでポリアミンがグリシンベタインの機能を向上させて、クロロフィル量減少を抑制したと考えた。

低カリウム化かつクロロフィル減少抑制は実現可能であり、実現には「D区：食塩水栽培かつ温湯処理」が最適な条件であると考えた。

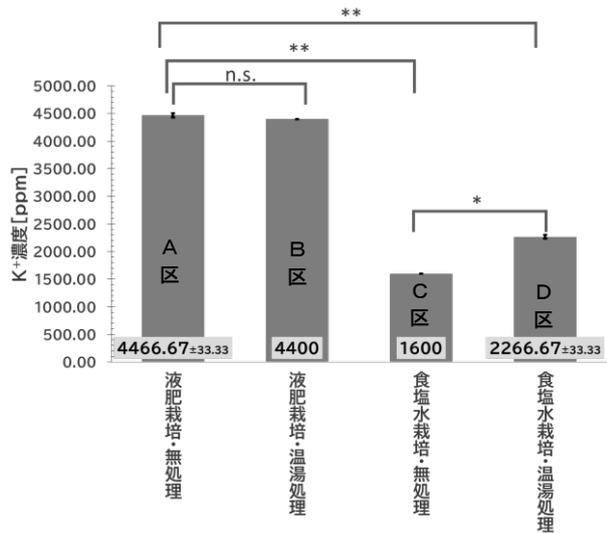


図1 カリウムイオン濃度

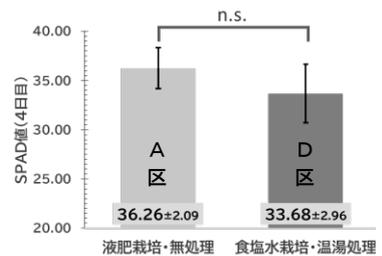


図2 A区とD区のSPAD値

スベリヒユとマツバボタンの止血効果の仕組みⅢ  
 奈良県立青翔高等学校  
 第2学年 佐藤野愛 安田朋歩 吉松奈津葵

### 【目的】

我々の昨年の研究からスベリヒユは血液凝固の最終段階であるフィブリノーゲンをフィブリンに変えることが明らかになった。また、フィブリノーゲンをフィブリンに変えるにはトランスグルタミナーゼという酵素が関与し、この酵素は植物にも存在すると知られている。また、ガマ花粉抽出液は血しょうの凝固を促進させ、その効果は酸性多糖類によるとも知られている。

そのため、ベリヒユ抽出液に含まれるフィブリノーゲンをフィブリンに変える物質は酵素もしくは多糖類ではないかと考えた。

そこで、本研究では、スベリヒユ抽出液を加熱し、酵素を失活させるとフィブリノーゲンをフィブリンに変えることができるのか明らかにすることを目的とした。また、酵素の主成分であるタンパク質と多糖類は高分子であるため、分子量 5000 の膜で透析を行い、スベリヒユとマツバボタン抽出液の分子量 5000 以上と 5000 以下のどちらの画分がフィブリノーゲンをフィブリンに変えるのか明らかにすることも目的とした。

### 【実験方法】

フィブリノーゲン水溶液に試供植物抽出液を加えて吸光度を測定した。試供植物は陰干したものを粉末にし、100℃で6時間熱水抽出した。その後、遠心分離した上清をろ過し、分子量 5000 の膜で透析をした。得られた液を凍結乾燥させ、蒸留水に溶かし、これを試供植物抽出液とした。対照区は、蒸留水にフィブリノーゲンを加えた試料から、蒸留水のみを試料ブランクを引いたものとした。実験区は、蒸留水に試供植物抽出液・フィブリノーゲンを加えた試料から、蒸留水に各試供植物抽出液を加えた試料ブランクを引いたものとし、吸光度(波長 450nm)を測定した。

### 【結果】

加熱してタンパク質を失活させた加熱スベリヒユと生のスベリヒユでは吸光度に有意差はなかった。また、対照区よりは生と加熱スベリヒユ、マツバボタンの吸光度が有意に高かった(図1 Kruskal-Wallis 検定  $p < 0.05$  多重比較 Bonferroni 法)。

透析後の吸光度の結果では、スベリヒユとマツバボタンの分子量 5000 以下の画分は対照区より有意に吸光度が大きかった。また、スベリヒユとマツバボタンの分子量 5000 以上の画分は対照区と有意差がなかった。(図2 一元配置分散分析  $p < 0.05$  多重比較 Scheffe 法)。

### 【考察】

図1より、スベリヒユの生と加熱、マツバボタンはフィブリノーゲンをフィブリンに変えることによって、止血効果を示すと考えた。また、加熱と生のスベリヒユの吸光度に有意差がなかったことから、タンパク質つまり酵素はこの血液凝固の過程に関与しないと考えた。なお、ソメイヨシノは止血効果があるとは知られていないため、ネガティブコントロールとして用い、対照区と有意差がなかったため、全ての植物に凝固作用があるわけではないとも考えた。

図2より、スベリヒユ、マツバボタン共に、対照区と比較すると透析膜を通り抜けたもの(分子量 5000 以下)のほうが吸光度が大きく、通り抜けなかったもの(分子量 5000 以上)は有意差がなかったため、通り抜けたもの(5000 以下)がフィブリノーゲンをフィブリンに変えていると考えた。多糖類は高分子であるので、この過程に関与しないと考えた。なお、透析ができていないかは高速液体クロマトグラフィーで確認した。

そのため、スベリヒユとマツバボタンの抽出物に含まれる物質のうち、フィブリノーゲンをフィブリンに変える過程に関与するのは、酵素や多糖類ではなく、分子量 5000 以下の加熱に強い物質であると示唆される。従来、生体内における植物由来の血液凝固成分は酵素や多糖類と知られているが、本研究はスベリヒユとマツバボタンの抽出物はフィブリノーゲンをフィブリンに変える過程には酵素や多糖類が関与しないと示唆し、新規性が高い。

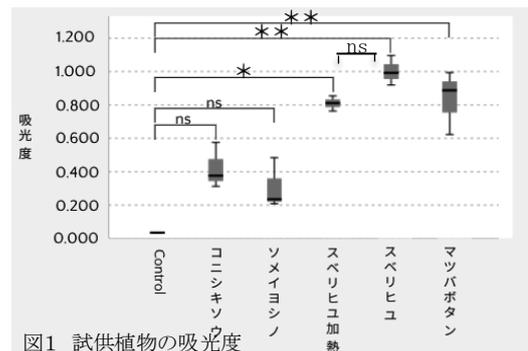


図1 試供植物の吸光度

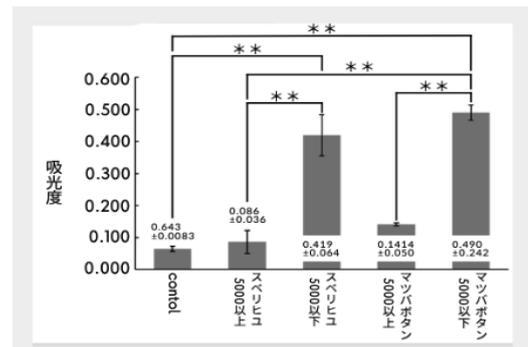


図2 透析後の試供植物の吸光度

## エタノールを用いてハツカダイコンの高温障害を防ぐ

石川県立小松高等学校

舟田真睦・森中いづみ・吉村粹・中桜二郎

### 【目的】

近年、熱波などの異常気象の発生により、作物の収量への影響が懸念されている。そのような中、マイクロトマトへのエタノール投与により、高温ストレス耐性を獲得することが報告された(筑波大学)。私達は、可食部である根の肥大が高温下で妨げられる特性を持つハツカダイコン (*Raphanus sativus* var. *sativus*) に注目し、本種の成長において高温障害に対するエタノール投与の有用性を検証することを目的に実験を行った。

### 【実験方法】

ハツカダイコンの栽培品種、「さくらんぼ」の種子をサカタのタネから入手し、花・野菜用培養土(コメリ社)を入れたプラポットに播種した。播種後、屋外で発芽させ、全株から本葉が2枚出るまでの16日間管理した。全株を3グループに分け、対照区とエタノール水溶液(0.12%)20mlを1回投与および2回投与した。エタノール処理後、卓上型人工気象器 LH-55-RD/S(GT) (日本医化器械製作所)に全株を入れ、高温下8時間(32°C)その後16時間(20°C)を12日間繰り返し栽培した。その後、根の長さや根径を計測し、記録した。

### 【結果】

エタノールを投与したハツカダイコンには、マイクロトマトに見られたような背丈や葉の数の増加は見られなかったが、根茎が大きくなり、根の長さが小さくなる傾向があった。仮説検定の結果、エタノール投与をした株が、未投与の株に比べて根径が太くなり、根の長さが小さくなったという結果に有意差が認められた(T検定による)。

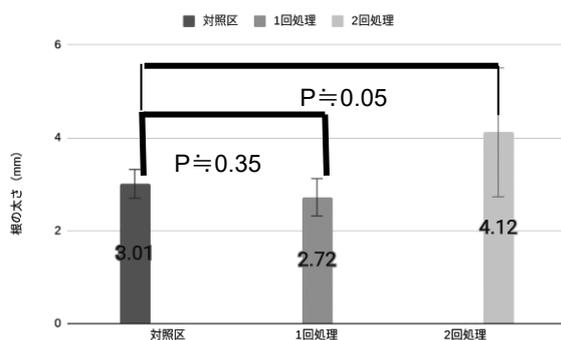


図1、実験終了時の根径(太さ) n=6 ずつ

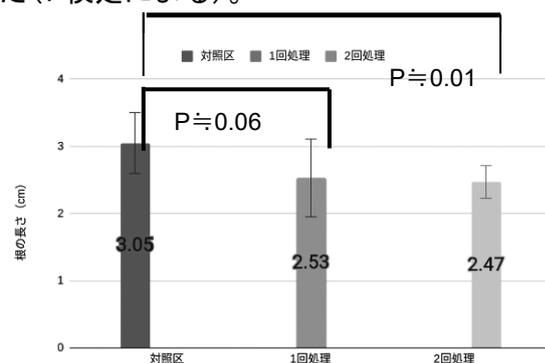


図2、実験終了時の根の長さ n=6 ずつ

### 【考察】

ハツカダイコンはエタノール処理を2回行うと高温による生長へのダメージが抑えられた、あるいは高温下でも成長が促進され、何らかの高温ストレス耐性を獲得したと考えられた。

