



# 第57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



JSPP

要旨集

2016年3月20日(日)

岩手大学 上田キャンパス

## ポスター発表前半（奇数番号） 10:30-11:45

### H-01 富有柿の無核化栽培について

蜂矢和夏菜, 東美有

(岐阜県立岐阜農林高等学校)

### H-03 マツ類のハイブリット調査

鈴木菜々子, 葛岡莉奈

(宮城県多賀城高等学校)

### H-05 天然に存在する薄膜を用いて発電装置の素材を開発する研究

前田千澄, 山村萌衣, 山本美空, 西尾有輝

(国立米子工業高等専門学校)

### H-07 Wi-Fi ルーターの影響で植物の生長は抑制されるのか？

加藤百華, 朽岡実思, 秋田楓, 櫛原ひな, 谷口彩花

(京都府立嵯峨野高等学校)

### H-09 ふきをサラダで！ ～ふきのシュウ酸含有量低減化の研究～

福田将大

(青森県立名久井農業高等学校)

### H-11 光がミツバとスプラウトの生育と機能性に与える影響

嶋守龍, 佐々木健也

(青森県立名久井農業高等学校)

### H-13 光によるガーベラのステム伸長研究

澤口佳歩, 玉川七海, 中村唯子

(青森県立名久井農業高等学校)

### H-15 種差海岸の環境がサクラソウ自生地に及ぼす影響

坂野友祐, 久保沢翔太

(青森県立名久井農業高等学校)

### H-17 室内花の研究開発 ～アミノレブリン酸が草花に与える影響～

市沢憲慎, 井戸上真衣

(青森県立名久井農業高等学校)

### H-19 ルミノール反応を用いた皮膚表面上に存在するヒト由来またはバクテリア由来の過酸化水素分解酵素の検出

井原崇斗, 山田遼央, 松村秀敏, 尾西宏紀

(石川県立金沢泉丘高等学校)

**H-21 レプリカ法による葉の成長メカニズムの研究**

塩釜愛, 山崎瑞穂

(兵庫県立加古川東高等学校)

**H-23 ゼニゴケの生活環を管理する**

赤沼千華, 宇賀神温, 江田尋香, 田中智穂

(栃木県立宇都宮女子高等学校)

**H-25 わらびはなぜプタキロサイドを持ったのか?**

上野由惟

(横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

**H-27 私ができる植物の制御**

森川拓海

(横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

**H-29 尾瀬国立公園大清水湿原の復元に向けて**

齋藤剛, 永井愛美

(群馬県立尾瀬高等学校)

**H-31 甲子柿由来の柿タンニンによる抗菌作用について**

佐々木長将, 佐藤俊平, 白浜凜, 村上祥規,

(岩手県立釜石高等学校)

**H-33 粘菌を利用したネットワーク形成**

阿部勝徳, 菊池和也, 平松尚樹, 福館兄祐,

(岩手県立釜石高等学校)

**H-35 新潟市内の絶滅危惧種アサザの遺伝的多様性の評価**

竹村衣咲, 白井有希, 間島啓太

(新潟明訓高等学校)

**H-37 サイトカニンhネギの体細胞分裂を促進する**

齋藤龍太郎

(新潟明訓高等学校)

**H-39 モリアオガエルの新規マイクロサテライトマーカーの開発**

~世界初の親子鑑定を目指して~

星野黎衣, 井上絢流

(新潟明訓高等学校)

**H-41 人工光栽培による弊害と葉緑素量の変化**

宇野太賀, 葛西俊, 工藤柊斗, 工藤奈那, 栗林賢弥, 澤田拓哉, 遠山勇大

(青森県立柏木農業高等学校)

**H-43 オウバク・オウレンからの塩化ベルベリン抽出方法の検討**

板垣翔太，板橋宏明，齋藤瞭枝，荻原龍優，宇川慧，梨本弦太  
(宮城県仙台南高等学校)

**H-45 スプラウトとオーキシンの関係**

成田実加子，坂口拓也，福永大歩，吉川輝  
(熊本県立宇土中学校・宇土高等学校)

**H-47 タマネギの根端分裂組織体細胞分裂の研究 8.6**

猪木優哉，本田蒼，齋藤翔太，河井祐樹  
(盛岡市立高等学校)

**H-49 土の中に捕虫器を持つ食虫植物ウサギゴケ**

米田美桜，舛村康成，英健太  
(横浜サイエンスフロンティア高校)

**H-51 透明な植物が効率よく光合成！？～窓植物 ハオルチア・オブツーサの工夫～**

田中美花，中尾遥奈  
(横浜サイエンスフロンティア高校)

**H-53 植物は話し合う？！～植物の光に対する動きのメカニズム～**

野久尾圭太  
(横浜サイエンスフロンティア高校)

**H-55 ヒヨコマメの就眠運動の研究**

山岡歩美，佐藤有紀，青本沙也，國安里衣  
(ノートルダム清心学園 清心女子高等学校)

**H-57 新品種リンドウ大量増殖の取り組み～アルタイルローザの誕生～**

今井聖莉花，富永瑠音  
(福島県立福島明成高等学校)

## ポスター発表後半（偶数番号） 11:45-13:00

- H-02 りんご新品種(紅の夢)の生理・生態に関する調査研究**  
長内務, 工藤将士, 三戸一輝  
(青森県立弘前実業高等学校藤崎校舎)
- H-04 遮光率の違いによるりんご果実の変化**  
葛西龍代, 佐々木麻紀, 杉山菜  
(青森県立弘前実業高等学校藤崎校舎)
- H-06 海藻からのバイオエタノール製造**  
坂本悠, 柴谷美帆  
(福島県立磐城高等学校)
- H-08 動く植物オジギソウの謎にせまる**  
保坂君夏, 赤石聖  
(秋田県立秋田中央高等学校)
- H-10 リーフレタス種子における光質および光量子束密度の影響について**  
菊地のあ, 亀甲由香里  
(岩手県立水沢高等学校)
- H-12 エーデルワイス葉片からのカルス形成について**  
及川元雄, 伊藤麗美, 高橋美玖  
(岩手県立水沢高等学校)
- H-14 奥州の自然界から分離した酵母の食品利用**  
後藤小百合, 小野玲那, 松本奈菜  
(岩手県立水沢高等学校)
- H-16 How will water hardness affect the sugar content of tomatoes?**  
宇佐美茉由  
(市川高等学校)
- H-18 校庭に生える身近な植物の薬効について**  
平川彩夏, 三輪薫  
(市川高等学校)
- H-20 金属イオンが根に与える影響**  
古市果菜  
(市川高等学校)
- H-22 ツタの吸盤付着原因とその対処法**  
安藤実  
(市川高等学校)

**H-24 アカメガシワの蜜腺について**

岡部百花，山本聖來  
(市川高等学校)

**H-26 自生する遺伝子組換え作物の実態**

萩原麻貴  
(宮城県仙台第一高等学校)

**H-28 寒風沢島に生息するメダカのルーツを探る**

香高優一郎  
(宮城県仙台第一高等学校)

**H-30 植物の紅葉する意義：アントシアニンの抗菌効果**

伊左治衛，高橋知未，小幡あみ，長倉珠々  
(山形県立米沢興譲館高等学校)

**H-32 FAST－SPROUT**

福士由真，葛西央光，高橋恵太，阿部千怜，漆原優衣，佐々木彰吾  
(岩手県立盛岡第三高等学校)

**H-34 ピーマンは無核化できるのか**

本橋朋大ニール  
(茗溪学園高等学校)

**H-36 煮物に向いている大根とデンプンの関係**

星野琳太郎，越田理仁，東佑哉  
(石川県立小松高等学校)

**H-38 小松高校における小中高大連携の取り組み**

新田真理，星野琳太郎，久保田千尋，東佑哉，越田理仁，勝木理沙子  
(石川県立小松高等学校)

**H-40 シロイヌナズナのカルシウム欠乏耐性変異体の解析**

中村愛海  
(広尾学園中学校・高等学校)

**H-42 性転換植物コウライテンナンショウに関する研究**

廣田溪流，工藤大雅，齋藤大貴，三上大翔  
(青森県立弘前南高等学校)

**H-44 どのような光質がレタスの生育をより活発にさせるのか**

遠藤淳一郎，鈴木裕人  
(玉川学園高等部)

**H-46 安全な食生活のために～梅干を使って～**

岡田紗弥

(玉川学園高等部)

**H-48 食塩水が与える植物の生育への影響**

都築寛源

(玉川学園高等部)

**H-50 植物性乳酸菌の可能性を探る**

堀祐里香

(玉川学園高等部)

**H-52 CO<sub>2</sub>をより多く吸収するのは天然林か人工林か？**

郷原雪枝

(ノートルダム清心学園清心女子高等学校)

**H-54 キノコ栽培における竹粉の有用性**

青本沙也, 國安里衣

(ノートルダム清心学園清心女子高等学校)

**H-56 気孔開閉運動から見る植物の環境適応Ⅱ**

加賀三鈴

(東京大学教育学部附属中等教育学校)

**H-58 ショウジョウバカマの不定芽形成条件について**

伊藤颯汰

(新潟明訓高等学校)

## 富有柿の無核化栽培について (Seedless *Huyugaki* Cultivation)

岐阜県立岐阜農林高等学校 流通科学科 果樹研究班 蜂矢和夏 栗 東美有

**Abstract:** We will establish the growing method of the *Huyugaki* from the scientific point of view, and We have worked on seedless *Huyugaki* cultivation which is the growing needs of customers. We are trying for restoring the lagging sales of *Huyugaki* in recent years.

### 【研究の背景】

岐阜県は富有柿の発祥の地であることもあり、全国の生産量の29%を占めている。本校がある周辺地域では富有柿の栽培が盛んに行われており、より一層の消費拡大を目指すため無核化を行うことにした。無核化とは種無しにすることであり、種無しにすることで食べやすくなる。本研究では科学的見地から栽培法を確立し、安心安全で顧客のニーズにあった富有柿の無核化を目指す。

### 【計画】

生理的落果率の減少や品質向上を目指し、安定的な無核化栽培の方法を確立する。また、地域や大学・外部研究機関等における富有柿無核化の研究状況を把握し、技術を導入するための研究を推進する。

### 【実施内容】



写真1: 柿の摘蕾の様子

試験区を「すなみ16」と「すなみ22」に設定。すなみとは富有柿の早生品種であり、富有柿より早く収穫できる。

5月上旬～ 開花時期調べ

摘蕾（各試験区50個に統一）、袋掛け

高知大学の尾形教授からSWTパウダーを入手

※SWTパウダーとは柿の花粉に軟X線を照射し、

部分不活化させたもの

SWTパウダー人工授粉を行う

11月初旬～ 収穫、調査



写真2: 高知大学へメール

### 【結果】



写真3: 無核化柿

無核化については、処理区においてほとんどが種無しの状態で収穫することができた。昨年と違い袋掛けを行っていなかったため、標準区、処理区の品質はほとんど同じであった。生理的落果は各試験区50果ずつ残した果実のうち、処理区が16、標準区が13と、落果しなかった数も大きな差は無かった。処理区の無核化柿の糖度は19度と高かった。



写真4: 無核化柿の糖度

### 【考察】

処理区において無核化柿の栽培に成功した。標準区と比較したが、糖度・大きさ・生理的落果などに大きな差異は認められなかった。処理区では、品種改良などをしなくても種無し柿にすることができるということ、また、種無し柿になっても富有柿の特徴である高い糖度を保つことができることが分かった。

### 【まとめ】

昨年からの課題であった生理的落果については解決することはできなかった。生理的落果は人工授粉の際に的確な処理ができていなかった樹勢の衰え、風雨の影響などが原因だと考えられる。今回の実験では、着果したものを全てを調査したわけではないので、今後は収穫した果実全てについて調査をしていきたい。また、環状剥皮や祖被削り、施肥設計の見直しなどを行い、樹勢の回復を促すことで生理的落果率を下げ、収量を上げることを目指す。来年は、すなみではなく富有で無核化の実験を実施する。

## りんご新品種（紅の夢）の生理・生態に関する調査研究

青森県立弘前実業高等学校藤崎校舎 果樹研究部  
長内務、工藤将士、三戸一輝

### 背景と目的

世界で最も生産量が多く、世界的に有名な「ふじ」や、今回のプロジェクト活動で調査・研究を行った新品種「紅の夢」は藤崎町発祥の品種です。特に「紅の夢」は、これまでに報告がほとんど無い「生食が可能な赤肉品種」として注目されていますが、その栽培方法や生理・生態について、未知な部分が多く残されています。弘前大学農学生命科学部の研究により、「紅の夢」はコルクスポットの発生が多く、その原因は光による影響が関係しているということがわかってきました。そこで今回、りんごに及ぼす光条件を区画ごとに変え、果実に及ぼす変化を探ってみることにしました。これらの課題を解決することは、りんごの品質向上・地域のブランド力の向上につながります。

### 実験方法

品 種：紅の夢

光条件：通常栽培区・有袋栽培区・寒冷紗区の3区画

調査日：8月26日（水）、9月17日（木）、10月23日（金）

10月29日（木）、11月16日（月）

新品種「紅の夢」を使用し、光条件を、通常栽培区・有袋栽培区・寒冷紗区の3区画とし、調査活動を行った。調査日は8月～11月まで、合計5回調査を行った。

### 結果

コルクスポットの発生は通常栽培区において80～90%の高い発生率を示した。1果あたりのスポット数は平均2.1個発生しており、多い物で10個以上発生している果実もあった。有袋栽培区・寒冷紗区でのスポットの発生は無かった。