## ブドウから発生する放電を継続させる条件の検証

小松高等学校 理数科二年

二口 美弥里・庄田 葵・吉光 美陽・吉村 侑夏

【目的】ブドウを電子レンジで加熱すると放電する現象を知った。私達は、放電がより長く継続して発生する条件を考えた。電子レンジの波長は12cmであり、ブドウ内に入ったとき、水分によって1.2cmになることが分かっている。そこで、ブドウの直径が電子レンジの波長と一致する時、より長く放電を継続させることができると考えた。また、電子レンジの電力を大きくするほど、より長く放電を継続させることができると考えた。

【実験方法】半分に切ったブドウ(トンプソン)2個を並べてシャーレに置き(右図)、この上からビーカーを被せて電子レンジで加熱し、放電が継続した時間を測定した。



①ブドウを置く向き、②電子レンジの電力、③ブドウの直径を変えてそれぞれ対照実験を行った。①、②について対照実験を行う際は、ブドウの直径を1.2cmに切り揃えた。条件を変え、各3回以上測定しその平均を取った。

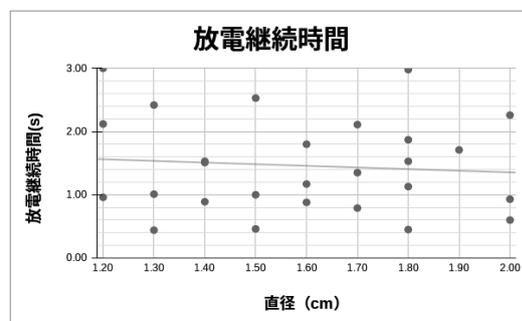
図 シャーレ上のブドウ

【結果】ブドウの切断面を上向きに置き、600Wで加熱した時、平均継続時間が一番長くなった。実験③において放電継続時間と直径に相関関係は見られなかった。

グラフ 直径と放電継続時間の関係

表 各条件の平均継続時間

切断面/向き	電力/W	平均継続時間/S
下	300	2.69
下	600	2.56
上	300	2.52
上	600	5.47



【考察】ブドウが上向きの方が継続時間が長いのは、放電を発生させるために必要な水分が上向きの際は流れ出なかったためだと考えられた。

また、600Wの方が継続時間が長いのは、ブドウにかかるエネルギーがより大きくなり、電荷量が増えたと考えられた。

ブドウの直径が放電継続時間に関係なかったのは、ブドウが球形であるため、直径の長さが測定する場所によって異なるためと考えられた。

## ミカンのおいしさを決定する要因の解析

石川県立小松高等学校 理数科2年

菊池 由季乃・中村 麟太郎・濱浦 いろは・堀田 比呂

【目的】温州ミカンのへたの裏にある点々は維管束であり、房の数と一致している。私たちはミカンの房の数とおいしさの関係について興味を持ち、ミカンのおいしさを決定する要因について調べた。ミカンのおいしさを決定する要因としてクエン酸の含有量に着目した。ミカンは呼吸によってクエン酸を分解している。これらのことからミカンの房の数が多いほど、クエン酸の消費量が増え、ミカンはおいしくなるのではないかと考えた。

【実験方法】糖度計でミカン(12個)の糖度を測定した。さらに、乳鉢を用いて各ミカンの房を5房ずつすりつぶし、吸引ろ過器で得られたろ液をミカン汁とした。そのミカン汁に含まれる酸を0.1mol/Lの水酸化ナトリウムで滴定した。

【結果】ミカンの房の数が多いほど酸含有量は大きく、糖度と糖酸比はミカンの房数10房の値が最も大きかった。クエン酸量は房の数に比例したが糖度は比例しなかった。

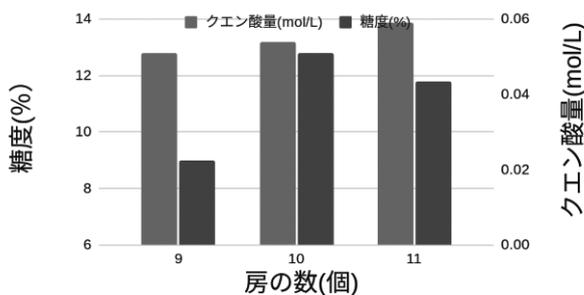


図1 クエン酸含有量(mol/L)と糖度(%)の関係

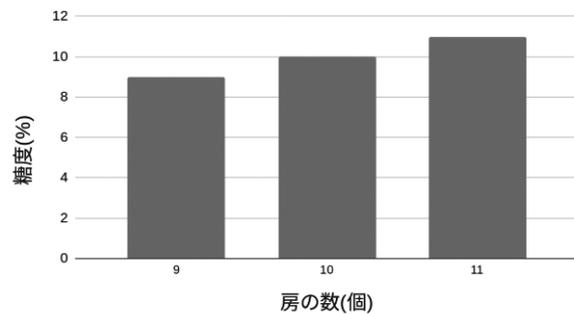


図2 房の数(個) 糖度(%) 酸度(%)

【考察】房の数が多ければ糖酸比も大きいと考えていたが、房の数と糖酸比は比例しなかった。

## 丹波市の特産品 丹波白雪大納言小豆の探求

兵庫県立氷上高等学校 丹波農作物班

井上柊汰

### 【目的】

兵庫県丹波市は朝夕の寒暖差が激しく、特有の農作物には適している気候である。そのため「丹波三宝」をはじめ様々なブランド作物が存在する。丹波白雪大納言生産組合から後代子実粒の大きさが小さくなっており原因が不明だと聞いた。そして、自殖種子のため様々な影響を受けている可能性があるため、原因追及と今後の原原種栽培の依頼を本校が受けた。このことから現在本校で栽培している丹波白雪大納言小豆の種子は大納言小豆であるのかどうかを確認する必要があると考えた。また、昨今の気象変動により、新しい栽培条件の検討が必要ではないかと考え研究を行った。

### 【実験方法】

#### ① 丹波白雪大納言小豆の遺伝子調査

R5年度に収穫した丹波白雪大納言小豆の植物体から DNA 抽出を行い、DNA マーカー選抜を行った。DNA マーカーは有手ら(2012)を参考に5セット用意した。PCRは94℃ 30秒、55℃ 30秒、72℃ 1分のサイクルを55反復した後、72℃ 7分の反応条件で行った。3%のアガロース/TBEゲルを用いて、PCR産物の電気泳動を行った後、ゲルを染色して多型パターンを観察した。

#### ② 栽培最適条件の検討

直播栽培においては、播種時期による生育差異を調査するために暦通りの播種日と暦通りの1週間後の播種日の2通り設けた。加えて、断根栽培も行った。初生葉の上部と根を切り落とし、メネデールに切断した胚軸部を漬け鹿沼土に挿し木し、根の活着が確認出来たら圃場に定植した。同時期に移植栽培も行った。また、佐々木ら(2022)がくみあい総合微量要素肥料 FTE はアズキの収量に影響を与えると報告した。この報告から、上記の3試験区に基肥に FTE を加えたものをそれぞれの試験区に追加し、収量調査を行った。

### 【結果】

丹波白雪大納言小豆の遺伝子調査において、5マーカーすべて白雪大納言のバンド位置にバンドが確認できた。このことから、本校で栽培している白小豆は遺伝子上では丹波白雪大納言小豆と証明できた。

栽培最適条件の検討においては、すべての項目において大きな差は生じなかった。

### 【考察】

調査した遺伝子は子実の大きさに関する遺伝子ではないため、子実の大きさに関する遺伝子が見つかった際には再び遺伝子実験を行い、子実の大きさが遺伝子変異等の遺伝子が原因かどうかを探索する必要がある。

直播栽培は暦通りに播種するのがよいと証明できた。アズキは短日植物のため、播種日が遅くなると、栄養成長期間が短くなってしまふ。そのため1週間後播種の直播区、FTE区ともに主茎の太さが他の試験区よりも小さくなった。暑さが収まると思ひ、暦より1週間遅らせて播種を行ったが、暑さよりも日長の方がアズキの生育に影響を与えているということが明らかになった。

元肥に FTE を用いたが、播種の直前に散布したので、散布時期の遅れが影響しているかもしれない。今後は FTE 施用時期の検討も行う必要があると考えた。

### 【参考】

- ・有手友嗣ら 2012. 北陸作物学会報 7:109~112
- ・佐々木壺ら 2022. 育種作物学会北海道談話会会報 63

## 白色腐朽菌を利用したセルロース及び雑草からのグルコース生成法の提案

金沢泉丘高等学校

稲沖龍一・内田陽貴・島上翔太郎・安田凱音

### 【目的】

森林破壊の原因の一つとして、BE(バイオエタノール)生成のための作物栽培を理由とした農地開拓が挙げられる。白色腐朽菌はセルロースをグルコースに分解するセルラーゼという酵素を含むことがわかっており、身の回りの雑草からの効率的なBE生成の条件を明らかにしようと考えた。

### 【実験方法】

先行研究<sup>1)</sup>を参考に、白色腐朽菌を含む廃菌床を水で浸し、2時間真空にすることで菌液を作成した。A. 菌液 50mL、B. 菌液 50mL+セルロース 5.0g の3つの試験管を用意し、その後、試験管内の液体、フェノール、蒸留水を1:4:5(実験では200 $\mu$ L、800、1000)の比率で混合した。次にそれらを攪拌し、試験管内の液体と濃硫酸を1:4で混合(実験では450 $\mu$ L、1800)した。最後に吸光度を測り、検量線をもとに試験管内に含まれる糖の濃度を調べた。

### 【結果】

溶液	吸光度	濃度
菌液のみ	1.15	0.0968
菌液+セルロース(0分)	1.22	0.128
菌液+セルロース(120分)	1.38	0.19

### 【考察】

「菌液+セルロース(120分)」が「菌液のみ」と比べてグルコース濃度が約0.1%になったことから、菌液の酵素による働きでグルコースが増加したと考えられる。ただしグルコースの増加量が顕著ではないので誤差の可能性も考えられる。

## 「中町コンポスト」が植物の成長に与える影響

松本昭和学園エクセラン高等学校 グリーンライフ部

村田蓮音・松本謙太郎・前野昂・木村遥香・小林祐奈・蜜澤陽菜・降旗悠真・  
青島伽穂莉・小松知沙・荒木大冴・永井大馳・齊藤那海希・大瀧楓華・川上理菜

【指導教諭】岡田啓雅

【目的】長野県松本市にある中町通りでは2023年から家庭や飲食店から出た生ごみを用いてコンポスト（「中町コンポスト」）を作っている。生ごみを資源として活用する「中町コンポスト」で育てた作物を、地域の方々に利用してもらったり、町の緑化に役立てたりすることで、地域内での資源循環につながられると考えている。しかし、「中町コンポスト」の肥料としての詳しい評価はしておらず、農作物の栽培に適しているかは明らかになっていない。本研究では肥料として「中町コンポスト」を用いて、肥料の割合を変えた用土で、作物を栽培し、収量、大きさ、色などの品質を調査し、「中町コンポスト」の肥料としての能力を評価することで、「中町コンポスト」が農作物の栽培に活用できるかを調査した。

【材料および方法】予備調査として、二十日大根“すみれちゃん”と“あかゆきちゃん”を用い、2024年3月27日～5月2日に栽培を実施し、「中町コンポスト」を用いる際の適正な混合割合を検討した。その結果を踏まえ、本調査では小松菜トーホク交配“サラダこまつな”、ミニトマト“チェリーメイト”、ニンジン“ピッコロ”を用いて、0%～30%の割合で「中町コンポスト」を混ぜた用土で試験した。なお、すべての区において、最初に化学肥料の花工場（住友化学園芸）を1000倍希釈したものを用土に施用した上で栽培を開始した。栽培期間は小松菜が2024年4月9日～5月24日、ニンジンは7月25日～9月5日とした。ミニトマトは5月28日に播種用培養土に播種し、育苗した後「中町コンポスト」を混ぜた用土に6月20日に定植し9月19日まで栽培した。作物ごとに収量、草丈、葉の縦横サイズを測定し、さらにトマトの葉色を色差計で測定してLab表色系で表した。得られた結果から用土中の「中町コンポスト」の最適な割合と、栽培に適した作物について考察した。

【結果および考察】二十日大根では、「中町コンポスト」を5%～15%混ぜた土で発芽が見られたが、30%混ぜた土では発芽しなかった。このことから、「中町コンポスト」が多すぎても植物は生育できないことが示唆された。小松菜の栽培では、5%以上混ぜた土の区では対照区よりも有意に草丈が大きかったことから「中町コンポスト」を混ぜた土では混ぜていない土と比べて、小松菜の成長が促されたと考えられた。しかし、15%混ぜた土では発芽率が低く、これは十分に土が混ざっておらず、用土内で「中町コンポスト」が偏ってしまったからだと考えられた。また、「中町コンポスト」の割合が高いほど葉の緑色が濃くなる傾向が見られた。トマトでは、5%以上混ぜた土の区で対照区よりも草丈や収量が優れ、中でも「中町コンポスト」を15%混ぜた用土で栽培したもので有意に草丈が高かった。「中町コンポスト」を混ぜた土では定植してから2か月後でも草丈が伸長し、収穫が十分できたことが明らかとなった。葉色測定では、15%以上の区でa値・b値が低く、緑色が濃く黄化が抑制されたと考えられた。このことから、コンポストを混ぜた土では光合成が活発になり、生育が促進されたと考えられた。ニンジンでは、奇形のものが多く、収穫物として利用できなかった。以上のことから、「中町コンポスト」は一部の品目を除いた多くの作物で利用でき、資源の活用につながれると考えられた。今後、他の品目でも同様の調査を行うことで、「中町コンポスト」のより有用な活用につながれると考えられた。

\* 当研究は、（一財）長野県科学振興会の助成を受け実施したものです。

## ハボタンにおける色戻りの原因解明

名城大学附属高等学校

米田 浩大・安立 和奏・齋藤 陽歩

### 【目的】

ハボタン(*Brassica oleracea* var. *acephala*)は、秋季から冬季にかけて着色した葉を觀賞する植物である。高性種や矮性種等の品種の多様化によって、門松や花壇の寄せ植えなどに利用されることも多く、街中でもよく見かける。ハボタンは通常緑色で、觀賞期の低温下では展開してくる葉が、白色や紅色となる。着色(白色化, 紅色化を指す)した葉ではクロロフィルの減少がみられる。着色後に温度を被着色温度に株を戻すと、白色葉が緑色になる‘色戻り’が觀察される。白色葉に緑斑が入ったように見えるため、觀賞価値は低下する。本研究では目的を、「ハボタンにおける色戻りのメカニズムを解明する」と定め、研究を進めた。

### 【実験方法】

白色系ハボタン‘フレアホワイト’を用いて、低温区(屋外)と高温区(屋内, 20℃±5℃)で各12本ずつ栽培し、色戻りさせ觀察した。高温区は日当たりの条件が屋外とほぼ同じ窓際にて栽培した。色戻りした各段階での含有する光合成色素を定量した。葉からΦ10mmのリーフディスク3枚を採取し、十分に凍結乾燥させ、80%アセトンで抽出し分光光度計で645nm, 663nm, 470nmでの吸光度を測定し算出した。

### 【結果】

高温区では、株によって色戻りのスピードにばらつきは見られたものの、すべての株が葉脈付近から色戻りが起こり、新たに展開する葉が緑色で展開された。低温区では色戻りは起こらなかった(fig.1)。各部位の光合成色素の量をfig.2に示す。色戻りよりも新しく展開する葉の方が、光合成色素量が多く、Chl a:b比にもほぼ差がないことがわかった。

### 【考察】

ハボタンは白色部ではクロロフィルなどの色素を含まないが、正しく分化できなかった異常な色素体が蓄積すると考えられている。今回の実験で、葉脈からの色戻りより新たに展開する葉の色素量が多かったのは、白色部の異常な色素体がすぐに葉緑体になることができないためだと考えられる。



Fig.1 色戻りするハボタン‘フレアホワイト’  
左:低温区(①②)中:高温区色戻り初期(④)右:高温区(③⑤)

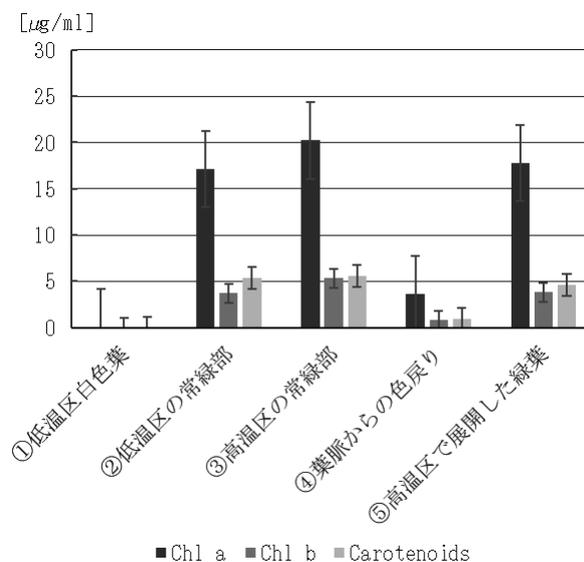


Fig.2 色戻り部位による光合成色素量

# セイヨウタンポポを実際に食べてみた

—野生セイヨウタンポポの食用性と安全性の実証研究—

東京都立大泉高等学校 生化学環境ゼミ

渡辺泰斗

## ・目的

現在では、タンポポは利尿作用のある「強壯剤(トニック)」として、また、感染症や消化器症状などのさまざまな症状・疾患に良いとされているが、どのような健康上の問題に対しても、タンポポの使用を支持する説得力のある科学的証拠(エビデンス)は得られていない。本研究では、自ら野生のタンポポが食用であることを証明するとともに、食料としてのタンポポについて気づきを得ることを目的とする。

## ・実験方法

採取するタンポポは、採取のしやすさの観点から、個体数の多いセイヨウタンポポに定めた。汚れの少ない新鮮なセイヨウタンポポを採取するため、東京都東村山市にある八国山緑地を採取場所とした。セイヨウタンポポは花から根までのすべての部位を可食部位とするが、すべての季節で簡単に採取が可能な、葉を食べることにした。セイヨウタンポポの葉は、細長くギザギザしていて、三角形を少しずらしながら重ねたような形をしている。また、在来タンポポとセイヨウタンポポの見分け方として、総苞片が反り返っているものがセイヨウタンポポである。以上の特徴を踏まえて、八国山緑地でセイヨウタンポポの葉を40枚ほど採取した。採取した40枚のセイヨウタンポポの葉を炒め物、お浸し、天ぷら、茶として調理した。

## ・結果

セイヨウタンポポが食用であることは事実と言える。また、本研究での料理による、体調の変化や悪影響は見られなかった。

## ・考察

自ら野生のタンポポが食用であることを証明することができた。しかし、タンポポが実際に体にもたらす利点や、タンポポを食べるべき理由は見つからなかったため、食料としてのタンポポの普及は難しいと考えられるが、大災害や食糧危機に陥った際に食料とすることはできると考えられる。

## 寄生植物ネナシカズラは宿主の蒸散力さえも利用する!?

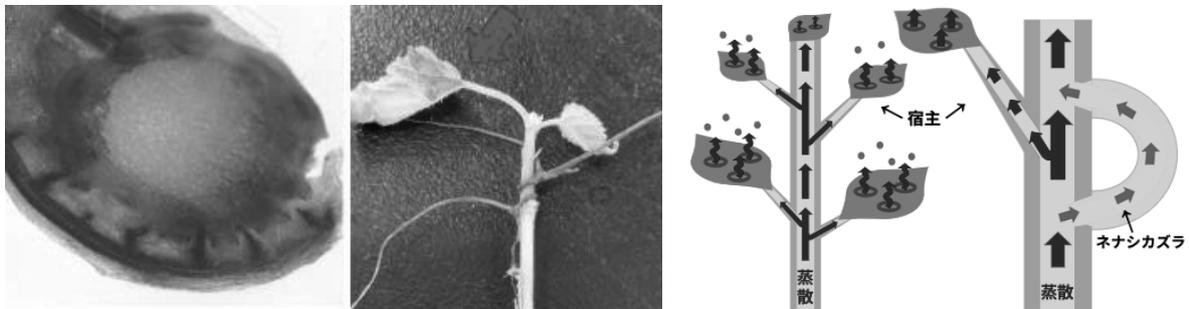
小林礼奈

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校

寄生植物のネナシカズラは他の植物に巻き付いて寄生根を宿主に挿し込み、維管束を接続して水分や養分を奪うことが知られている。私は高校に隣接する川沿いの草むらに大量発生したネナシカズラが、シダ植物を含む様々な植物に巻き付いていることに興味を持った。ネナシカズラが本当に寄生できているかを調べるために、ネナシカズラが巻き付いた宿主植物に色水を吸わせて観察を行った。双子葉植物のセイタカアワダチソウや単子葉植物のトキワツユクサなどの茎に寄生させた場合は、どちらも宿主に吸わせた色水がネナシカズラに移っていることが確認できた。一方で葉に寄生した場合は色水がネナシカズラの寄生根周辺に留まっており、吸収が上手くいってなかった。