果実の重量は、通常栽培区：386.0g、有袋栽培区：296.5g、寒冷紗区：300.1gとなり、有袋栽培区、寒冷紗区では果実が小型化する結果となった。

### 考察

これらの調査結果から、「紅の夢」は強い光がコルクスポットの発生要因となっており、有袋栽培や寒冷紗を使用することにより、スポットの発生を抑えることができる。

また、通常の果実（ふじなど）では有袋栽培により果実が小型化するという事例は無いため、今回「紅の夢」が有袋栽培区で小型化したことについては、他の環境条件も調査し、比較・検討していく必要がある。

## マツ類のハイブリット調査

宮城県多賀城高等学校 浦戸巡検参加者有志  
鈴木菜々子 葛岡莉奈

目的 : 今夏の浦戸巡検生物班のテーマは『アカマツとクロマツのハイブリットを探せ』であった。松島湾に浮かぶ浦戸諸島の一つ野々島の毛無崎という半島部分に自生するマツ類の現状を遺伝学的に調べてみようというものであった。一言でマツと言っても非常に多くの種類が存在する。アカマツ、クロマツ、カラマツ、エゾマツ、トドマツと生物基礎の教科書にでてくるだけでもこの通りである。その中でもかなり前から林学の分野でもアカマツとクロマツの自然交配（種間交雑）が存在すると言われてきたことを知った。そこで、人の手が入りにくく、地理的に隔離されてきたともいえる身近な浦戸での実態を探ろうということで、野々島の毛無崎限定で調査することになった。

実験方法 : 野々島の毛無崎という半島部分のロードセンサスによりアカマツおよびクロマツとおぼしき幼木の葉を（手の届く範囲のみ）サンプリングし、葉の断面の顕微鏡観察により、主樹脂道・副樹脂道の位置を記録し、RDI 指数を用いて解析を行った。

結果 : 調査区全般に渡ってアカマツとクロマツの自然交配がおこっていることがわかった。調査区内ではアカマツの割合がクロマツよりも多く、ハイブリットの中でもアカマツ寄りの割合がクロマツ寄りの割合よりも多かった。しかし、ハイブリットだけに着目してみたとき、母体数に対する割合がアイアカマツとアイグロマツの差は小さいため、アイグロマツの生存率が高くなっているものと考えられ、更にアイグロマツは純クロマツよりも生存に有利な形質を備えているものとも考えられる。ただし、今回の調査はサンプリング可能な手の届く範囲の幼木に限っての結果であることを付け加えなければならない。

考察 : 今回の調査では、純粋なマツが 65.4%、ハイブリットが 34.6%と純粋なマツの方が多いがハイブリットも存在することがわかった。一般的にどんな生物においてもハイブリットの方が病気に強いと言われていたのでマツにおいてもハイブリットの方が生存に有利なのかもしれない。今後、そのようなハイブリットが生き残り、その割合は増えていくのではないかと私たちは考える。今後は調査区域の再設定、幼木だけでなく成木もサンプリングし、樹齢の区分を行いデータを取るなど、より発展的で継続的な探究が必要であると考えている。

## 遮光率の違いによるりんご果実の変化

青森県立弘前実業高等学校藤崎校舎 果樹研究部  
葛西龍代、佐々木麻紀、杉山菜

### 背景と目的

一般的に、有袋栽培によって栽培されたりんごは無袋栽培のものに比べて糖度が低いとされています。しかし、私たちは普段からりんごを栽培し、味の比較などもしていますが、色以外に違いを見いだせず、本当に有袋は糖度が低いのか疑問に思っていました。そこで今回、遮光率の異なる3種類の袋を準備し、無袋のものと徹底的に比較検討してみることにしました。この研究活動により、有袋栽培りんごのブランド力・価格の向上につなげていきます。

### 実験方法

品 種：ふじ

袋種類：KM二重袋（赤）（青）、銀河（赤）（青）、太陽（赤）（青）

品種は「ふじ」を用いた。使用する袋は、遮光率 99.5%のKM二重袋、遮光率 99.1%の銀河、遮光率 99.9%の太陽という3種類の袋を用意した。袋は全て二重袋で、内紙の色はそれぞれ赤と青がある。合計6パターンで、果実の違いを検証した。

### 結果

	縦径(cm)	横径(cm)	重さ(g)	糖度(%)
KM二重袋(赤)	7.8	8.8	290.6	14.9
KM二重袋(青)	7.6	8.8	282.7	14.7
銀河(赤)	7.0	8.4	253.3	13.5
銀河(青)	7.8	8.4	300.1	13.8
太陽(赤)	7.0	8.5	294.7	15.4
太陽(青)	6.9	8.5	265.4	14.8
無袋栽培	7.8	8.5	300.4	15.5

無袋栽培で、平均糖度 15.5%と最も高い数字になったが、KM二重袋・太陽においても 15%前後の数値を記録したため、有袋栽培において糖度が低くなるとは一概には言えない結果であった。遮光率が最も低い銀河においては、糖度 13%台にとどまっており、ふじの有袋栽培においては遮光率の違いが、果実糖度の変化に関わっているという結果になった。

### 考察

有袋栽培のりんごが、無袋栽培に比べて糖度が低いということは無いと考えている。近年の着色系品種や貯蔵技術の普及にともない、早もぎの傾向になっていると思うので、しっかり熟期を判断できれば、有袋でも十分品質の良い物が生産可能である。

## 天然に存在する薄膜を用いて発電装置の素材を開発する研究

国立米子工業高等専門学校 B&C 研究同好会

前田千澄・山村萌衣・山本美空・西尾有輝

**目的：**我々はこれまでの研究において、卵殻膜の様な自然界に有る膜が吸着材や食品添加物の素材として応用できる例<sup>1)</sup>を示しており、その後も天然に存在する膜の機能に注目してきた。本研究では、大きな目標として天然膜を用いて新しいエネルギー生産を行う研究がしたいと考え、膜が発電の要となる発電デバイスである燃料電池に注目し、この装置に対して天然の薄膜を導入して動作させることはできるのか、またそれを実用化できるのかについて興味を持った。燃料電池はこれまでの発電方法に比べるとエネルギー効率が高いことが知られているが、現状ではその発電の要となる電解質膜において実用化に適した材料が開発されていないという問題が存在している。そこに対応して、本研究の試みが新しい電解質膜開発の切り口として活用できるか、明らかにするために各種実験を行った。

**実験方法：**(a)各種天然薄膜の取り出し：①サツマイモ・ジャガイモの皮：泥を洗い流したサツマイモ、ジャガイモを沸騰条件で1時間煮た後にカッターで3×3 cm角に切り出した薄膜を丁寧に回収して水洗し乾燥させた。②タマネギ、ニンニクの皮：可食部を包んでいる皮の部分をカッターナイフで3×3 cm角に四角く切り出し、そのまま用いた。③卵殻膜：卵の殻を酢酸に漬けた後、得られた薄膜をハサミで角状に切り出した。④紙（印刷用再生紙）：3×3 cm角で切り揃えた。(b)触媒のコーティング：乾燥させた各種薄膜に対してスパッタ装置で両面に対して1×1 cm角に白金コーティングをした後に、両面にテスターをあてた状態で片側に3%メタノール溶液を添加し発電挙動を確認した。その後、燃料電池キットの電極に試料の薄膜を固定し、2時間測定した際の開放電圧の最大値を記録して、I-V特性の測定をした。(c)添加物を用いた薄膜の性能改善：(a)の処理をした各種薄膜に対して、食品色素や金属塩化物水溶液（それぞれ $1 \times 10^{-4}$  mol/Lで統一）中に1日漬けた後に水洗、乾燥後に操作(b)を行った。

**結果と考察：**いずれの薄膜についても両面を白金コーティングするとメタノールの滴下によって速やかに発電した。この理由は、メタノールの分解反応から生じたプロトンが卵殻膜を介して空気極側の白金まで運ばれたためであると予想している。また、取り出した食品由来の膜の違いは発電性能の違いとして現れた。これまでに研究対象として用いてきた卵殻膜は、未処理の段階では(a)の①、②、④の膜に発電性能で劣っていたが、金属塩化物処理を行うと性能を大きく向上させた。これは、他の薄膜成分がセルロース主体であるのに対して、卵殻膜はタンパク質由来であり、燃料電池の動作の要となるプロトン移動に関わる部位と相互作用を示したためであると予想している。今後は、各薄膜の化学成分と構造的特徴に注目しながら、各種処理によって性能改善法を探索して、実用化を目指した開発をしていく予定である。

参考文献 1) 田中美樹, 小西那奈, 小林周平, 田原早央莉, 松井千佳, 可知佳晃, 日本植物生理学会「高校生生物研究発表会」, H-6 (2014)

## 海藻類からのバイオエタノール製造 ～生成糖量の季節的变化を探る～

福島県立磐城高等学校 生物部

1年 坂本 悠 柴谷 美帆

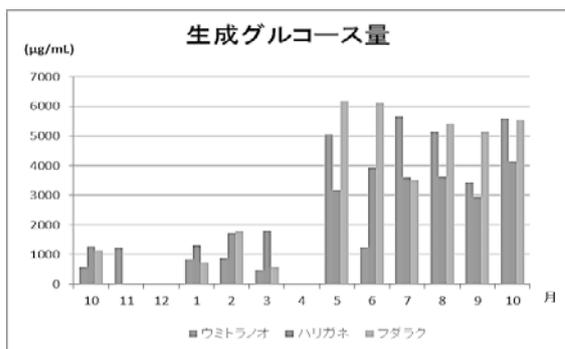
## 1 研究動機と目的

近年、再生可能エネルギーを生み出す資源として注目されているバイオエタノールの多くは、食糧として利用している植物から作られており、コストを下げるのが難しい。私は、もし現在利用されていない海藻から生産することができれば、製造コストを抑えることができ、かつ地元の水産業復興に繋がると考えた。本研究では、バイオエタノールの製造過程のなかで海藻から生成される糖量の季節变化を調べた。

## 2 実験方法

2014年10月から2015年10月にかけて、福島県いわき市久ノ浜の磯で、試料となる海藻を採取した。試料には、褐藻のウミトラノオ *Sargassum thunbergii*、紅藻のフダラク *Pachymeniopsis lanceolata* とハリガネ *Ahnfeltiopsis paradoxa* の3種を用いた。乾燥(105°C、24時間)させた試料を粉末にした。試料粉末0.1gにクエン酸 Na Buffer 1ml、セルラーゼ 0.001g、を混合し、55°Cで24時間反応させた。その後、吸光度計を用い、フェノール硫酸法で糖(グルコース)量を測定した。

## 3 結果と考察



3種の試料から生成されたグルコース量の季節变化を図に示す。12月、4月は採取を行うことができなかったため、データなしである。また、10～3月と5～10月の測定者が異なるため、期間を分けて、考察を行う。

ウミトラノオは採取期間中、常に採取することができた。10～11月、6～7月に生成グルコース量が増加した。ハリガネは1～3月、9～10月に生

成グルコース量が増加した(図)。多くの海藻類は春に成長することが知られており、成長期には体組織が柔らかくなる。そのため、上述の時期に糖化しやすくなり、生成グルコース量が増加したと考えられた。

フダラクでは採取できなかった期間があった(図)。これは、フダラクが1年生の海藻であり、着床していない時期があるためであると考えられた。しかし、越年生であるハリガネが採取出来なかった理由は不明である。

ハリガネは各月の生成グルコース量が3種中では低い傾向があった(図)。フダラクは1年生、ハリガネとウミトラノオは越年生の海藻であることが知られている。ハリガネでは、成長が停滞している硬くなった組織が多いため、生成グルコース量が低くなったと考えられた。

## 4 その他

この研究は東北大学飛翔型科学者の卵(JST グローバルサイエンスキャンパス)の成果である。

## Wi-Fi ルーターの影響で植物の生長は抑制されるのか？

京都府立嵯峨野高等学校 生物

加藤 百華 枋岡 実思 秋田 楓 櫛原 ひな 谷口 彩花

### 目的：

2013年にデンマークの学生が行った、「Wi-Fi ルーターの近くに植物を置くと、植物が育たなくなる」という研究に興味を持ち、それを再現しようと試みた。本研究では、Wi-Fi ルーターがカイワレ大根の種子発芽と生長に与える影響について実験・検討した。

### 実験方法：

パックに脱脂綿6枚を並べて蒸留水50mLに浸し、その上にカイワレ大根(中原採種場株式会社)の種子30粒を置く。これを7パック用意する。Wi-Fi ルーターを設置し、Wi-Fi ルーターから30cmおきに0cmから120cmまで5パック並べる。さらに別の1パックをcontrolとして、Wi-Fi ルーターから離れたところにアルミホイルで包んで置いた。25°C恒温条件下で毎日蒸留水15mLを与え、1週間後に発芽率を調べ、茎の長さはソーラーデジタルノギス(アズワン株式会社)で測定した。Wi-Fi ルーターを設置しない場合でも同様に実験し、これらの実験を2回ずつ行った。