寄生していない状態のネナシカズラを色水に挿してみたところ、この状態でもネナシカズラは色水を吸い上げることが判った。またショ糖溶液で育てると一週間以上も巡回運動をしながら宿主無しで成長することが判った。この実験ではネナシカズラが他のネナシカズラに巻き付いていたが、巻き付かれた方のネナシカズラに色水を吸わせてみたところ色水は移行しなかった。また宿主植物(イラクサ)に寄生したネナシカズラに色水を吸わせてみたところ、ネナシカズラから宿主に色水が移行することを発見した。

植物は蒸散する力を使って根から地上部に水を吸い上げることが知られている。したがって葉の無いネナシカズラの吸い上げる力は、宿主の吸い上げる力よりも弱いと推測される。一方で、ある寄生部位から流入して養分を奪った溶液を、別の寄生部位から宿主に戻す流れを作れば宿主の強力な蒸散力を利用できるはずである。今後はこの可能性について検証していきたい。



左図：色水を吸わせたセイタカアワダチソウの茎に寄生したネナシカズラ

中図：ネナシカズラに吸わせた色水は宿主のイラクサに移動する

右図：ネナシカズラが宿主の蒸散力を利用して宿主から水や養分を奪うモデル

## シロイヌナズナ種子に対する磁気処理が 発芽までの時間に与える影響について

北杜市立甲陵高等学校

池田茉央・大森彩永・南襄

### 【研究の背景及び目的】

温度や湿度、土壌といった環境に比べ、磁場や重力場といった特殊な環境が植物にどのような影響を与えているかについては不明確な部分が多い。そこで本研究では、磁気処理強度の違いがシロイヌナズナ種子の発芽にどのような影響を与えるのか検討した。

### 【先行研究】

シロイヌナズナ種子にネオジム磁石で磁気処理（230 mT）を1時間行い、24℃、24時間光照射の環境下で種子が発芽するまでの時間を比較した。結果として、磁気処理は植物の発芽に対して抑制するように働きかける傾向がみられた。

### 【方法】

脱脂綿をプラスチックシャーレに敷き、10 mlの水を加えた。脱脂綿の上に10粒のシロイヌナズナ種子を置き、24℃、24時間光照射に設定したインキュベーターに入れた。これをコントロール（Ctr）群とした。また、表1のa、bの処理を加えて同様の実験を行ったものを、それぞれ処理群a、bとした。これらの種子を、カメラのインターバル撮影を使い、1分ごとに撮影した。その後、撮影した画像からそれぞれの種子が発芽するまでの時間を調べた。

### 【結果】

図1より、処理aはCtrと比べて全体的に発芽までの時間が短かった。また、発芽までの時間が45時間以降の集団と比較すると、処理bはCtrと比べて発芽までの時間が短かった。処理aは処理bと比べて全体的に発芽までの時間が短かった。

### 【考察】

結果より、処理aはCtrと比べて全体的に発芽までの時間が短かったことから、処理aは発芽までの時間を短くする作用があると示唆された。また、発芽までの時間が45時間以降の集団において、処理bはCtrと比べて発芽までの時間が短かったことから、処理bは発芽までの時間が45時間以上の集団に対して発芽までの時間を短くする作用があると示唆された。これらのことから、磁気処理はシロイヌナズナ種子の発芽を促進すると推測された。さらに、処理aは処理bと比べて全体的に発芽までの時間が短かったことから、磁気処理強度の弱い処理aの方が強度の強い処理bよりも発芽までの時間を短くすると考えられた。以上より、磁気処理はその強度が弱いほどシロイヌナズナ種子の発芽を促進するように働きかける可能性が示唆された。

参考文献及び謝辞はポスターに記載した。

表1 種子に行った処理

処理群	処理
Ctr	処理なし。
a	吸水後に80 mTで1時間磁気処理した。
b	吸水後に230 mTで1時間磁気処理した。

種子に行った処理をそれぞれ示した。また、磁気処理は種子を入れたプラスチックシャーレの上下に80 mT、230 mTのネオジム磁石を設置し、それぞれの環境下で静置した。それぞれの処理における播種数（n）はCtr=40個、a=40個、b=30個。

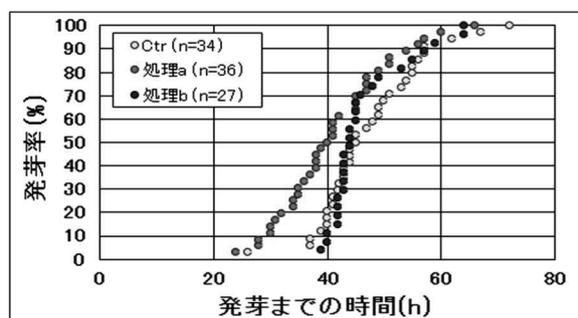


図1 各時間で発芽していた種子の割合と発芽までの時間

横軸は発芽までの時間、縦軸は発芽した種子全体における各時間に発芽していた種子の割合を表した。全体の発芽率はCtr: 85%、処理a: 90%、処理b: 90%。

## サウンドベジタブル～音は植物の生長に影響するのか～

山脇学園高等学校  
渡部真衣・一色優希

## 【目的】

単子葉類であるマカラスムギ (*Avena sativa*) に音楽を聞かせて栽培すると、発芽率や芽と根の長さ等の生長に影響が出ることがわかっている。また、500Hz の音を聞かせた時にも生長が促進されることが分かっている。しかし、双子葉類にも同様の影響があるのかは分かっていない。本研究では、音を聞かせて双子葉類を栽培するとどのような影響がみられるのかについて調べた。そのため、双子葉類であるクレソン (*Nasturtium officinale*) を使用して実験を行った。

## 【方法】

ダンボール箱に遮音シート、LED ライトを取り付けた装置を3台製作し、そのうち2台にはスピーカーも設置した(図1)。スピーカーからは、Arduinoを用いて900Hzまたは18000Hzの周波数の音を流し続けた。それぞれの装置の中で、脱脂綿を用いて乾燥を防ぎ、種子を50粒ずつ1週間栽培した後、発芽率と胚軸長を計測した。実験1では、音量を55db(夜間の騒音の平均)に設定して、実験を2回行った。実験2では、音量を66db(昼間の騒音の平均)に変更して、実験を3回行った。



図1 製作した装置

## 【結果】

【実験1】2回の実験の発芽率の平均値を有意水準5%でt検定をしたところ、周波数の違いによる有意差は見られなかった。また、胚軸長の平均値も同様にt検定を行ったが、2回の実験のどちらも周波数による差は見られなかった。図2は1回目に行った実験の胚軸長の長さの平均値のグラフであり、図3は2回目の胚軸長の長さの平均値のグラフである。

【実験2】実験1と同様に3回の実験の発芽率の平均値でt検定をしたが、周波数による有意差はなかった。しかし、3回の実験中、1回のみ、900Hzと18000Hz、900Hzと音なしの間に900Hzの胚軸長の方が長いという差が見られた。

実験1と実験2で音を聞かせたクレソンの子葉の多くが、図4のように外側に反っていることが確認できた。そこでそれぞれの装置内で発芽したクレソンの胚軸と子葉の間の角度(図5)を測定し、小数第1位を四捨五入して平均値を出した。結果は、音なしが101度、900Hzと18000Hzが63度となった。



図4 左が音なし、右が音あり

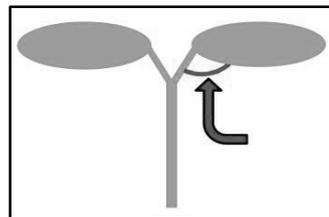


図5 計測した場所

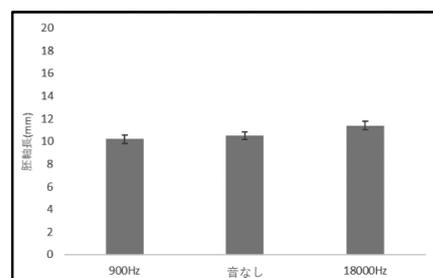


図2 胚軸長の平均(1回目)

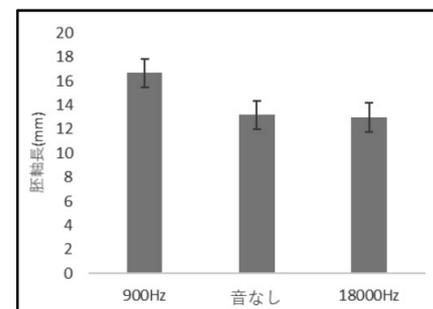


図3 胚軸長の平均(2回目)

## 【考察】

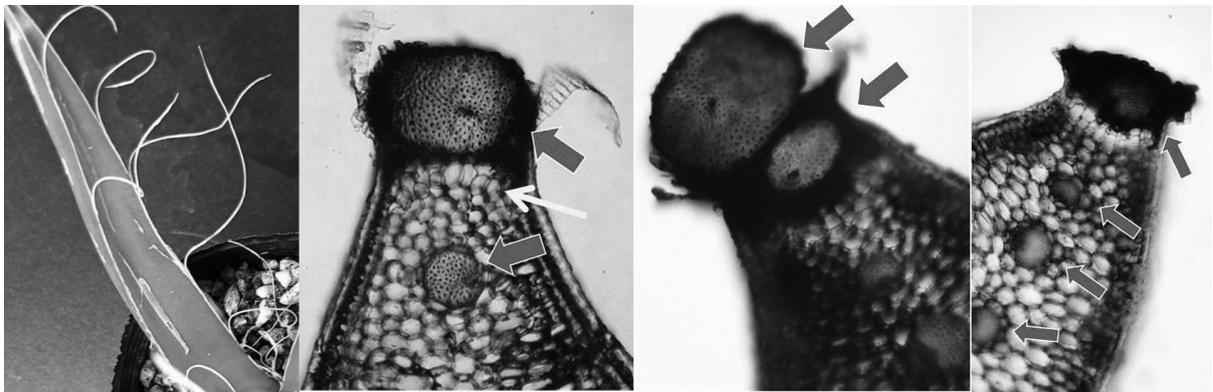
発芽率は周波数や音量の違いに影響していない。種子は種皮に保護されているため、音の刺激に左右されずに発芽できるのではないかと考えた。しかし、胚軸長は音量に影響される可能性がある。角度の計測から、音がある環境でクレソンを栽培すると子葉が外側に反った形になることがわかった。子葉が反った原因は子葉の表と裏で細胞の大きさや数が違うからではないかという仮説を立てた。今後はこの仮説を立証するために、細胞の核を染色して、細胞の数を数えることなどが必要であると考えられる。

糸を出してトゲを鋭く研ぎあげるアガベ・フィリフェラ  
 ～リュウゼツラン属における葉の先端のトゲの進化に関する考察～

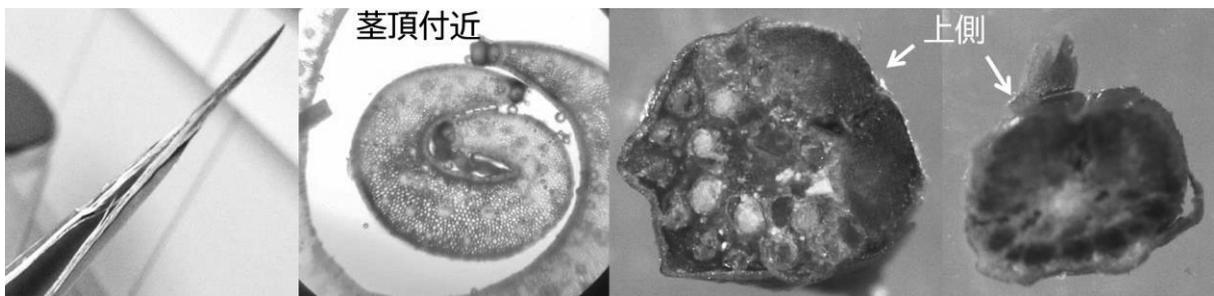
相澤里穂

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校

リュウゼツラン属のアガベ・フィリフェラ (*Agave filifera* 以下フィリフェラ) はメキシコを中心とした熱帯地域に自生するリュウゼツラン属の多肉植物で、葉の先端の鋭いトゲと縁から糸のような繊維状のものが出ることが特徴である。私はこの繊維の出る仕組みと役割について研究を行った。フィリフェラの葉はトルイジンブルーで染色される大きな維管束 (赤矢印) が間隔を空けて並んでおり、もっとも外側とその内側の維管束の間の細胞層 (黄色矢印) が潰れて、繊維が外れることが示唆された。



フィリフェラの繊維が出る意義を考えながら観察を行っている時に、私は葉の先端のトゲが、繊維の出ない他のアガベ属と比べて鋭いことに気が付いた。また繊維は葉の上部から基部に向かって出ており、トゲから出ていることもある。さらにトゲは繊維が集まって構成されていることも明らかになった。実際にトゲは太い繊維のある上側 (縁だった部分) が割れて剥がれるので、成長に伴って次々と剥がれてトゲを鋭く保つ仕組みであると推測される。



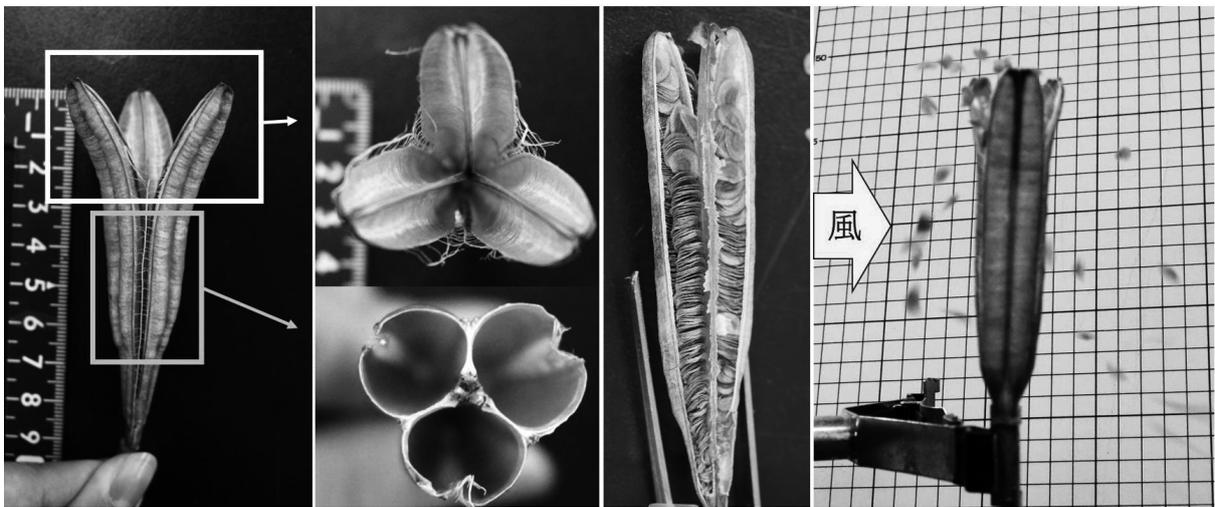
同じリュウゼツラン属にはトゲのある種が多く存在しているが、葉の縁から繊維が出るのは観察した中ではフィリフェラのみである。他の種のトゲでは繊維と厚い裏側の外皮、厚い外皮だけのものなどが観察された。また同じキジカクシ科のドラセナ属のサンスベリアには、葉の先端のトゲは無いが葉の縁に二重の繊維構造が観察された。本発表ではこれらとの比較から、アガベ属の葉の先端のトゲの進化についても考察する。

## 風を徹底的に利用したタカサゴユリの種子散布の流体力学的解析

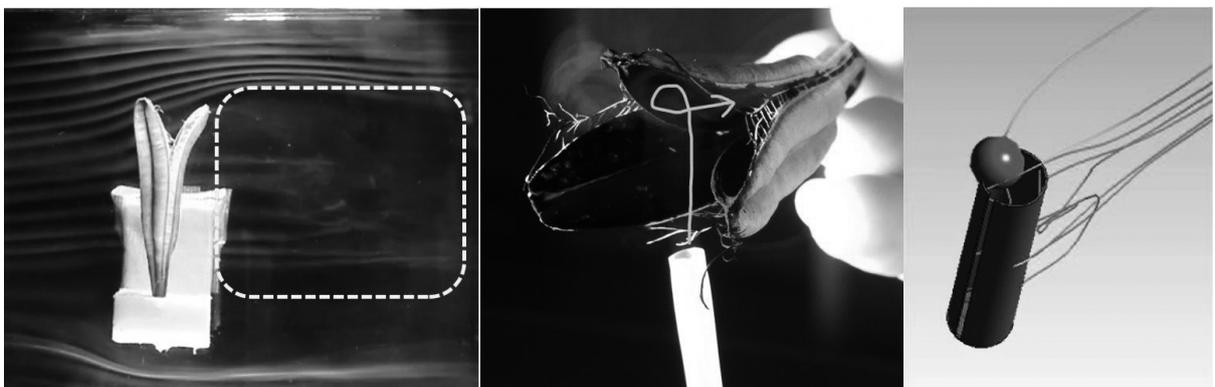
森川冴音

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校

タカサゴユリの蒴果は直立した状態で上の方が少しだけ開いて、そこから風によって種が吹きこぼれるように落ちる。私はこの仕組みに興味を持って研究を行っている。タカサゴユリの蒴果は三枚の心皮で構成されており、完熟すると心皮は繊維でつながったまま隙間ができる(下図)。この隙間が中央に位置する形で内部は三つの部屋に分かれており、薄い種が各部屋に2列ずつの計6列が詰まっていた。



蒴果に横から風を当てると、一部の種は風上に落ちることや、大部分の種が風下にほとんど偏りなく散らばることを実験により確認した。また煙を使った流体力学的な解析とシミュレーションによる検証(下図)、さらに模型を使った確認実験などにより、現在までに隙間から入った風が種を渦を巻きながら舞い上げることを示唆する結果を得ている。また上部の開いた部分で気流が乱されることで、種が広く撒き散らされていることを示唆する結果も得ている。一方で上部の開いた部分はかなり複雑な気流を作っているので、今後も解析を続けて、この不思議な形の蒴果に秘められた工夫を解き明かしていきたい。



## ホウレンソウにおける白色顆粒の役割

兵庫県立宝塚北高校 生物部（ホウレンソウ班） 枝川咲菜・金光都芭・小崎蒼南

【目的】ホウレンソウの葉に付着している球状の白い顆粒(図1)はシュウ酸などの有機酸を含むことが分かっている。しかし、顆粒の役割についてはあまり分かっていない。そこで、顆粒の役割を明らかにすることを目的に、以下の仮説を立てた。

### 【仮説】

- ① 顆粒が多く付着するホウレンソウの方が耐寒性が強い
- ② 顆粒には細菌に対する抗菌効果がある

### 【実験内容】

- ① 同品種のホウレンソウを用い、顆粒除去した葉とそうでない葉を低温(-10℃)と常温(15℃)に設定したインキュベーターに入れ、1時間ごとの導電率を測定し、顆粒の有無が対寒性に与える影響を評価する。
- ② 顆粒をすりつぶして作成した顆粒水溶液と先行研究で顆粒に含まれていると報告されている有機酸と同濃度の人工顆粒溶液の二種を用いてペーパーディスク法を行い、納豆菌に対する抗菌効果を確認する。

### 【結果】

- ① -10℃に入れた葉の方が15℃に入れた葉より導電率は高くなった。しかし、顆粒の有無では差があまりみられなかった(図2)。
- ② 人工的に作った顆粒水溶液では抗菌効果がみられたが、顆粒水溶液では抗菌効果がみられなかった。