### 結果：

Wi-Fi ルーターからの距離やルーターの有無に関係なくカイワレ大根の発芽率や成長した茎の長さに有意な差は見られなかった。(表1・2参照)

表1 発芽率 (平均値±SE)

距離(cm)	control	0	30	60	90	120
あり(%)	88.3±6.0	78.3±6.0	78.3±1.3	96.7±0.0	93.3±2.3	85.0±4.7
なし(%)	83.3±9.3	61.7±10.7	78.3±10.7	81.7±10.7	85.0±8.3	90.0±0.0

表2 成長した茎の長さ (平均値±SE)

距離(cm)	control	0	30	60	90	120
あり(mm)	63.3±3.3	47.8±3.3	46.1±3.1	59.4±2.3	57.0±2.6	53.2±3.5
なし(mm)	68.5±2.9	49.5±2.9	53.2±2.7	54.8±2.3	55.3±2.3	60.5±2.3

### 考察：

デンマークの実験ではWi-Fi ルーターの近くに植物を置くとほとんど発芽せず、成長もしないという結果が出た。しかし、我々の実験では植物の生長はWi-Fi ルーターによる影響を有意には受けなかった。すなわちデンマークの実験と異なる結果が得られたことになる。異なる結果が得られた理由として、使った植物が違う(デンマークではクレソンを使用した)ことが考えられる。また、光発芽種子(クレソン)と暗発芽種子(カイワレ大根)との違いが影響を及ぼした可能性も考えられる。我々は光発芽種子の方が暗発芽種子よりもWi-Fi ルーターからの影響を受けやすいなどの違いがあるのではないかと推測している。現在、クレソンを使用して上と同様の実験を行っており、本学会ではその結果を踏まえた考察を発表する。

## 動く植物オジギソウの謎にせまる

秋田県立秋田中央高等学校 躍進探究部

2年 保坂 君夏 赤石 聖

### 1 目的

刺激によってオジギソウが葉を閉じたり、体内時計をもって 24 時間周期で葉の開閉したりすることは知られている。そこで、実際にオジギソウを生育し、実験・観察によってオジギソウの運動のメカニズムを明らかにする。また、植物なのに動物のように外界からの刺激を学習して一連の行動を引き起こすことが本当にできるのか解明していく。

### 2 実験方法

オジギソウにとって一定の反応を示す適刺激（光・水圧）を特定の葉に与える続けることで、害のない葉を閉じる必要のない刺激であることを認識、学習させる。その後、葉を閉じる有無や葉を閉じる速さに変化があるのか実験によって証明する。24 時間周期の就眠運動を光刺激（赤色・青色・緑色・暗所）を与えることによって、ずらすことができるのか実験によって証明する。

### 3 実験と結果

LEDライトを用いて特定の葉に強光を当てる実験を繰り返すと、同じ光の量では葉が閉じなくなった。葉に水滴を当てる刺激を繰り返していくと、18 回目以降反応が鈍くなり、葉によっては全く閉じる動きを示さなくなるものがみられた。

夕方 4 時 30 分頃から通常のオジギソウは葉を閉じる就眠運動をするが、1 時間前から光を当て続けたものは、就眠時刻になっても葉を閉じる行動を示さなかった。就眠運動をずらす効果のある光は青色光であった。光照射をやめると速やかに就眠運動を始めた。また、通常のオジギソウは朝 6 時 30 分頃に葉を開き始めるが、直前に光照射したものは早く葉を広げ、暗所に入れたものは 8 時過ぎにようやく葉を開くなど、光刺激で 24 時間周期の就眠運動がずれる。

### 4 考察

オジギソウは光刺激や水滴による圧力刺激を繰り返し与えられることにより、外的状況を把握し、葉を閉じる作用を示す物質の量の調節をしていると考えられる。おそらく繰り返す適刺激に対して葉の開閉を最小限にすることは運動に消費するエネルギーを最小限に抑えることができるからではないかと推測する。水滴の滴下実験から、10 回目から学習の効果が表れ、18 回目に通常とは違うあきらかな反応の差がみられた。スポットライトを用いた強光の学習の実験結果から、光が当たる強さより、光が損失した刺激の方が葉を運動させる効果があることがわかった。24 時間周期で生物時計を持って就眠運動するオジギソウに光刺激を与えると崩れる実験から、就眠運動を引き起こす刺激と光の変化量による開閉を引き起こす刺激の 2 つの差によって就眠運動を調節していると考えられる。

## ふきをサラダで！ ふきのシュウ酸含有量低減化の研究

青森県立名久井農業高等学校 TEAM FLORA PHOTONICS

福田将大

### 1 はじめに

ふきはビタミンや繊維を多く含む山菜である。しかしエグミ成分であるシュウ酸もまた多く含んでいる。シュウ酸は体内でシュウ酸カルシウムとなり結石を引き起こすため、ふきは食べる場合、下茹でするのが一般的である。ところがビタミン類の多くは水に溶けやすく熱にも弱いため、それではせっかくの機能性が失われてしまう。ハウレンソウはシュウ酸が約 1000mg/100g もあるが遮光することで含有量が減という研究がある。そこでふきを遮光栽培したらシュウ酸成分が減少し、生食できるようになるか研究することにした。

### 2 材料

ふき苗、もみがら、段ボール、プランター、培養土

### 3 方法

- (1) プランターにふきを3株植えたプランターを4つ準備する。
- (2) プランターに段ボールを被せて完全に遮光する区、段ボールでプランターの周囲を囲み、もみがらで葉の下まで埋める区、茎の一部を銀紙で覆う区、そして遮光しない慣行区の4区を作り栽培する。
- (3) その後収穫して形状とシュウ酸、シュウ酸カルシウム含有量を測定。
- (4) さらに実際に生食してエグミを比較する。

### 3 結果

栽培の結果、完全に遮光した区は開始約2週間で枯死した。もみがらで茎だけ遮光した区は、普通に栽培したものより茎が約25%細くなったが、茎の長さでは2.2倍も長くなった。またシュウ酸量は銀紙遮光区では減らなかったが、もみがら遮光区のシュウ酸及びシュウ酸カルシウムは半減し、エグミがなく生食できた。

秋田ふき	葉縦長	葉横長	葉色	茎長	茎径	シュウ酸	官能試験
慣行区	17.7	9.9	34	12.8	0.78	70	×
	cm	cm	SPAD	cm	cm	mg/100g	
もみがら	15.9	9.8	30.7	29.0	0.58	40	○

### 4 考察

遮光することで茎が細長くなった。これは光不足のため徒長したのではないかと考えられる。しかしシュウ酸は 40mg/100g と半減した。これによりふきのシュウ酸の合成は光が関与していることがわかった。一般に 50mg/100g 以上あると多いといわれるが、40mg は生でも食べるタマネギの 50mg よりも少ない。実際に試食してもエグミはなく生の食感が楽しめた。このことからふきを遮光栽培することで下茹ですの手間なくサラダとして機能製成分を摂取できると思われる。しかし銀紙で一部茎を覆う区のシュウ酸は減少しなかった。これによりふきが極めて光に敏感であることがわかる。今後実用化を目指したい。

## リーフレタス種子における光質および光量子束密度の影響について

岩手県立水沢高等学校理数科2年

菊地のお・亀甲由香里

## 1 はじめに

本校ではレタスの光発芽特性についての研究を行っている。光発芽には光量子束密度も関係していると考え、赤色光および青色光の光質並びに光量子束密度の影響について検討した。

## 2 材料および実験方法

種子はレタス(学名:*Lactuca sativa* L.)の1品種、フリンジグリーンを用いた。実験方法は、シャーレ(90 mm×15 mm)に寒天 0.8%を添加した培地を使用、遠赤色光下(720nm)にて播種した。これを20℃に温度設定したインキュベータ内で4日間発芽させ、観察した。明所(蛍光灯約33.3  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ )、暗所、赤色光(660nm)および青色光(470nm)の条件で実験を行い、光質および光量子束密度の影響について検討した。光源には市販のLED照射装置を用いた。光量子束密度の測定と設定には光量子計(DeltaOHM HD2302.0)を用い、10~100  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ の範囲で5区を設定した。各区1回の実験毎に100粒播種し、3回ずつ観察を行った。以下赤色光10  $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ は赤色光(10)と略した。また、これまでは蛍光灯下で播種しており、これによる影響の検討をしていなかった。その為、今回は遠赤色光下で播種し、播種前の光の影響を打ち消した。芽の長さが種子の2倍以上になったら発芽とした。

## 3 結果および考察

光質および光量子束密度(品種名 フリンジグリーン)の影響を比較した結果は図1のとおりである。赤色光(100)では95%と高い発芽率を示した。また、赤色光(10)~赤色光(40)の区域では発芽率に差がみられなかった。青色光では全ての区域において発芽率の差がみられなかった。明所の発芽率を上回ると発芽促進、暗所の発芽率を下回ると発芽抑制と判断した。このことから赤色光(100)の区域で最も発芽が促進され、どの区でも発芽は抑制されなかったと判断した。分散分析の結果は表1、表2の通りである。表1より赤色光(20)、(40)および赤色光(100)において5%水準、赤色光(10)および赤色光(100)において1%水準で発芽率の有意差がみられた。一方、青色光では光量子束密度の違いによる発芽率の有意差はみられなかった。

赤色光において光量子束密度の違いによって発芽率の差がみられ、青色光では発芽率の差がみられなかった。これらのことから特に赤色光において光量子束密度の影響が示唆された。

## 4 まとめ

青色光が発芽抑制するとされた一般的な知見とは異なる結果となったため、今後も遠赤色光下で播種を行い、光質と光量子束密度の種子発芽の影響について検討を行う予定である。

表1 分散分析結果(赤色光)

		最小有意差					
				1%点	5%点		
A(赤)				3.1693	2.2281		
カテゴリー-1	カテゴリー-2	平均1	平均2	差	統計量t	判定	
赤色光(10)	赤色光(20)	86.67	89	-2.33	1.0801	[ ]	
赤色光(10)	赤色光(40)	86.67	89	-2.33	1.0801	[ ]	
赤色光(10)	赤色光(80)	86.67	91.33	-4.67	2.1602	[ ]	
赤色光(10)	赤色光(100)	86.67	94.33	-7.67	3.5490	[**]	
赤色光(20)	赤色光(40)	89	89	0	0.0000	[ ]	
赤色光(20)	赤色光(80)	89	91.33	-2.33	1.0801	[ ]	
赤色光(20)	赤色光(100)	89	94.33	-5.33	2.4689	[*]	
赤色光(40)	赤色光(80)	89	91.33	-2.33	1.0801	[ ]	
赤色光(40)	赤色光(100)	89	94.33	-5.33	2.4689	[*]	
赤色光(80)	赤色光(100)	91.33	94.33	-3	1.3887	[ ]	

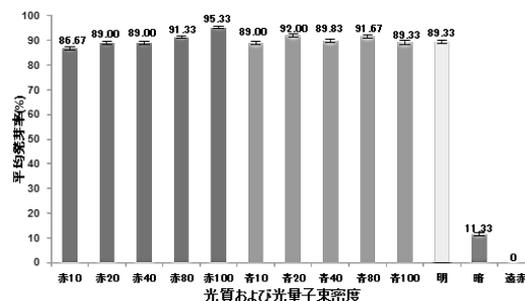


図1 光質および光量子束密度と平均発芽率(播種後4日目)  
(品種名 フリンジグリーン 温度20℃)

## 光がミツバとスプラウトの生育と機能性に与える影響

青森県立名久井農業高等学校 TEAM FLORA PHOTONICS Jr.

### 1 はじめに

青森県は短命県である。したがって県ではビタミンやポリフェノールなど機能性成分が多く含む野菜の摂取運動に取り組んでいる。なかでもポリフェノールは強光や紫外線から植物が身を守るために合成される色素であり、栽培中の光環境によって変化することがわかっている。そこでポリフェノールが豊富で健康野菜として注目されているミツバとスプラウトに LED を照射することで、ポリフェノール量が増加するか研究することにした。

### 2 材料

ミツバ苗、カイワレ大根種子、シソ種子、水耕栽培ともやし栽培キット、LED

### 3 方法

#### (1) ミツバ

- ①ミツバ苗を水耕栽培で約 10 cm になるまで太陽光のはいる温室で育てる。
- ②収穫 5 日前、26 日前に太陽光に加えて、赤色 (波長 660nm)、青色 (波長 450nm) の LED 光を光量子量  $20 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  で照射する。
- ③収穫後、生育調査を行うとともにポリフェノール総量を測定する。

#### (2) スプラウト (カイワレ大根、シソ)

- ①水耕栽培キットを使い暗黒下で発芽させる。
- ②5 日育てたら赤色 (波長 660nm)、青色 (波長 450nm) の LED 光だけを光量子量  $60 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  で、白色光を  $120 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  で照射する。
- ③収穫後、生育調査を行うとともにポリフェノール総量を測定する。

### 3 結果

生育調査の結果、ミツバでは赤色光の草丈の伸長が抑制された。また赤色光、青色光とも生育が旺盛になり株幅が大きく広がった。カイワレ大根では赤色光で草丈が伸長し、青色光で茎が太くなった。ポリフェノール総量はミツバでは短期間照射で約 30% 増加し、長期間照射では 25~40% 減少した。カイワレ大根では照射した区が減少した。シソは現在で栽培中のため、発表会にて報告する。

<生育調査>

ミツバ	草丈 cm	株幅 cm	カイワレ大根	草丈 cm	茎径 mm
Control	23.2	29.2	Control	5.72	1.34
青色光 26 日区	22.7	40.0	青色光 2 日区	5.73	1.50
赤色光 26 日区	13.0	39.9	赤色光 2 日区	6.70	1.28

<ポリフェノール総量>

ミツバ	Control	青 5 日	青 26 日	赤 5 日	赤 26 日	カイワレ	Control	青 2 日	赤 2 日
mg/100g	240	330	190	310	150	mg/100g	148	133	144

### 4 考察

カイワレでは赤色で草丈伸長、青色で茎伸長という光の特性が現れたと考えられる。しかしミツバでは同じ赤の強度でも強光下のように伸長が抑制された。日陰を好む山菜のため敏感なのではないかと考えられる。ポリフェノールは LED で増加するが、光強度と照射期間によっては逆に破壊しまう可能性がある。

## エーデルワイス葉片からのカルス形成について

岩手県立水沢高等学校理数科2年  
及川元雄・伊藤麗美・高橋美玖

### 1 はじめに

本校では、エーデルワイス (*Leontopodium alpinium*) の組織培養についての継続研究を行っている。岩手県の早池峰山にのみ自生するハヤチネウスユキソウ (*L. hayachinense*) は、絶滅の危機にある。そのためハヤチネウスユキソウの絶滅を防ぐための基礎的研究を行うことにした。しかし、ハヤチネウスユキソウは入手が難しいため、近縁であるエーデルワイスの葉片を用い、カルスからの植物体再生並びにシュート誘導を行い、大量増殖について検討した。

### 2 材料および方法

#### (1) 無菌播種

クリーンベンチ内で、種子を適量ビーカーに入れ、70%エタノール（展着剤入り）で60秒間殺菌後、滅菌水で60秒間すすいだ。次に10%ピューラックス溶液で30分間殺菌し、滅菌水で60秒間3回すすいだ。種子は、滅菌水とともにプラスチックシリンジで取り、Murashige and Skoog 処方 (1962) の培地（以下 MS 培地）に播種した。その後 20°C、16 時間日長、蛍光灯照明（約  $33 \mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ）の人工気象器内で育成した。

#### (2) 継代培養

発芽して成長した植物体は適時新しい MS 培地に継代し、無菌植物体の育成を行った。この葉片を用いて、カルス形成を行った。

#### (3) 葉片培養

成長したエーデルワイスの葉片を 5mm×5mm 程度の大きさに調節し、1 シャーレ当たりそれぞれ 10 枚ずつ置床し、カルスを形成させた。カルス形成用培地には、ベンジルアデニン（以下 BA）1 mg/L と 2, 4-ジクロロフェノキシ酢酸（以下 2, 4-D）1 mg/L を添加した。カルスが形成した葉片は、さらに表 1 のとおりシュート誘導培地の検討のため、各培地にカルスを 10 個ずつ移植した。なお、培地には BA とナフタレン酢酸（以下 NAA）を添加し、1 区、2 区および 3 区を設定した。

### 3 結果および考察

汚染が多く発生したが、その中で無菌のもののみを選んで継代培養を行った。成長した植物体を分割して新しい培地に移植した。これにより無菌植物体を育成した。葉片培養では、切り取った葉片は、表 2 および図 1 のとおり 180 個のうち、119 個がカルスを形成した。カルス形成率は、66% であった。形成したカルスからのシュート形成用培地を検討した結果、図 2 のとおり 3 区の培地でカルス 10 個中 1 個にシュートの形成が見られた。葉片培養において、カルスの形成途中で枯れてしまうもの、または時間の経過による褐変が見られた。葉片では、葉の周辺からカルスの形成が多く見られた。なお、3 区の培地でシュート形成が見られたため、シュート誘導に適していると考えられる。

### 4 まとめ

無菌播種や継代培養では多数の汚染が見られたが、以降の操作では手の消毒回数を増やし、パラフィン紙で蓋の周りを覆ったことで汚染を防ぐことが出来た。今後も、1～3 区の培地に移植したカルスからのシュート形成を観測し、結果を考察したい。

表 1 シュート形成用培地

	BA(mg/L)	NAA(mg/L)
1 区	0.5	0
2 区	1.0	0.5
3 区	2.0	1.0

表 2 カルス形成状況

置床数	カルス形成数	カルス形成率(%)
180	119	66



図 1 カルス形成

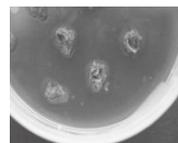


図 2 シュート誘導

## 光によるガーベラのステム伸長研究

青森県立名久井農業高等学校 TEAM FLORA PHOTONICS

澤口佳歩、玉川七海、中村唯子

### 1 背景と目的：

園芸では花瓶に生ける切り花は、ステム(茎)が長い方が高品質として高値で取引される。しかし生長調整剤にはステムを伸ばす薬剤はない。ガーベラは、遮光するとステムが伸びるという特徴がある。しかし、それでは日陰のため葉色が薄くなり品質が低下してしまう。そこで遮光以外の方法で伸長促進できないか研究してみた。

### 2 材料：

草花名：ガーベラ、ジニア

試験区：

Control (太陽光)

赤色光区 (波長 660nm LED+太陽光) R:FR=1.9:1

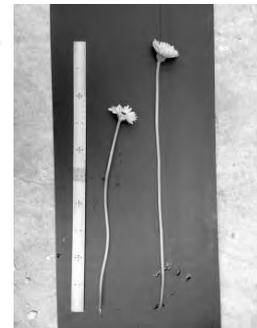
遠赤色光区 (波長 740nm LED+太陽光) R:FR=0.8:1

太陽光に加えて赤色光、遠赤色光を照射した。

### 3 結果：

ステムは赤色光を照射した区が太陽光だけで栽培した Control より伸びなかった。しかし遠赤色光では約 20%も伸長した。品質を左右する葉の色を葉緑素計で測定すると赤色光、遠赤色光とも Control より増えていた。蕾は遠赤色光を照射した区で増え、結果、2ヶ月間の1株当たりの切り花収穫量は、Control 3本、赤色光4本に対して、遠赤色光では7本と約2倍となった。

左：Control 右：FR



### 4 考察：

研究の結果、遠赤色光ではステムがよく伸びることがわかった。園芸ではガーベラを遮光するとステムがよく伸びることがわかっている。木陰は赤色光より遠赤色光が多くなる。遠赤色光を照射したことで木陰環境と同じ光環境となり、そのためステムが伸長したと思われる。さらに太陽光を十分に当てた人工的な木陰環境のため、葉緑素量は確保でき健全に生長したと思われる。また今回の結果からガーベラでは遠赤色光付近で花芽分化が促進される可能性が高まった。今後の園芸業界に役立つ技術になると思われる。

## 奥州の自然界から分離した酵母の食品利用

岩手県立水沢高等学校 理数科 2年

後藤小百合 小野玲那 松本奈菜

### 1 はじめに

酵母菌は、古くからパンやお酒など様々な発酵食品に用いられてきた馴染み深い微生物である。酵母菌は、生息する環境によって、異なる芳香性や資化性をもつことが分かっている。そこで私たちは、奥州の自然界から酵母菌を分離し、その酵母菌の性質を調査することで自然豊かな奥州市に特徴的な食品をつくり、地域活性化へ貢献したいと考え、食品利用に適した酵母菌の単離を目指した。

### 2 実験

- (1) 試料採取：土、花、樹液、果実等の試料を採取、YPD 培地（表 1）で集積培養した。YPD 培地には、雑菌の繁殖を抑え、酵母菌の増殖に優位な環境にするため、エタノールと乳酸を加えた。
- (2) 酵母菌の単離：試料採取で培養した液体培養液を YPD 寒天培地にプレーティングし、30℃、3～7 日間培養した。培地に現れたコロニーを釣菌し、液体培養液中で再度培養した。現れるコロニーが同一種と思われるまで 2～3 回この操作を繰り返した。
- (3) 酵母菌の同定：ガストラップチップと YPD 培地の入った試験管に単離した酵母菌候補株を加え、30℃、3 日間静置培養した。そのうち、ガストラップチップが浮いたものは気体生産性があると判断し、顕微鏡で観察、撮影した。さらに、培養液を遠心分離機にかけて菌量をそろえ、10%グルコース溶液で 1 日間、静置培養した。培養後、再度遠心分離を行い、上澄みを蒸留水で 10 倍希釈し、密度計で測定した。

### 3 結果および考察

水沢高校敷地内から 42 試料、江刺区愛宕のリンゴ園から 12 試料を採取し集積培養した。それらから単離作業によって、酵母菌候補 56 株（水沢高校敷地内から 38 株、リンゴ園から 18 株）を得た。気体生産性試験を行い、45 株（水沢高校 34 株、リンゴ園 11 株）で気体の発生が確認できた。そのうち、28 株で円形、単細胞、出芽性を持つ細胞が観察された。これらの特徴は、酵母菌の特徴に類似しているため、今回得られた候補株は酵母菌である可能性が高い。また、15 株でアルコール生産性試験を行い、9、12、13 に強いアルコール生産性があることが分かった（図 1）。

### 4 まとめ

アルコール生産に適した酵母菌候補株を単離することができた。今後は、パン生産に適した酵母菌を得るため、製パン性試験を行いたい。

表 1 酵母菌の単離に用いた培地

培地名	培地組成	
YPD 培地	Yeast extract	1%
	Peptone	2%
	Glucose	2%
	エタノール	2%
	乳酸	20 mL/L

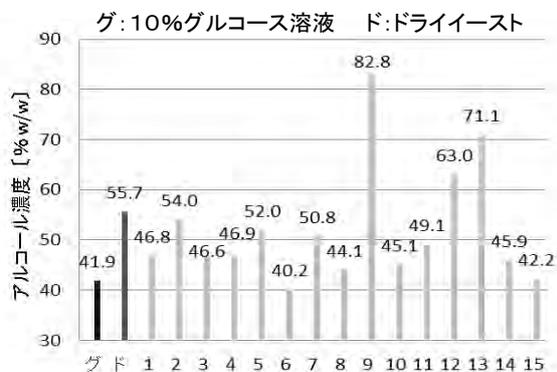


図1 アルコール濃度の測定結果

## 種差海岸の環境がサクラソウ自生地に及ぼす影響

青森県立名久井農業高等学校 TEAM FLORA PHOTONICS

坂野友祐・久保沢翔太

## 1 はじめに

青森県八戸市の種差海岸は花の渚とも呼ばれる名勝地である。この海岸のシンボルともいえるのが絶滅危惧種のサクラソウで、全国的にも珍しい海岸の自生地である。平成 25 年 5 月に三陸復興国立公園に指定されたのをきっかけに、この自生地の将来を不安視する声が高まっている。種差海岸は長い間、県立公園だったため今まで自生地立ち入りが禁じられ、特別に許可された私たちだけが平成 23 年度より調査を行ってきた。そこで今年度は環境省と青森県と連携して自生地の自然環境から将来の群落の行方と今後の自然保護の在り方を探る目的で研究を行った。

## 2 調査方法

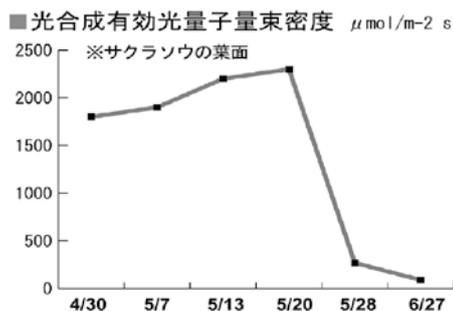
(1) 期間：平成 25 年～27 年

(2) 項目：群落規模、個体数、草丈、群落におけるサクラソウの優占率、自生地の植物、光量子量、葉緑素量 (SPAD)、気温、結実率、訪花昆虫、長花柱花と短花柱花の分布、変異と分布等

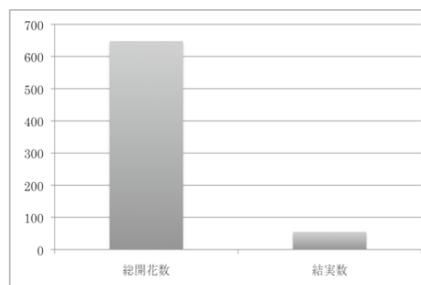
## 3 結果

サクラソウは自生地を 5 月まで独占していたが、開花期後半からは背の高い他の植物の陰になること、その影響で開花期後半から光量が 10 分の 1 まで著しく減少し、葉緑素量も減ることがわかった。また海岸から吹きこむ低温多湿の風により開花期の気温が上昇しないこと、開花期にほとんど訪花昆虫が見あたらないこと、さらに結実率はわずか 8.5% しかなかった。なお変異は少なく、長花柱花と短花柱花も同じ場所にまとまって自生していた。

グラフ 群落内の光量子量推移 (照度) の変化



グラフ 総開花数 (右) と結実数 (左)



## 4 考察

初めて行った種差海岸の環境調査の結果、この自生地は大切な充実時期に十分な光合成ができないうえ、低温のため訪花昆虫が少なく種子繁殖しにくい環境であることがわかった。また変異が少なく同様の形態の花が集まって自生していることから、栄養生殖で増えたクローン群落だと考えられる。これは将来、とても危うい群落である。国立公園のシンボルとして今後も自生地を保全するには、訪花昆虫の生息地を確保、人工授粉による種子繁殖の促進などより積極的な保護活動が必要だと思われる。

## How will water hardness affect the sugar content of tomatoes?

Ichikawa High School      Mayu Usami

### Introduction

The reason we chose this theme is because we want to make tomatoes sweeter without genetic modification. Water hardness is the index of the amount of magnesium ion and calcium ion in water. Both are nutrients of fertilizers. Especially, magnesium ion is vital for chlorophyll synthesis, and it speeds up the photosynthesis action. Therefore, tomatoes may become sweeter by giving higher hardness water because of promotion of photosynthesis.