### 【考察】

- ① 15℃よりも-10℃の方が導電率が高いのは低温により細胞が傷つき、細胞内液の漏出があったと考えられる。-10℃処理区において、顆粒の有無で差がみられなかったことから、顆粒には葉を凍結から守る役割が無いことが考えられる。
- ② 顆粒に含まれる溶液と同濃度の顆粒水溶液で阻止円が見られたことから、顆粒が持つ液体は納豆菌に対して抗菌作用を持つと考えられる。顆粒水溶液で抗菌作用が確認できなかったのは、顆粒水溶液を作る上で不純物を完全に除去しきれなかったためだと考えている

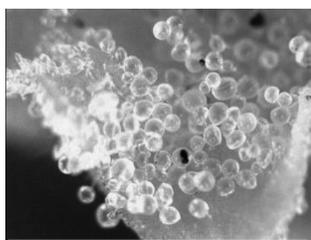


図1 白色顆粒のようす

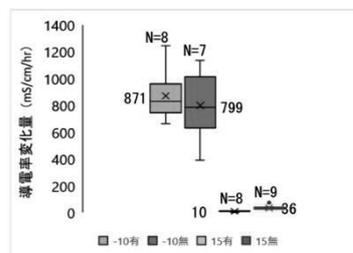


図2 処理温度と顆粒の有無による導電率変化

### 【展望】

- ① -10℃よりも高い0℃、-5℃で処理し、顆粒に耐寒性があるかどうか追実験を行う。
- ② 顆粒から顆粒に含まれている液体のみを取り出す方法を考え、抗菌効果を検証する。

## LED とレーザー光線が植物の光合成や生育に及ぼす影響

渋谷教育学園幕張高等学校 UTokyoGSC-Next

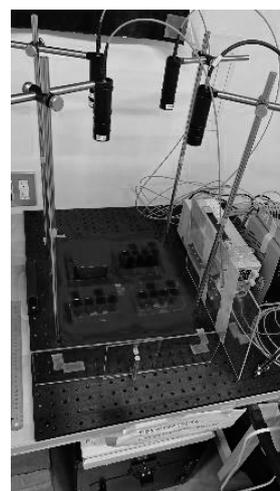
土屋咲

### 【目的】

植物工場における食物生産は食料不足の解決策として注目されている。現在、植物工場では主に LED が光源として使用されているが、LED は波長帯域が広いいため、植物の成長に最適なスペクトルの精密な制御が困難である。そこで、本研究では、より狭い波長帯域を持つレーザー光を光源として利用する可能性を探る。これまでに、赤色 LED および赤色レーザー照射下での植物の成長を比較した結果、赤色 LED 下において成長度および光合成活性の増加が確認されている。しかし、光合成においてクロロフィルが主に吸収する光は赤色のみならず青色であるため、本研究では青色レーザー照射が植物の光合成および成長に及ぼす影響を解析する。特に、植物の形態変化を含む成長特性の変化とそのメカニズムを明らかにすることを目的とする。

### 【実験方法】

本研究では、3 種類の植物（タバコ (*Nicotiana tabacum* 'Wisconsin-38')、シロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana* Col-0)、レタス (*Lactuca sativa* 'Red Fire') ) に対し、青色 LED および青色レーザーを照射し、形態学的特徴および光合成能力の変化を解析した。栽培は、光強度  $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、24 時間連続照射の条件下で 12 日間行った。青色 LED（ピーク波長 450 nm、波長帯域 431~475 nm）および青色レーザー（ピーク波長 450 nm、波長帯域 447~454 nm）を用い、光の波長帯域の違いが植物の成長に及ぼす影響を検討した。



### 【結果と考察】

青色 LED 照射下で栽培したタバコ、シロイヌナズナ、レタスの地上部乾物重は、青色レーザー照射下で栽培した植物よりも高かった。葉面積には有意な差は見られなかったが、葉面積当たりの乾物重は青色 LED 照射下で有意に高かった。また、青色レーザー照射下では、3 種類の植物すべてで葉の角度が大きくなり、葉がより直立する傾向が見られた。その結果、植物体の高さは青色レーザー照射下でより高くなった。

植物工場での栽培では、従来の LED 光源では、植物が成長するにつれて上位葉が光を遮り、下位葉に十分な光が届かない、老化が進行する。このため、老化した下位葉のトリミングなどの作業が必要とされてきた。しかし、青色レーザーを使用することで、上位葉の生育を垂直方向に誘導し、下位葉にも上方から光が届きやすくなると考えられる。その結果、下位葉の老化を抑制しながら栽培できる、レーザー光源を用いた“新たな栽培システムの構築”が期待される。

本研究は、JST 次世代科学技術チャレンジプログラム (STELLA) において東京大学 UTokyoGSC-Next の一環として行われたものである。

## 遮光ネット以外で葉焼けを防ぐには

前橋女子高等学校 ss探究

六本木樹

### 【研究動機・目的】

植物が強い光や高温などのストレスに晒され過剰になったエネルギーが活性酸素類を生成し、葉が焼けたように枯れることは葉焼けと呼ばれる。ポトスの栽培の際に葉焼け対策として遮光ネットを使用していたが、狭い空間では邪魔で風に弱いなどのデメリットを感じた。そこで遮光ネットを使わずに葉焼けを防ぐことを目的とした。また近年の猛暑による野菜や稲の不作に見られるように、地球温暖化の進行に伴い増加するであろう葉焼けや高温障害は農業生産に悪影響を与える。その中でこの取り組みは遮光ネットの使用が難しい環境でも活用できると考え、農作物に活用出来るような方法を取ることも目的とした。

【実験方法】下記の実験で使用するポトス (*Epipremnum aureum*) は挿し芽で増やしたものを人工気象器内 $10\sim 20\ \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 以下で水耕栽培をしており、二週間ごとに液体肥料を与えている。

【仮説1】葉焼けを起こす特定の波長を色を塗って防ぎ、葉焼けを防ぐことができる。

実験1 24度の人工気象器内で赤、青、緑の光 ( $100\ \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) に72時間ポトスを晒し、葉焼けした面積の割合を比較して葉焼けを起こしやすい波長を調べる。

実験2 葉焼けの原因の光を特定の色を塗り、その色の波長を透過させて防ぐため、ペインター エフ水彩単色 黄緑 WFCT17、あおWFCT23、アクリリック ガッシュ 12ml D909 ライトグリーン、D091ウルトラマリンブルーを葉の表面に緑、青、白、黒、それぞれ遮光度40%、70%を塗り、白色光 ( $250\sim 300\ \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) を120時間当て葉焼けした面積の割合、葉面温度を求め無操作のものと比較した。

【仮説2】植物内の活性酸素を抗酸化物質で除去することで葉焼けを防ぐ事ができる。

実験3 実験環境は実験2と同じ。スコルビン酸水溶液0.1%、0.01%を24時間ごとに葉面散布して純水を吹きかけたものと比較した。またビタミンE (DHC天然ビタミンE[大豆]) を葉面に塗布した実験も同様に行った。

### 【結果】

実験1 赤色光が優位に葉焼けを起こし、青、緑色光ではほとんど葉焼けしなかった。

実験2 遮光度40%では緑と白、遮光度70%では緑と黒が何も操作していないものと比べ優位に葉焼けが防がれた。しかし青色では差が出るほど葉焼けは防がれなかった。葉面温度は絵の具の色に関わらず無操作のものと比べ同程度上昇する傾向があった。

実験3 アスコルビン酸0.2%を散布したもののみに葉焼けの面積の割合に優位な差がみられ、ビタミンE、ビタミンC0.01%は有意な差が見られなかった。

### 【考察】

赤色光で葉焼けが起き同じくクロロフィル吸収度が高い青色光で葉焼けが起きなかったのは、赤色は光合成利用率が高く活性酸素が発生したから、また青色光が当たっていないことにより生理的な活動が抑制されたからだと考えられる。また青色は他の色と比べて光障害が起きやすいという先行研究から、光合成活性が低下し葉焼けの原因である活性酸素の発生が抑えられていた可能性も考えられる。[上記の実験で、青い光単体では葉焼けが起きず青絵の具を塗った実験で葉焼けが起きた。そこで追加実験を行い絵の具からの透過光と蒸散を抑えたことが葉焼けのそのものの原因ではなく、青色光の下での高温の影響により起きたものでもなかった。そのため絵の具を塗ることにより特定の波長を防ぐという操作に付いての考察が足りなかった、絵の具を塗ることによる蒸散を防ぐこと以外の影響があったことが考えられる。]

### 【今後の展望】

引き続きポトスを使用し、高温の環境では葉焼けがどの程度増えるのか、葉焼けはじめによる葉面温度の上昇をどう抑えるのかの研究をしたいと考えている。また葉焼けはじめを農作物にも応用出来るように、顔料の素材を変え、散布型に変えて葉焼けや高温障害による生育不良を起こしやすいミニトマト、きゅうりなどを対象に検証を行う。

参考文献…[強光環境から身を守る植物の防御機構](https://www.nibb.ac.jp/press/2016/09/15.html)宮尾(徳富)光恵,水澤直樹

<https://www.nibb.ac.jp/press/2016/09/15.html>qeクエンチングは青色光受容体によって起きる

## ローズマリー由来物質による成長抑制作用機序の解析

山形県立山形東高等学校

吉田 好佑

### 【目的】

藤井ら（1990）の研究によりシソ科植物の抽出液が*Lactuca sativa*（以下レタス）種子の発芽を抑制する事が確認されているが、抑制作用の原因物質の特定には至っていない。そこで本研究では、シソ科植物の一種である*Salvia rosmarinus*（以下ローズマリー）抽出物による種子の発芽抑制作用の原因物質を特定し、さらに抑制作用の作用機序を明らかにすることを目的としている。

### 【実験】

先行研究ではローズマリーの水抽出液がレタス(Great Lakes 366)種子の発芽を抑制することが報告されているが、*Raphanus sativus var. sativus*（以下二十日大根）種子に対する抑制作用に関しては報告がなされていない。そこで二十日大根種子に対する抑制作用の有無を確認した所、蒸留水を与えた種子と比較して、ローズマリーを蒸留水で抽出した水抽出液（以下水抽出液Ⅰ）を与えた種子の発芽数は少なくなり、幼根長は短くなった。