We used four types of water, each of which had a different hardness level to find which water works the most effectively when growing tomatoes with a large sugar content.

### Procedures

We divided 48 roots of micro tomatoes into 4 groups (12 roots each), and cultivated them with water with 4 different hardness: 304, 130, 70 and 0.

We measured the height of the grasses, the size of the leaves, and sugar content.

Water samples	A(evian)	B(spring water)	C (Tap water)	D(Distilled water)
Water hardness	304	130	70	0
Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	26	16	6	0
Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	80	24	18	0

### Result

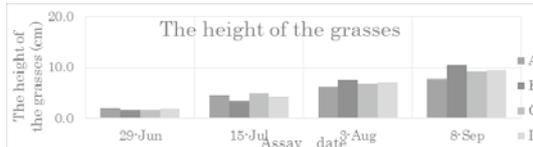


Figure 1 The relation between the height of the grasses and water samples

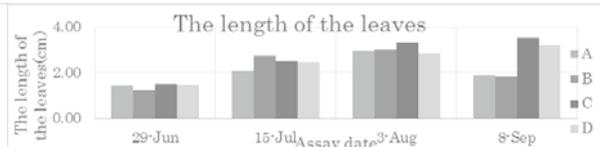


Figure 2 The relation between the length of the leaves and water samples

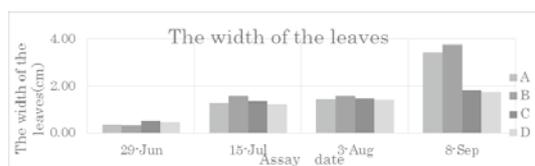


Figure 3 The relation between the width of the leaves and water samples

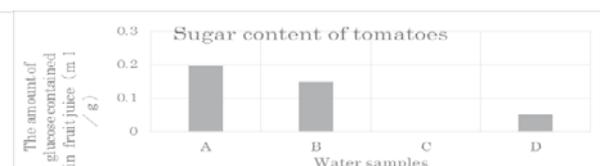


Figure 4 The relation between the amount of glucose and the hardness level of the water samples

### Considerations

Tomatoes grown with high hardness water had higher glucose concentration in the berries. Group C has not ripened and turned red yet, so we could not measure sugar content.

Some tomatoes become gangrene in water with 0 hardness. We suppose that it was an effect of some death of cells caused by lack of calcium.

### Conclusion

Tomatoes become sweeter and grow up healthy by giving higher hardness water.

## 室内花の研究開発 ～アミノレブリン酸が草花に与える影響～

青森県立名久井農業高等学校 TEAM FLORA PHOTONICS

市沢憲慎・井戸上真衣

### 1 はじめに

草花にはきれいな花や香りを提供する他に、空気を浄化する能力を持っている。しかし室内は照度不足のため、花つきが悪く生育も阻害されてしまう。アミノレブリン酸は植物の葉緑素を増やすといわれる植物生長調整剤である。この薬剤を散布したら室内でも草花の栽培が可能になり、香りや浄化力の恩恵を受けることができるのではないかと考え研究することにした。

### 2 材料

使用植物：ラベンダー、アラビアジャスミン、サンパチェンス 各3株  
植物生長調整剤アミノレブリン酸 1000 倍液

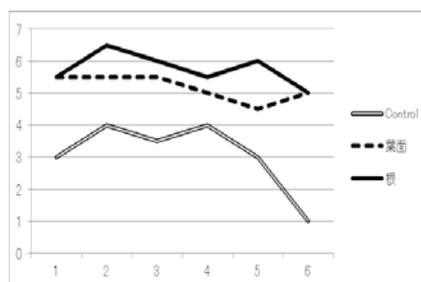
### 3 方法

- (1) ラベンダー、マツリカ、サンパチェンスを植えた鉢を準備する。
- (2) アミノレブリン酸 1000 倍液を1週間おきに葉面散布する区、同 1000 倍液を根の付近にかける区、そして何もしない3区を設ける。
- (3) 1ヶ月間温室で栽培し変化を観察する。
- (4) 1ヶ月後、光量子量約  $60\sim 100 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  の室内に置き、変化を観察する。
- (5) またサンパチェンスの  $\text{CO}_2$  吸収力、ホルムアルデヒド浄化力を比較する。

### 3 結果

実験の結果、ラベンダー、ジャスミンともやや草丈が高くなった。またラベンダーの花つきは右のグラフのように散布区の花数が6週間も減らなかった。これはマツリカでも同じであった。さらに散布したサンパチェンスの二酸化炭素吸収力及びホルムアルデヒド浄化スピードが速くなった。

■ラベンダーの花数の推移（6週間）単位：個



### 4 考察

アミノレブリン酸を散布することでラベンダー、ジャスミンとも室内でも花数が減らなかった。これはアミノレブリン酸によって葉緑素が増え、光合成が盛んになったからだと考えられる。またサンパチェンスに散布すると葉がやや濃くなり、二酸化炭素吸収力が向上することがわかった。これはアミノレブリン酸によって光合成が盛んになったからだと思われる。さらにホルムアルデヒドの吸収力も高まった。これは気孔から二酸化炭素を吸収する際に、ホルムアルデヒドも吸収浄化していることを意味している。以上のことから、アミノレブリン酸によって草花の光合成が盛んになるため、草花の優れた機能性の恩恵を受けられるようになる可能性がある。

# 校庭に生える 身近な植物の薬効について

市川高等学校  
平川彩夏・三輪薫

目的：以前からドクダミなどの植物に薬効があることを知っていたのに加え、生物の授業で薬効を持つ校庭の植物を見ることができる機会があり薬効に興味湧き調べてみたいと思ったため。

実験方法：1、植物の成分の抽出

- ①校庭からドクダミ、スギナを採取。
- ②それぞれの植物 3.5 g を乳鉢ですりつぶし、水とエタノールの二種類の液体 50ml ずつで植物の成分を抽出

2、大腸菌の培養

- ①大腸菌を培養するための LB 培地と固形培地を生成した。
- ②大腸菌と LB 培地を混合し 10000 倍に希釈して振とう機にかけ一日降り続けた。
- ③1 で生成した抽出液 900 nℓ と ② で培養した大腸菌 100 nℓ を、マイクロピペットを用いてファルコンチューブに入れ混合し再び振とう機にかけた。  
対照実験として、水のみとエタノールの場合も行った。
- ④固形培地に③で作った混合液を 100 nℓ 塗った。
- ⑤保温器で 1~2 日置いてから培地上のコロニー数を数えた。

結果：水+大腸菌→多数

水+大腸菌+スギナ抽出液→多数

水+大腸菌+ドクダミ抽出液→約 90

エタノール+大腸菌→0

エタノール+大腸菌+スギナ抽出液→2

エタノール+大腸菌+ドクダミ抽出液→1

考察：抽出液の生成でエタノールを用いたのは、水よりも植物中の成分が溶け出やすく、薬効効果によりコロニー数が減ると考えたからだが、エタノールを用いた結果のコロニー数が水よりも少ないのは単にエタノールによる除菌作用が働いたとも考えられるので、早急にドクダミ・スギナを煮出して得られる液を使って実験を行いたい。

## ルミノール反応を用いた皮膚表面上に存在するヒト由来または 細菌由来の過酸化水素分解酵素の検出

石川県立金沢泉丘高等学校 2年 AIプロジェクト 課題研究 ルミノール班

井原崇斗・山田遼央・松村秀敏・尾西宏紀

**目的** 酒を造る杜氏の手がきれいで白いことからコウジカビの産生物質が肌に好影響する事実がよく知られている。我々はルミノール反応を検出系として用い、皮膚表面上に存在するであろうヒト由来または細菌由来の過酸化水素分解酵素の検出を行い、加齢や肌の状態との相関関係を調べる。

**方法** 手指の表皮を濾紙にこすりつけて試料を採取し、これに過酸化水素水とルミノール反応液を滴下して反応させ、印画紙に感光させる。印画紙を現像し、画像解析ソフトを用い輝度を測定し、年齢や肌の状態による相関を読み取る。

**結果** 今回の実験では、年齢・肌の状態などから明確な相関関係は見られなかった。また平均をとると $-0.1$ であり、標準偏差が $0.2$ であったことを考えると有意な差が認められなかった。実験結果が安定せず統計的な有意性を証明することはできなかったが、画像によっては明らかに指をこすりつけたパターンが認められ、皮膚の表面には過酸化水素を分解する酵素が存在することは証明できた。

**考察** 今回思うような結果が見られなかった原因について、まずデータの取り方に問題があったと考えられる。例えば、指のろ紙へのこすりつけ方に多少のばらつきが生じてしまったと考えられる。画像データからは、定性的に成功している例があったが、定量的な解析に耐えられる実験方法の確立には至らなかった。

また、データをとる直前に被験者が鉄棒などにふれていたら、データを取るときに皮膚に付着していた鉄粉が反応してしまう。故に、今後の展望として手に付着していた酵素の働きによるものかどうか確かめるために加熱処理などの実験を追加で行う必要がある。

**結論** 今回は年齢や肌の状態と酵素の量との相関関係は証明できなかった。しかし、皮膚の表面には活性酸素を生成する酵素が存在することは証明できた。実験方法の改善により今後新たな発展が期待できる。

**参考文献** 『ケミカルルミネセンス』丸善 『トコトンやさしい触媒の本』 日刊工業新聞社

## 金属イオンが根に与える影響

市川高等学校

古市果菜

目的：植物は土壌の環境によって大きく生長する、もしくは育たないという違いが出てくる。私はどんな土壌環境が植物の生育を妨げるのか興味を持った。そこで土壌の環境を決める様々な条件のうち金属イオンに着目し、培地の条件を変えて植物を一定期間育てると根にどのような影響を与えるかを調べることにした。

実験方法：①種子の滅菌を行う。(カイワレダイコン使用)

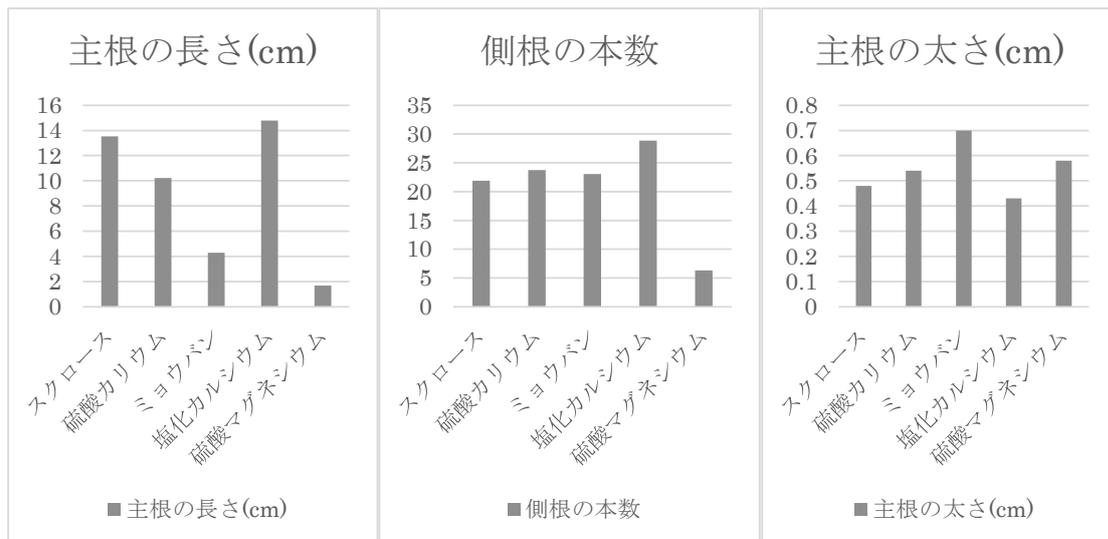
②培地(シヨ糖寒天培地)を試験管に作成。培地の条件は以下の通りである。

- ★スクロース寒天培地 100mM×12本
- +ミョウバン 2.5mM×12本
- +硫酸カリウム 2.5mM×12本
- +硫酸マグネシウム 5mM×12本
- +塩化カルシウム 5mM×12本

③種子を試験管1本につき1粒ずつ植えて2週間経過をみる。

④根を培地から取り出し、主根の長さ・側根の本数・主根の太さを測定する

結果：それぞれの培地12本ごとの平均値をグラフにした。



ミョウバンの培地だけゆるかったことから培地が他と比べて酸性よりであったことがわかる。よって次の実験では他の培地をミョウバンのPHに合わせる必要性がでてきた。

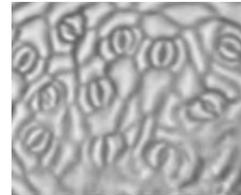
考察：スクロースを基準として、硫酸カリウムは他と比べて差が少ないことから、 $K^+$ と $SO_4^{2-}$ の影響はほぼないものと考えられる。よって硫酸マグネシウムの根の生長が阻害されたのは $Mg^{2+}$ の影響ではないか。また、ミョウバンも根の生長が阻害された。しかし同じく阻害された硫酸マグネシウムとは側根の本数で大きく差がでた。これは $Mg^{2+}$ と $Al^{3+}$ では根の阻害する場所が異なるのではないかと考えた。この仮説を裏付ける新たな実験の必要性を感じた。

## レプリカ法による葉の成長メカニズムの研究

兵庫県立加古川東高等学校 生物部

塩釜 愛・山崎 瑞穂

**はじめに：** 茎や根の成長のしくみは、その先端部に分裂組織と伸長部をもつ「積み重ね方式」であることが古くから知られていますが、葉の成長のしくみはどのようになっているのでしょうか。私たちは、このことに興味を持ち、身近な材料(マニキュアや液体絆創膏)を用いたレプリカ法でクスノキの葉の表皮の成長のしくみを調べることにしました。



**目的：** 葉の表皮が成長する際に、細胞の分裂や成長がどこでどのように行われるのかを調べる。

**仮説 1：**「周辺部に分裂組織、そのすぐ内側に成長部がある」 - 積み重ね方式 -

⇒ 葉の中央(想定する成長部より内側)の細胞よりも、葉の周辺(想定する分裂組織)の細胞の方が小さくなるはずである。

**実験 1 とその結果：** レプリカ法(マニキュア)を用いて、葉の中央と周辺で表皮細胞の大きさの比較を行った。若い葉でも古い葉でも、中央と周辺の細胞の大きさに、違いを観察できなかった。

**仮説 2：**「葉の色々な場所で、細胞が分裂し成長をしている」

⇒ 葉の同じ場所の経時変化をレプリカ法で観察すれば、細胞の分裂や成長が確認できるはずである。

**実験 2 とその結果：** マニキュアを塗った葉は枯れてしまうので、液体絆創膏を用いたレプリカ法に変え、2 週間の変化を調べた。葉のどの場所の表皮でも、細胞の数や形に変化を確認できなかった。

**考察：** 実験 1 で、葉の中央部でも周辺部でも表皮細胞の大きさに違いがなかったため、葉の表皮の成長は、茎や根のような「積み重ね方式」ではないものと考えられる。また、この観察の際に、私たちは、葉のどの場所でも、気孔の密度が若い葉より古い葉で大きくなっていることに気付いた。つまり、葉の表皮では気孔形成のための細胞分裂が葉のあらゆる場所で起こっていることになる。

そこで、私たちは「葉の成長のための細胞分裂も、葉のあらゆる場所で起こっている可能性がある」と考え、仮説 2 を立てた。実験 2 は 9 月中旬から下旬に行った。仮説 2 は実証できなかったが、葉の成長を確かめるには季節が遅かったためと考えている。

**今後の課題：** 本研究では、葉の表皮の成長メカニズムを実験で確かめることはできなかった。しかし、私たちは仮説 2 の可能性は十分にあると考えており、葉の成長期に実験を継続していきたい。

## ツタの吸盤付着原因とその対処法

市川高等学校  
安藤 実

【目的】 どうしてツタの吸盤は壁に付着するのかを調べることで、壁を傷つけずに吸盤を剥がす方法をみつける

## 【実験】

(1)仮説：吸盤に含まれる酸性の液体が壁の素材を酸化させて溶かすことで付着する

方法：付着しないガラス、イオン化傾向が小さい銅、イオン化傾向が大きいカルシウム、付着するモルタルの4つの板を立てかけ、ツタの成長を観察した

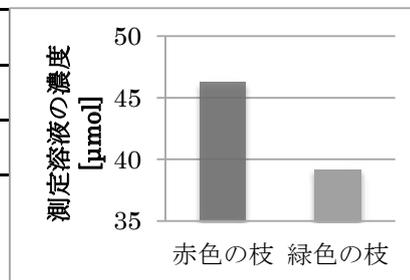
結果：	ガラス	銅	カルシウム	モルタル
吸盤の有無	×	△	○	○
付着	×	×	×	○

考察：吸盤は酸化されやすい材質に形成する可能性はあるが、吸盤が形成されても付着しない場合もある。

(2)仮説：吸盤が形成され付着する前後で枝が赤くなったことから、この赤い成分（アントシアニン）が吸盤の成長に関与している

方法：アントシアニンが最も吸収する光520nmに分光光度計を設定し、枝の緑色の部分と赤い部分（50mg ずつ）のアントシアニンの溶液濃度を比較した

結果：	赤い枝	緑色の枝
吸収度 ABS	0.833	0.706
溶液の濃度	46.3 $\mu$ [mol]	39.2 $\mu$ [mol]



(シアニジン3-グルコシドのモル吸光係数 1800 を用いた)

考察：吸盤を形成する前は付着後に比べて多くのアントシアニンが必要であり、このことから吸盤の対処法としてアントシアニンを分解する物質をかける、という方法を考えた。

(3)アントシアニンを分解しやすい物質をみつける

方法：アントシアニンはアルカリ性（水酸化ナトリウム）、アスコルビン酸、糖によって分解が促進されるので、それぞれ同じ0.10mol/Lの水溶液を作り、10mL ずつシャーレに入れ、これらのうち赤い枝を変色させるのが一番速いものを調べた。

結果：アルカリ性である水酸化ナトリウムが一番枝を変色させるのが速かった。

【今後の課題】実際にアルカリ性水溶液を吸盤にかけ、壁に影響なく剥がれるか実験してみる。

## ゼニゴケの生活環を管理する

栃木県立宇都宮女子高等学校 2年 SS クラス

赤沼千華 宇賀神温 江田尋香 田中智穂

### 【目的】

ゼニゴケは、生活環の大半が半数体であること、陸上植物の起源を考える上で進化系統的に鍵となる存在であるなど興味深い植物で、古くから研究に用いられてきたが、近年、日本発の新たなモデル植物として注目されている。しかし、ゼニゴケが真に優れたモデル植物になるには、栽培法を改良するなどの課題がある。寒天培地を用いた無菌的な栽培では雄器托に不稔性があり、交配するには手間のかかるオープンな栽培が必要となっていた。そこで、ゼニゴケが無菌的な栽培でも生殖可能な稔性を持てる方法を解明し、無菌的な環境で生活環を管理することを目的に研究を行った。

### 【実験方法】

#### (1) 無菌的環境を保つ方法を変える実験

- ① オスの葉状体断片をプラントボックスごとオートクレーブ滅菌したバーミキュライト培地、寒天培地に移植する。
- ② プラントボックスをそれぞれフタ、ミリラップで塞ぎ、経過を観察する。

#### (2) 雄器托が出た後湿度を変える実験

- ① バーミキュライトに植えたオスのゼニゴケを一定の大きさになるまでオープンな環境で栽培し、遠赤色光を照射して雄器托を誘導する。
- ② 片方はそのままオープンな環境におき、もう片方は水を張ったビーカー内に入れ密閉し高湿度に保って、それぞれの経過を観察する。

### 【結果】

- (1) フタで塞いだバーミキュライト培地、ミリラップで塞いだバーミキュライト培地、及び寒天培地に移植したゼニゴケの雄器托では稔性を、フタで塞いだ寒天培地に移植したゼニゴケの雄器托では不稔性を確認できた。



ミリラップ・寒天      フタ・バーミキュライト

- (2) オープンな環境で成熟した雄器托では稔性を、高湿度な環境で成熟した雄器托には不稔性を確認できた。

### 【考察】

無菌的な環境でも空気の入りがあるミリラップを用いた寒天培地では稔性を持つが、高湿度な環境では稔性を持たない。よってゼニゴケの雄器托の形成には湿度が大きく関わっていると考えられる。従来の方で無菌的な環境に保った寒天培地では不稔性、バーミキュライト培地では稔性となるのは、バーミキュライト培地が空間中の水分を吸水し湿度を適切に保っているのかもしれない。

# アカメガシワの蜜腺について

市川高校

岡部百花・山本聖來

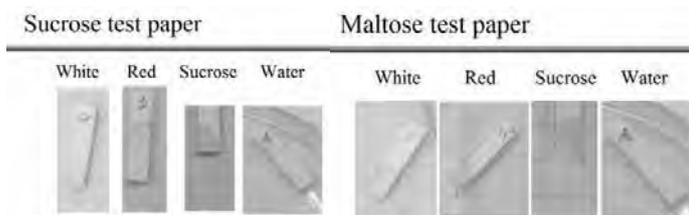
目的：アカメガシワには蜜腺があり、その蜜腺から出す蜜によってアリを集めることで、害虫から葉を食べられることを防ぐという「対捕食者構造」というしくみがあり、そのことについて気になったから。

実験：

1. アカメガシワの葉の観察、
2. ベネジクト液を用いた実験、
3. 試験紙を用いた実験、
4. 実際にアリを用いた実験

結果：

1. 高さ50cm以下、葉は黄緑色、赤い蜜腺を持つ種が最もアリを多く集める
2. ベネジクト反応なし



- 3.
- 4.

	ペーパーディスク	葉
赤	×	×
白	×	×

考察：

実験2、3において、ベネジクト液反応が見られずショ糖試験紙では反応が見られたことから、蜜腺の成分は還元糖ではなく、転化糖のショ糖であるとわかる。また赤い蜜腺よりも白い蜜腺のほうが濃く変色した。

実験4ではどちらの蜜に多く集まるかを実験したが、アリは集まらなかった。これは、実験に用いたアリが適切なものではなかったこと、葉に含まれる蜜腺が十分でなかったことが考えられる。

以上より、蜜腺からショ糖を出しアリを集め、赤い蜜腺がアリを集めるのにより適しているといえる。

## わらびはなぜプタキロサイドを持ったのか？

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高校

上野由惟

目的：春の山菜として知られるわらび。その中にはプタキロサイドと呼ばれる発がん物質が含まれている。毒といえば、フグの毒であったり、キノコの毒であったりと…即効性のものが多い。しかし、わらびはがんを引き起こすという複雑な毒を持っている。私は医療に興味があり、その中でわらびに発がん物質が含まれていることを知った。なぜ、わらびはプタキロサイドを持ったのか？私たちの知らない植物の進化…その真相を解き明かすべく、実験を行った。

実験方法：Ⅰ、プタキロサイド抽出実験

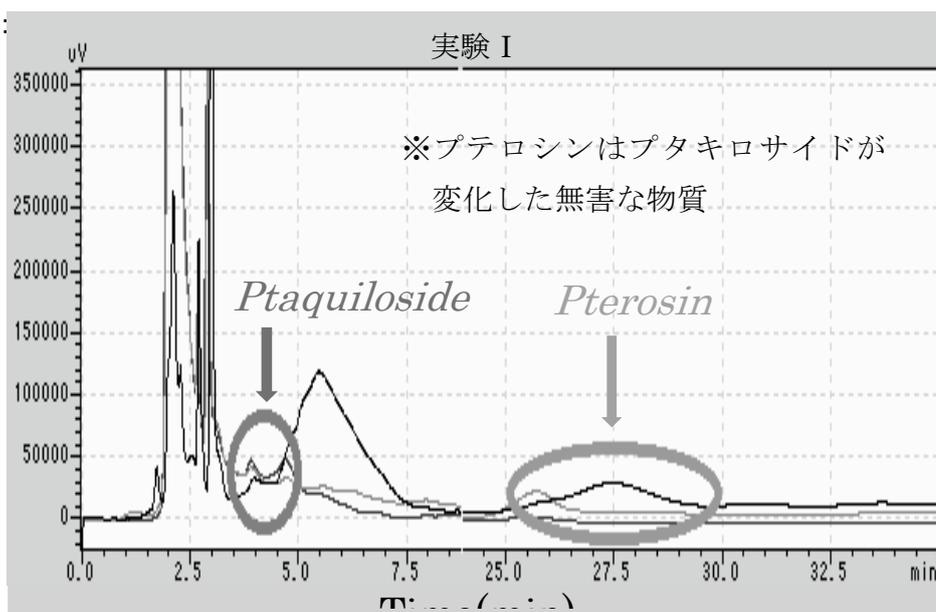
- ① 実験に使う植物を凍結乾燥させる
- ② メタノールを用いて抽出
- ③ エバポレーターで溶媒の除去
- ④ メタノールを再び加え、0.45  $\mu\text{m}$  フィルターに通す
- ⑤ HPLC を用いて分析



Ⅱ、カルス作成

- ① MS 培地を用い、NAA 溶液、BA 溶液を加え培地作成
- ② わらびをエタノール、漂白剤を用いて滅菌する
- ③ 刻んだわらびを培地に植え付ける
- ④ カルスが観察されるまで観察
- ⑤ カルスをサンプルとし、HPLC で分析

結果：



実験Ⅱでは21日経過現在、カルスは観察されていない。

## 自生する遺伝子組換え作物の実態

宮城県仙台第一高等学校・生物部  
二年・萩原麻貴

### 1 目的

GMOは現在日本国内での使用が法律により制限されている。それにもかかわらず輸入港周辺などで遺伝子組み換えナタネの種子が自生していることが農林水産省等の調査によりわかっている。そこで、遺伝子組換えナタネの自生実態を解明するため調査を行う。