ローズマリーに含まれる発芽抑制効果の原因物質を特定する糸口として、原因物質の性質特定を試みた。まず原因物質が熱に安定かを調べるために、沸騰するまで加熱した水抽出液Ⅰを種子に与えた所、加熱していない水抽出液Ⅰと同程度の発芽抑制作用を示した。次に原因物質が水溶性か脂溶性か特定することを試みた。蒸留水とキシレンを抽出溶媒として分液漏斗でローズマリーの抽出を行い、水抽出液（以下水抽出液Ⅱ）とキシレン抽出液を作成した。作成した水抽出液Ⅱを種子に与えた所、水抽出液Ⅰと比較すると弱かったが、発芽抑制作用を示した。脂溶性かということについてはキシレン自体が発芽抑制効果を示したことから判断することができなかった。次に揮発性の物質が発芽を抑制しているかを藤井氏（2020）のディッシュパック法を用いて検証した所、ローズマリーの香気成分に曝された種子の発芽は抑制された。

上記の試みにより原因物質が揮発性であることが示唆されたため、揮発性の原因物質の特定を試みた。まず3種のローズマリー精油（COONA社）から揮発した物質が発芽を抑制するかをディッシュパック法を用いて確認した。その結果3種全てで発芽抑制が確認され、3種のローズマリー精油間でも抑制作用に差が見られた。さらにローズマリー精油に多く含まれている物質であるカンファー、 $\alpha$ -ピネン、1,8-シネオール単体が発芽抑制作用を示すかをそれぞれディッシュパック法で検証したところ、差はあったものの全ての試料で抑制作用が確認された。

### 【考察】

ローズマリーの水抽出液は二十日大根種子の発芽を抑制する。抑制作用の原因物質は100℃程度の熱には安定であり、また水溶性物質や揮発性物質が発芽を抑制している。本実験では脂溶性の物質が抑制しているかについては判断できなかった。またローズマリー精油に多く含まれるカンファー、 $\alpha$ -ピネン、1,8-シネオールは発芽抑制作用がある。

### 【展望】

脂溶性物質が発芽を抑制するかということについて正しく実験を行うことができなかったため、現在検証を進めている。また1,8-シネオールが植物の根の細胞分裂を阻害することによって発芽を抑制しているという報告があったため、それが正しいか検証を行いたい。1,8-シネオールと同様に発芽抑制作用を示したカンファー、 $\alpha$ -ピネンについても細胞分裂の様子を観察することを通して作用機序の特定の糸口にしたい。

大泉高校のドクダミが保有する物質の意義  
 ーツル状物質の存在範囲と通水や栄養の貯蔵の役割の調査ー

東京都立大泉高等学校 生化学環境ゼミ

奥住竜太

【目的】・・・

一言でいうと我々が植物から学ぶことを見つけること。具体的にはまずバイオミクリー（生物模倣）は省エネで効率的な社会の実現のために有効である。そこで大泉に生えていたドクダミ（*Houttuynia cordata* Thunberg）の内部を顕微鏡で観察していた際に見つけた物質（今回はその物質をツル状物質とする）の性質を検証することで我々の生活に落とし込める発見をすることが目的である。

【実験方法】・・・

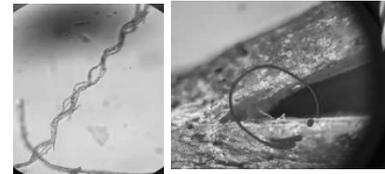
1つ目に大泉高校に生えている植物内部の観察をした。双眼実体顕微鏡を通して、大泉高校に生えているサクラ（交雑している可能性があり、種類は不明）とドクダミを主に手でちぎるによりその断面がどうなっているかを観察する。

2つ目にツル状物質が植物のどこに見られるかを調べたドクダミを葉から根まで手でちぎり双眼実体顕微鏡観察した。サクラに関しては葉から枝まで手でちぎり、同様に観察した。

3つ目にツル状の物質が水を通すのかを調べる染色実験を行った。植物用の染色液を用いて、葉の一部をちぎったものとそうでないものを2枚ずつ用意し、シャーレに1センチぐらいの水位にして、1日置いてから染色されたかを確認した。

4つ目にツル状の物質がでんぷんを含むかを調べるヨウ素でんぷん反応実験を行った。ドクダミとサクラの葉の一部をちぎったものと、そうでないものを2枚ずつ用意しシャーレに1センチぐらいの水位にして2日置いてから、ヨウ素でんぷん反応が起こるかを確認した。

写真2：ドクダミの断面↓



【結果】・・・

・実験1では両方でツル状の物質が確認された。（写真2参照）

・実験2では

①ツル状物質がサクラでは葉にはあり、枝にはなかった。

②ツル状物質がドクダミの地中にある根以外に見られた。 ↑写真1：光学顕微鏡で観察したツル状物質

③ツル状の物質を高倍率で観察すると何本かのモノが絡み合っているように見えた。（写真1参照）

・実験3ではツル状物質が観察部位全体ではなく観察部位の中の一部染色された。

・実験4ではツル状の物質にヨウ素でんぷん反応は見られなかった。

【考察】・・・

・全体を通してツル状物質は水を通すことができ、葉がちぎれてもある程度の範囲ならつなぎとめることができ、でんぷんなどの栄養がたまっている場所でないと考えることができるので、このツル状物質は厳しい自然界で植物の葉を失わないための対策の一つなのではないかと考える。

・2つ目の実験において、サクラの枝の部分においてツル状物質が見られなかったのは枝が十分硬く、葉ほどもろくないことが考えられる。根においては別の要因があるのではないかと考えられる。また、ドクダミの地中にある根の部分以外にツル状の物質が見られたことは、土というプロテクターがなくちぎれやすい環境下で、いかにちぎれても栄養分を通すか生物が工夫しているところであり、そこに今回調べている物質の存在価値を見いだすことができると考えられる。

以下謝辞、参考文献はA0ポスター参照

## シロツメクサの維管束数を決める要因

金沢桜丘高校アクティブサイエンス部

酒井やまと 野田蓮成 松尾隼太郎 坂田佳優 今井一志

### 要約

去年の実験から、シロツメクサの葉柄の維管束数に3本と5本が多くあったため、維管束数を決める要因について調べた。葉柄の太さと維管束数の関係の調査、ほふく茎の位置による維管束数の調査、月ごとの維管束数の割合の調査をした結果、維管束数を決める要因には葉柄の太さ、ほふく茎の位置、季節が関係していると考えられる。

### 1. 目的

今回の研究の目的は、①葉柄の太さと維管束数の関係、②ほふく茎の位置と維管束数の関係を調べ、葉の成長と共に維管束数が変化するかを明らかにする、③季節による数の変化と維管束の関係について調べた。

### 2. 方法

- (1)各葉とも葉柄の下部と、小葉に分かれる手前の上部で断面の切片を作り、葉柄の太さと維管束数を記録する。
- (2)ほふく茎の位置を節ごとに1, 2...とし、一つの節から2本以上出ている場合は平均を取って(1)と同様にして記録する。
- (3)これまでのデータを月別で比較する。

### 3. 結果

- (1)葉柄の太さと維管束数には  $r = 0.63$  の正の相関があった。
- (2)先端ほど維管束数の平均が5に近く、付け根にいくほど平均が3, 4本の葉が多かった。
- (3)どの月も5本が多いが、5月は維管束数が3~12本までの葉があつて、9, 10月は大部分が5本で、11月では7本がほぼ半分を占めていた。

表1 各月の維管束数の割合と降水量、気温

月	降水量 (金沢)	気温 (金沢)	維管束数									
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5月	193.0mm	18.0℃	5.2%	5.2	51	12	12	6.5	3.9	2.6	1.3	1.3
9月	129.5	26.8	8.0	12	74	2.2	3.3	0	0	0.73	0	0
10月	248.5	19.5	5.4	0.69	85	8.3	3.5	0	0	0	0	0
11月	359	12.8	0	2	43	7.8	47	0	0	0	0	0

### 4. 考察

実験(1)では、 $r$ は0.63と正の相関があるため葉柄の太さと維管束数には関係はあると考えられる。実験(2)では、茎の先端の維管束数の平均は5本が多く、付け根の節では平均が5本より少なくなった。1つの節から2本以上葉が出ている場合があつて、どの葉が先に出たのかわからなかったため、今回の結果から成長するに従って変化するかはわからなかった。実験(3)では、維管束数がほぼ5だった9月は降水量が少なく、匍匐茎を伸ばすため、維管束数はあまり増やさないと考えられる(表1)

### 5. キーワード シロツメクサ 維管束 葉柄

## イチョウウキゴケ *Ricciocarpos natans* の形態変化とその要因

埼玉県立蕨高等学校 生物部

八峠 雄真・横山 蒼太・上島 佑太・四方 秀磨・中尾 章人・張 冉冉

### 【目的】:

イチョウウキゴケ *Ricciocarpos natans* は、ウキゴケ科イチョウウキゴケ属に属する雌雄同株の苔類であり、環境省の定めるレッドデータブックにおいては、準絶滅危惧種の扱いとなっている。本種の減少の要因はよくわかっていない他、繁殖の実態も未解明の部分が多いようである。そこで、本種の生態および繁殖戦略を明らかにすることで、本種の繁殖に適した生息地の保護ができることに加え、繁殖に適した環境づくりを行うことで本種の減少を食い止めることができるのではないかと考え、継続して本種の生態解明および繁殖戦略に関する研究を行っている。

2022年の本校での培養実験の結果、富栄養条件の水質で培養を継続すると、通常野生の水上で見かける副鱗片の発達した個体とは異なる形状（副鱗片が無くなり、葉が大きくなる）に変化することが明らかになった。この形状は、水位が低下する時期に土壌で見られる形態に近いのではないかと考え、野外調査で確かめることとした。また、本種の繁殖に最適な栄養濃度の探索とともに、形態変化が起こる要因を探るため、培養実験を行った。

【実験方法】: 本研究を進めるに当たり、以下の3つの実験を行った。

### 実験①現地調査による観察

さいたま市岩槻区の本種生息地において、土壌の上で越冬するイチョウウキゴケ個体群の観察を複数回行い、生息状況を確認した。

### 実験②副鱗片に関する培養実験

実験①の結果、土壌の上で越冬する個体にはほとんど副鱗片は見られないことから、形態変化が起こる理由は、土壌での生活に適応するためであり、その形態変化のトリガーは栄養条件にあることが強く示唆された。そこで、副鱗片のない野生個体を培養し、副鱗片の発生がどのように起こるかを観察した。