### 2 研究方法

石巻港から3年間にわたり計161個体を採集しDNAを抽出したのちDNA量を測定した。除草剤耐性遺伝子であるグリホサート耐性・グルホシネート耐性遺伝子に注目しPCR法・電気泳動法を用いて増幅されたDNAのバンドから陽性であるか陰性であるかを判別し、3年間の調査結果を比較することでGMナタネ分布の広がりをみた。

### 3 結果

2013年度は石巻港周辺で採集したもの38個体中3個体からグリホサート耐性遺伝子・タンパク質が検出され、2014年度は採集した個体は個体中8個体からグリホサート耐性遺伝子・タンパク質が、16個体からグリホサート耐性遺伝子のみが検出され、2015年度は89個体中18個体からグリホサート耐性遺伝子・タンパク質、4個体からグリホサート耐性遺伝子、2個体からグルホシネート耐性タンパク質・遺伝子、8個体からグルホシネート耐性遺伝子、グルホシネート・グリホサート耐性以外で遺伝子組換えが行われている個体が4個体となった。



### 4 考察

2013、14年度と比較して

- I グルホシネート耐性を持つ個体の割合が増加している。
- II GMナタネの分布が広がった。

ことが分かった。その理由としては2013年、14年の段階で自生していた個体とは別の個体が輸入運搬の過程でこぼれ落ち、自生したためと考えられる。今後さらにそのようなGMナタネが増えていくと思われる。現段階では石巻港周辺のみでの調査に限定しているが今後はもっと広い範囲での調査も行い、遺伝子組換えに対して中立の立場で情報を提供したいと思う。

## 私ができる植物の制御

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高校 SLⅡ 森川拓海

目的：遺伝子組み換えなどの技術を用いずに植物の成長を制御すること。植物は物理的環境などの何らかの刺激を受けることで自身にインプットされている遺伝子をもとにして成長する。成長を制御するためには、その遺伝子を組み換えることやその植物が受ける刺激を変えることの二つが考えられる。今回私は、植物が外から受ける物理的環境に注目し、身近な環境が植物にどのような影響を与えているかを調べた。以上より何が植物の成長を促進させ、反対に抑えるのか知ることによって、遺伝子組み換えなどの技術を用いずに植物の成長を制御したい。

実験方法：様々な環境で育てた植物の対照実験。育てる植物はシソとする。身近でかつ実践的であるように植物の多くは水耕栽培を採用し、雨が植物に与える刺激を再現したものや、シソの原産地である山地を再現したもの計 11 の環境がある。

結果：植物の成長度合いを根の長さ、茎の長さ、葉の大きさという代表的な 3 つの観点から見ると、屋内（約 20 度）に比べ屋外（約 12 度）の植物の根の成長が著しく、水道水のみと比べ土や土の養分を与えた植物の茎の成長が著しく、24 時間ライトで照らしたものに比べ太陽と同じ時間、同じ周期で照らした植物の葉の成長が著しかった。

考察：今回上記の結果から、①温度が低い環境は植物の根をより長くさせる、②土の養分のある環境は植物の茎をより長くさせる、③明暗にサイクルのある環境は植物の葉をより大きくする、という 3 つのことが言える。つまり植物の根は温度に、植物の茎は養分に、植物の葉は明暗のサイクルに関係していることが分かった。

まとめ：実際に植物を育てて観察するという方法は、植物が思うように成長してくれないなどの難しさがあり、また今回成長として観察したものは外から見てわかるような実物の大きさの変化である。今後は植物内の成分の増減を観察するなど外から見てわからないような変化にも注目したい。これに注目することで今回の結果からはわからなかったような考察が導けるかもしれない。しかし思うように成長してくれないことや、思いもしなかった現象が起こることは考えさせられることも多いが、研究が楽しいと思う一つの理由だと思う。



fig1,栽培の様子（横）



fig2, 栽培の様子（上）

寒風沢島に生息するメダカのルーツを探る  
宮城県仙台第一高等学校・生物部  
一年 香高優一郎

## 【要約】

宮城県塩竈市浦戸諸島寒風沢島には、メダカが生息していることが知られている。2011年の東日本大震災は寒風沢島は津波による被害を受け、メダカは流されてしまったと思われた。2013年からの本校生物部の調査では、毎年メダカの生息が確認されている。このメダカの起源を解明することを目的として、寒風沢島の4カ所から採集し、DNAを抽出、ミトコンドリアのチトクロームb遺伝子領域を含む約1.1kbのDNA断片遺伝子解析を行い、データベースと比較検討している。また、メダカの形態的な特徴についても観察を行っている。

目的：寒風沢島に生息するメダカについて、遺伝子と形態的な特徴の両面から解析し、その由来について調べる。

実験方法：寒風沢島の4カ所から採集したメダカ14個体、仙台市内茂庭台から採集したメダカ1個体、大衡村から採集した2個体の尾ひれの断片からDNAを抽出、DNA量を測定したのち、PCR法・電気泳動法によりミトコンドリアのチトクロームb遺伝子領域を含む約1.1kbのDNA断片を増幅し、外注によりその塩基配列を得た。遺伝子解析ソフトMEGA6を用いてデータベース上の日本各地のメダカから得られた塩基配列を比較検討した。

また、寒風沢島の4カ所からメダカ36個体について、背びれの切れ込み、体後部の網目模様、尾鰭基底の黒色斑紋、銀色の鱗の枚数の4点に注目し、採集した各個体について形態を観察した。

結果：遺伝子解析の結果から、遺伝子解析したすべての個体はすべてミナミメダカであることが判明した。また、MEGA6のデータベース上の茨城県水戸市および瓜連町のものと一致した。

形態観察の結果から、背びれの切れ込みはすべて深く、体腔部の網目模様はすべての個体で認められなかった。尾鰭基底の黒色斑紋はすべてゼリービーンズ状であった。これらの特徴はすべてミナミメダカ特有の特徴である。銀色の鱗の枚数は0~9枚といわれているが、寒風沢島のメダカはほとんどの個体で銀色鱗が確認され、その枚数も様々であった。

考察：遺伝的にも形態的にも寒風沢島のメダカはミナミメダカであることがわかった。現存する寒風沢島のメダカは、茨城県水戸と瓜連のメダカと同じ塩基配列を持っている2種類が混在している。データベース上の仙台のメダカとは遺伝的に大きく異なり、人為的な持ち込みが考えられる。今後県内各地のメダカについて、遺伝子解析と形態観察を続けていく必要がある。

## 尾瀬国立公園大清水湿原の復元に向けて

群馬県立尾瀬高等学校 理科部

2年 齋藤 剛・永井 愛美

背景：群馬県北部に位置する片品村には尾瀬国立公園があり、尾瀬沼や大江湿原への入山口となる大清水口の傍らに大清水湿原がある。この湿原は小規模ながらもミズバショウの景勝地、また湿原に行くまでの起伏が少ないことや国道401号線のそばということ、1998年頃に車いすでの通行もできる「ワイド木道」が敷設されたことで、特に5月の大型連休を中心に数多くの観光客で賑わっていた。

しかし、2011年頃にニホンジカやイノシシの食害などの影響でミズバショウは現在、消失しつつあり、いまではコバイケイソウが繁茂している状態にある。これを受けて地元の企業や観光協会などが2012年頃からミズバショウを植えるなど湿原の再生を目指しているが、ミズバショウが根付かないという。そこで、私たちは植生や地形、地質など自然環境について調査し、どうしたら大清水湿原のミズバショウが根付くのか2016年春から本格的な調査を実施しようと考えている。そのため、事前調査として文献や関係者の話を調べたので、今回はこれについて報告する。

方法：学校内に所蔵されている文献からミズバショウや大清水湿原に関係する情報を調べた。また、湿原の詳細を知る東京パワーテクノロジー株式会社尾瀬林業事務所の職員3名と宇都宮大学名誉教授の谷本丈夫先生との会談を1月13日に学校で行った。

結果と考察：文献や関係者の話からミズバショウが好む環境は、地下水位がゼロで流水沿い、水湿が恵まれている河川の氾濫原であることや、河川の合流域にある堆積地であること、さらに開花時に十分な陽光があるが、開花終了後は半日陰になる環境など複雑な条件となっていることがわかった。

さらに、1980年代には地元の住民が少数ではあるがミズバショウを植えていた事や、1970年代（昭和40年代頃）には湿原脇にある山小屋が清水を通すパイプから湿原にも水を流していたなど、大清水湿原はある程度手を加えられていた湿原だということがわかった。その後、ワイド木道が敷設されたことや、パイプから水が流れなくなったことなどにより、水の流れが変わってしまったのではないのかとも考えた。

また、ヤチダモなどの植物が大きくなり葉を広げたことにより、ミズバショウに必要な日光の量が少なくなったのではないのかとも推測した。

おわりに：2016年1月現在、大清水湿原は国道の冬季閉鎖のため立ち入ることが出来ず、文献や関係者への聞き込み調査にとどまっているが、冬季閉鎖が解除される4月下旬には湿原の実地調査を行いたいと考えている。実地調査の内容としては、ミズバショウが咲かない時の写真が少ないため、年間を通して、定期的に湿原を観察し記録する。さらに、シカなどの影響を調べるため、定点カメラの設置やフィールドサイン調査の実施、さらにミズバショウを移植する際に分解性のポットに植えたまま湿原に移植したものとポットから出して移植したものとではどう違ってくるのかの比較、ミズバショウの咲いている時期の水量等を調べたい。

そして、今後調査した結果を分析して、どのようにすれば大清水湿原がミズバショウの景勝地として回復できるかどうかを調べていきたい。

参考文献：

- ・菊池慶四郎、須藤志成幸(1991)永遠の尾瀬 自然とその保護、上毛新聞社
- ・近藤篤弘、近藤陽子(2002)解説・写真「尾瀬の自然」、成美堂出版

## 植物の紅葉する意義：アントシアニンの抗菌効果

山形県立米沢興譲館高等学校 理数科 2年1組  
齋藤祐介 伊左治衛 高橋知未 小幡あみ 長倉珠々

### 目的

植物には、紅葉するものがある。紅葉とは、落葉する前に葉が赤や黄色に色づくことである。紅葉をする意義については様々な仮説があるが、決定的な理由は明らかになっていない。我々は紅葉する際に新たに合成されるアントシアニンに着目し、アントシアニンが植物周辺の細菌の繁殖を抑えるのではないかと仮説を立てた。そこで、昨年度までの研究からハロー試験を用いて紅葉の意義を考えた。

### 研究方法

昨年度までの先行研究では、根粒菌を用いたハロー試験を行い、赤い葉に大きなハロー幅が見られた。また、アントシアニンが合成される際に使用されるアントシアニン単体でハロー試験を行った結果、ハロー幅は見られなかった。今回は赤い葉の抽出液にアントシアニンが含まれているとして、赤い葉に抗菌効果があるかの確証を得るための実験を行った。方法としては、葉の抽出液を直径 8mm のろ紙ディスクに 40  $\mu$ l ずつ滴下し、2時間乾燥させた。根粒菌をまいた LB 寒天培地にこのディスクを乗せた。1日後ハロー幅を計測し、抗菌効果を比較した。

### 結果

ハロー幅は見られなかった。

### 考察

今回の実験でハロー幅が見られなかった理由として、昨年度とは異なる根粒菌株を用いたからだと推測された。このことから、「今回用いた根粒菌株が赤い葉に含まれる抗菌物質に対して、耐性をもつ菌株だった」、「土壌中の菌類または細菌類に今回使った菌とは別に葉を分解する菌が存在しており、特定の菌に対して抗菌効果をもつ」という二つの可能性が考えられる。

### 参考文献

- 植村誠次, 1965, マメ科以外の根粒植物について, 化学と生物 vol. 3  
岡山県立岡山一宮高等学校, アントシアニン生成に影響を及ぼす要因と紅葉の仕組みの解析, 化学と生物 vol. 48  
福田直也, 植物の成長を光で操る, 筑波フォーラム 80 号  
小山浩正, なぜ世界は緑なのか? 森の秘密を学ぶ 第二章

## 甲子柿由来の柿タンニンによる抗菌作用について

岩手県立釜石高等学校 理数科

佐々木長将・佐藤俊平・白浜凜・村上祥規

### 【動機】

私達が住む岩手県釜石市は東日本大震災で甚大な被害を受けた。震災から5年が経過した今現在も未だに復興には至っていない。このことを受けて私たちは“復興、地域の活性化に繋がるような研究を行いたい”と考えた。そこで私たちは釜石市の特産品を用いた研究を行うこととした。釜石市の特産品の中でも私達は“甲子柿”に着目した。甲子柿は抗菌作用を持つとされる“柿タンニン”という物質が他の品種の柿よりも豊富に含まれているのではないかと生産者達の間で経験則的に言われている。この事を科学的に証明することによって甲子柿のブランド化の手助けになると考え、本研究に至った。