### 実験③最適な培養条件を調べるための培養実験

どのような条件が最も繁殖数が多くなるのか、またどのような条件で副鱗片が消失するのかを明らかにするため、栄養条件を様々に設定した栽培実験を行った。培養には人工気象器を用い、期間中 20°C、明期 12 時間、暗期 12 時間に設定した。栄養条件は液体肥料（ハイポネックス）の濃度に差をつけて行うこととした（4段階）。以上のような栽培実験を 2024 年 12 月から現在にかけて継続中である。

### 【結果】:

岩槻区の調査区においては土壌の上で越冬する個体の生育が多数観察された。また、葉は小ぶりであるが副鱗片はなく、培養実験で確認された副鱗片を消失した個体に似ていた（実験①）。この個体を水上で培養すると、約 1 週間後には長い副鱗片が観察された（実験②）。本種の最適な栄養条件はハイポネックス 1/3000 の濃度であるが、この濃度での副鱗片の消失は確認できなかった。

※本研究は中谷医工計測技術振興財団の助成を受けて実施した。

# 糖に含まれる水素を利用した酵母型微生物燃料電池の 発電機構調査

京都市立京都工学院高等学校 サイエンスクラブ

馬谷 音々・田中 結人・吉岡 英究・澤 寿樹

## 1. 目的

我々が研究している酵母型微生物燃料電池は、酵母を微生物として用いた微生物燃料電池（以降、MFC）である。MFCは低コストかつ簡便に作成が可能であり、糖などの有機物中に含まれている水素を利用して発電している。今回は糖の種類によって、糖に含まれる水素を取り出すことのできる量が変化すると考え、糖を3種類用意し、それぞれの糖を使用して作製したMFCを燃料電池として評価するため、デジタルマルチメーターを用いて短絡電流を計測した。

## 2. 実験方法

遠沈管にヴィスキングチューブの片端を結んで入れ、先端にカーボンフェルトを刺した銅線を両極の電極として用いた。半透膜の内部（負極）には0.1 mol/Lの2-ヒドロキシ-1,4-ナフトキノン溶液 15 mL, 酵母 1.5 g, 糖 0.0015 molを攪拌したものを用いた。糖にはグルコース ( $C_6H_{12}O_6$ )、スクロース ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ )、デンプン [ $(C_6H_{10}O_5)_n$ ]を用い、単糖を基準とした単糖当量を用いて同じ物質質量とした。半透膜の外側（正極）には0.01 mol/Lのヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム溶液を用いた。両極の電子伝達物質の溶媒にはpH7.0のリン酸緩衝液を用いた。また、計測時の温度条件を固定するため、恒温槽を用いて37.5℃の条件下で計測を行った。デジタルマルチメーターを用いて経過時間と電流の関係を確認した。

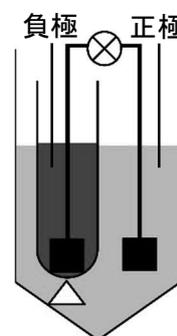


図1 MFCの模式図

## 3. 結果・考察

図2より、グルコースやスクロースは400分程度、デンプンは1000分程度で電流値が0 mAになっている。これは、糖を徐々に単糖まで分解する速度が、分子量の少ないグルコースやスクロースの時に比べ、高分子であるデンプンの時は遅くなり、安定して電子伝達物質が水素を奪えるようになったため、電池寿命が延びたのではないかと考えられる。

## 4. 展望

デンプンよりも高分子である糖を用いて、糖の分子量と電池寿命の関係を確認したい。

## 5. 参考文献

- 1) 脇坂 和行、高田 洋吾 東 雅之, 「酵母を利用したバイオ燃料電池の発電特性と性能向上策」 高温学会誌 特集 燃料電池 p283-290, 2009.
- 2) 東 雅之 「微生物を利用したバイオ燃料電池—化学が生み出すエネルギー—」 生産と技術 第65巻 第4号 p81-83, 2013.

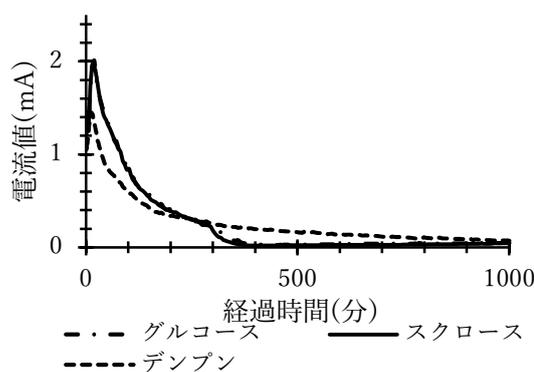


図2 MFCの電流経時特性

## 切断後の処置が植物に与える影響

京都府立嵯峨野高等学校  
高須理紗子・西川菜々美・松村美空

### 【目的】

植物の癒合能力は、現在接木の技術に応用されるなど、農業において重要な役割を果たしている。本研究では、癒合能力のメカニズムを解明するために、植物の切断後の処置が植物にどのような影響を与えるかを実験とともに考察する。

### 【実験方法】

#### 実験1 切断方法による茎肥大の検討

① トマトの茎を部分的に切断しセロハンテープで固定したもの（処置A）、茎を完全に切断したもの（処置B）を用意した。② 1週間後、切断面の直径を計測した。

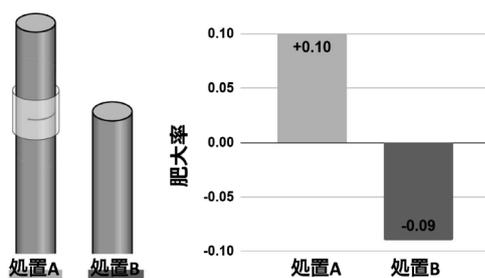
#### 実験2 切断面の処理による茎肥大の検討

① トマトの茎を完全に切断したもの（処置B）、茎を完全に切断しパラフィルムで覆うものを用意した。② 3週間後、切断面の直径を計測した。

### 【結果】

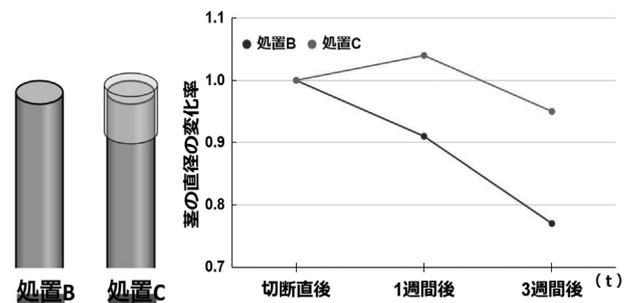
#### 実験1

図1 処置方法と肥大率の比較



#### 実験2

図2 処置方法と茎の直径の変化率の比較



### 【考察】

実験1から植物の茎は切断された後でもセロハンテープで固定した場合肥大した。一方、切断したまま放置すると直径の減少が見られた。これは乾燥が原因であると考えた。次に実験2で乾燥の影響の確認を行ったところ、1週間後までは肥大が確認されたが、1週間後以降では直径が減少した。これより乾燥以外にも切断面が退縮する要因があると考えられる。この要因として植物が切断されたことにより周囲の部分が成長を中断したと考えている。

今後の展望として、成長・肥大の条件を探るために植物ホルモンであるオーキシンを投与すること、培地による影響を検討しようと考えている。また、切断後に成長が止まる領域がどこを探るために、植物に色水を吸わせる実験も並行して行う見込みである。

### 【参考文献】

- [1] 池内桃子ほか, 2022, 植物が切断されても、傷口を修復してつなげる仕組みを解明 オーキシンが再生遺伝子を活性化して植物塊形成 接ぎ木など園芸や食糧増産に期待, Plant & cell physiology  
[2] 松岡啓太ほか, 2021, 傷害誘導性のANAC071・ANAC096転写制御因子はシロイヌナズナ切断花茎における形成層細胞の成立を促進する, Communications Biology

## ポリフェノールでウニの卵子を若返らせる！

ノートルダム清心学園 清心女子高等学校

田村文

### 【目的】

現在、日本の海では磯焼けが進んでいる。その原因の一つとなっているのがウニである。そのウニは身がほとんど入っておらず、漁師も捕るに捕れないというのが現状である。

そこで、私はそれらのウニに着目した。ぶどうやブルーベリーに含まれるポリフェノール的一种であるレスベラトロールに若返りの効果があることを利用し、ウニの卵子を若返らせ、良い遺伝子を持つウニを増やすことを目的とし研究を始めた。

### 【実験方法】

- ①岡山県寄島町で採取したバフンウニに電流を流して放精・放卵させる（右下写真参照）
- ②採取した卵子と精子を受精させ、どのくらいの割合で受精しているか確認する
- ③放精・放卵の結果を手がかりにオス・メスに分ける
- ④ぶどうの皮のみをバフンウニに与える
- ⑤もう一度電流を流して放精・放卵させ、受精率を確認する



### [ウニの放精・放卵実験]

- ①ビーカーに海水を満たし、ウニを口器を上、生殖孔を下にする（ウニは逆さまの状態である）
- ②電源装置に電極を取り付け、1本はビーカーの海水に、もう一本はウニの口器に当て、9Vの電圧をかけて刺激する
- ③オスからは精子、メスからは卵が放出される

### 【結果】

バフンウニで検証する前にムラサキウニとサンショウウニで検証を行った。どちらのウニもぶどうの皮を食べなかったため、中断し、唯一ぶどうの皮を食べたバフンウニで検証中である。まだバフンウニでの結果が出ていないため、学会での発表を予定している

### 【考察】

もし、レスベラトロールの効果が見られた場合、先行研究で用いられた哺乳類だけではなく、棘皮動物にも効果があると分かる。またこれからの展望として、レスベラトロールのみ抽出して本当にレスベラトロールのみで卵子が若返るのか、レスベラトロールを与える量によって結果は出るのかについて調べていきたい。

日本植物生理学会第 66 回年会 高校生生物研究発表会

発行 2025 年 3 月 16 日

編集 一般社団法人日本植物生理学会第 66 回年会実行委員会

高校生生物研究発表会担当

石川県立大学 生物資源環境学部

関根 政実／高木 宏樹／中谷内 修／竹村 美保／高原 浩之

印刷 中西印刷株式会社