また、本研究を進める上で科学技術振興機構グローバルサイエンスキャンパス委託事業である東北大学・飛翔型「科学者の卵養成講座」にご支援を頂いた。

### 【目的】

本研究では以下の点を検証することを目的とした。

- ①甲子柿と他品種の柿の柿タンニン含有量の測定及び比較を行うこと。
- ②今まで確認されていない“甲子柿由来の柿タンニンの抗菌作用”を確認すること。

### 【方法】

目的①の柿タンニン含有量・濃度の測定に対しては、タンニン含有量測定の公定手法である“Folin-Denis法”を用いて柿タンニン含有量を測定した。

目的②の甲子柿由来の柿タンニンの抗菌作用の確認に対しては、寒天培地上に納豆菌を培養し、柿タンニンを培地上に滴下し、滴下した部位付近での阻止円形成の有無にて抗菌作用を確認した。

### 【結果】

- ・甲子柿の柿タンニン含有量は他品種の柿（富有柿）の10倍以上である。
- ・甲子柿由来の柿タンニンも抗菌作用を有することを確認できた。

### 【再実験】

実験結果を受けて現在、以下の実験を行っている。

- ・甲子柿由来の柿タンニンと他品種由来の柿タンニンの抗菌作用の差異を“ペーパーディスク法”を用いた測定・比較
- ・柿タンニンの濃度が抗菌作用に与える影響の測定

## FAST—SPROUT

岩手県立盛岡第三高等学校 SS コース・生物班

福士 由真・葛西 央光・佐々木 彰吾・高橋 恵太・阿部 千怜・漆原 優衣

はじめに：スプラウトとは発芽直後の植物の新芽のことで、発芽野菜のことを指す。植物が発芽し、成長を始めるときに、多くの栄養分を自分で合成できるようになるため、栄養が豊富である。また成長も早く、1週間から10日で収穫が可能である。そのため、震災時の野菜不足の解消につなげることを目的として、スプラウトをより早く成長させる条件を探る研究に着手した。今回は、振動という条件とスプラウトの成長との関係を報告する。

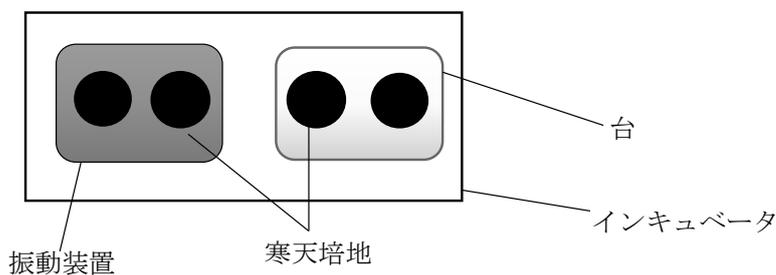
実験方法：①寒天 1.2g を純水 200g に溶かした寒天培地をつくる。

②シャーレ内の培地にクリーンベンチ内でダイコンの種 10 粒を播種する。

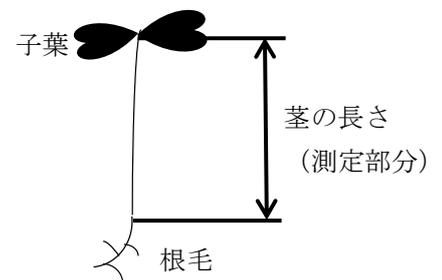
③12 時間ごとに 25℃・点灯、20℃・消灯と設定したインキュベータ内に振動発生装置を設置しその上にシャーレを載せ、200Hz または 2000Hz の振動を与える。また、その隣に振動させない台を設置し、シャーレを載せる。

④1 週間後、それぞれのシャーレ内の茎の長さを計測する。

〈インキュベータ内の実験図〉



〈計測の条件〉



結果：200Hz のとき	振動装置上のシャーレ内の茎平均	4.79 cm	発芽率 90%
	台上のシャーレ内の茎平均	3.77 cm	95%
2000Hz のとき	振動装置上のシャーレ内の茎平均	6.08 cm	85%
	台上のシャーレ内の茎平均	6.81 cm	95%
インキュベータ内の振動装置を作動させず、台だけの場合			3.95 cm 90%

考察：振動を与えたシャーレと与えないシャーレを並べた茎の長さは、差が 1 cm 前後でそれほど大きくなかった。しかし、振動装置を作動させなかった時の茎の長さとの差は、2000Hz で 3 cm 弱であり、大きかった。この理由としては、今回与えた振動は、どちらもヒトが音として認識できる振動だったため、台に載せただけのシャーレ内のスプラウトにも影響があったのではないかと考えられる。それから、振動を与えることによってカビが生えにくくなることもわかった。エチレンの生成によるものと推測するが、これについても研究により詳細を明らかにしたい。

## 粘菌を利用したネットワーク形成

釜石高校生物 A 班

阿部勝徳 菊池和也 平松尚樹 福館兄祐

目的：2011年の震災時、多くの道路機能が麻痺した。そこで、交通網の成り立ちについて調査を進めた結果、菌体同士でネットワークを形成する粘菌の存在を知り、興味を持ったのでこの研究を行うことにした。

実験1：寒天培地上に東北地方の形に切り抜いた発砲ポリスチレン板を設置し、6ヶ所の県庁所在地にあたる場所に粘菌の餌であるオートミールフレークを置く。仙台にあたるオートミールには粘菌が付着しているものを使用し、その粘菌の広がりを観察する。

実験2：粘菌のネットワークのバランスを確かめる。最短であれば下図のような最短経路問題（シュタイナー木問題）の解となる経路になる。

多くの条件下でのこれとの差異を求めることによって、規則性と他の観点との比重の置かれ方を求めることができると考えられる。

実験1の結果：盛岡⇔仙台、秋田⇔山形を結ぶ経路が曲線的に通るパターン。  
盛岡⇔仙台、秋田⇔山形を結ぶ経路が直線的に通るパターン。  
盛岡⇔秋田のそれぞれ下へ向って進む経路が途中で合流し、一本の線となって内陸を通るパターン。の3パターンの結果が得られた。

実験2の結果：シュタイナー木問題について実験を行った結果、実際のシュタイナー木問題の解に似た結果が出た。

実験1の考察：粘菌ネットワークが1本の場合は、効率性が高いがリスクも高く、2本の場合は、効率性は1本の場合よりは劣るがリスクが低い。また種類は1本の場合は、パターンが1通り、2本の場合はパターンが2通りある。

実験2の考察：粘菌がシュタイナー木問題に近いネットワークを形成したことから、粘菌は実際にネットワークを結べることを、確認できた。

しかし、シュタイナー木問題に近いネットワークを形成する確率は低いため、今後の研究においては多数の実験を繰り返し行わなければならないことが予想される。

## ピーマンは無核化できるのか

茗溪学園高等学校 2年

本橋朋大ニール

### 1. 目的：

- (1) ピーマンの無核化
- (2) 無核化のメカニズムの解明

### 2. 実験方法：

〈A〉ピーマンの花にストレプトマイシン(SM)、ジベレリン(GA)、フルメット(CPPU)を処理濃度、処理時期を変えてそれぞれ処理し、最適処理方法を検討した。糖度、重量も計測し品質への影響も調査した。

〈B〉薬剤のもつ花粉への影響を調べるために満開時のピーマンの花の花粉をSM200ppm, GA25ppm, CPPU10ppmをそれぞれ含んだ寒天も上にまき、花粉管の伸長度合と花粉の発芽率を計測した。

〈C〉GAの影響をさらに調べるために満開2日前、6日前、11日前にそれぞれGA25ppmを処理した。処理したピーマンの花が満開になった時の花粉を寒天の上にもまき、花粉管の伸長度合と花粉の発芽率を計測した。

### 3. 結果と考察：

〈A〉それぞれの適切処理方法は、SMは開花時の200ppm、GAは満開時の25ppm、CPPUは満開3日後の10ppmであることが分かった。また糖度、重量ともに大きな変動はなかったので品質への影響はないだろうと考えた。

〈B〉Controlでは花粉管の長さが220 $\mu$ m、発芽率95%であったのに対し、GAを含んだ寒天では花粉管の長さは10 $\mu$ m、発芽率は2~3%まで減少した。よってGAは花粉に非常に大きな影響があることが分かった。

〈C〉処理日が満開に近づくにつれてGAの花粉への影響は強くなった。満開2日前では〈B〉でのGAを含有した寒天と同等の影響がみられた。このことよりGAは花に直接散布された場合であっても花粉管の伸長を抑制し、発芽率を減少させることが分かった。

4. 総合考察：ピーマンの無核化処理にはGAを使った25ppmでの満開時の処理が最も有効であると分かった。(果実1個あたり平均種子数150個→30個) またGAは花粉の発芽と花粉管の伸長を阻害することが分かった。このことはGA処理されたピーマンの花は胚珠で受精が行われない。つまり種子が形成されないことを意味するので、ジベレリンが無核化を誘発する原因としてGAのもつ花粉の働きの抑制作用があげられるだろうと考えた。

果実あたりの種子数

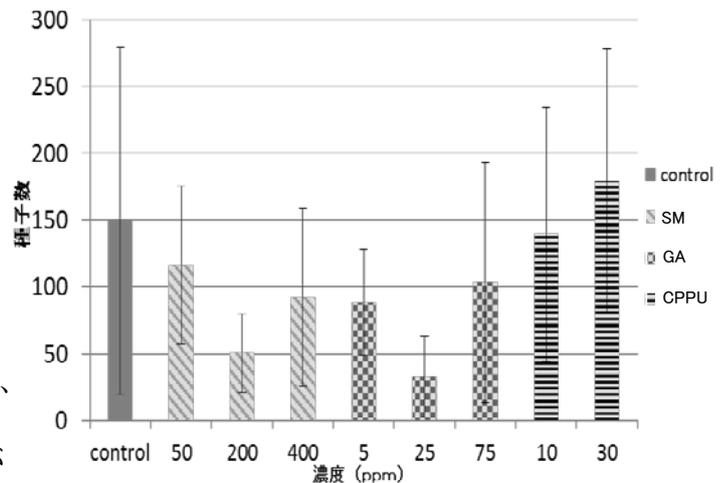


図-1 実験〈A〉最適処理濃度の検討の結果



## 煮物に向いている大根とデンプンの関係

石川県立小松高等学校 生物部  
星野琳太郎・越田理仁・東佑哉



### 1. 動機

昨年度の研究で煮沸した紅芯大根を食べた時、煮物に向いていないと感じた。また、ヨウ素デンプン反応から、紅芯大根はデンプンを多く含んでいることが分かった。さらに、デンプンが糊化した時に水を吸収し、体積・質量が増加することも分かった。これらから、デンプンの糊化が煮物に向いている大根であるかということに関係しているのではないかと考えた。

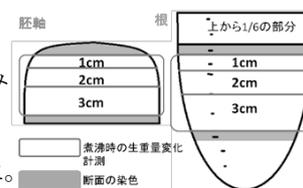
### 2. 目的

私たちは、「煮崩れしない」、「噛んだときに大根から出る水分が多い」、「多く出汁を吸う」、これらを満たす大根を「煮物に向いている大根」とし、一般的に煮物に向いていると言われる源助大根、聖護院大根、生食に向いていると言われる青長大根、紅芯大根、これら4種を用いて、「煮物に向いている大根」とデンプンの糊化には関係があるのかを調べた。

### 3. 実験方法

#### ① 煮沸時の生重量変化

大根を胚軸と根に切り分け、図1の生重量計測の部分の厚み1cm、2cm、3cmに切り分け、24時間水に浸した。その後、大根を100℃で60分間煮沸し、10分ごとに生重量を計測した。



#### ② デンプンの分布

図1 ①、②の実験に用いた部分

図1で断面の染色の部分の横に薄く切り、水で20倍に希釈した10%ヨウ素ヨウ化カリウム溶液で断面のデンプンを染色した。

### 4. 結果

#### ① 煮沸時の生重量変化

胚軸と根では生重量変化に大きな差は見られなかった。源助大根、聖護院大根は青長大根、紅芯大根よりも水に浸した後の生重量が有意に大きく、煮沸時に有意に生重量が減少した。青長大根、紅芯大根では煮沸30分後から生重量は有意に減少しなかった。

#### ② デンプンの分布

ヨウ素デンプン反応は源助大根、聖護院大根では師部の付近に見られ、青長大根、紅芯大根では断面全体で見られた。

### 5. 考察

源助大根、聖護院大根が煮沸時に青長大根、紅芯大根より生重量が有意に減少したのはデンプンの量が少なく、糊化しても吸収した水の量が少なかったのではないかと考えられる。

### 6. 結論

「煮物に向いている大根」とデンプンの糊化は関係していると言える。

### 7. 謝辞

松本充明さん、東北大学大学院の渡辺正夫先生、石川県立大学の中谷内修先生にご指導、ご協力いただきました。ありがとうございました。

## サイトカニンはネギの体細胞分裂を促進する

新潟明訓高等学校 生物部

齋藤龍太郎

### 実験 1

**目的:** 授業で体細胞分裂の観察実験をしたとき、分裂期の細胞を見つける事が大変だった。そこで分裂期の細胞をもっと多くできないかと先生に相談したところ、サイトカニンというホルモンを使えば分裂が盛んになるかもしれないとアドバイスをもらった。そこで、サイトカニンによって細胞分裂が促進されるかどうかを確かめてみることにした。

**実験方法:** 材料には下仁田ねぎの種子と 1ppm カイネチンを使用した。下仁田ねぎの種子に蒸留水を与え、発芽後すぐに 1ppm カイネチンを霧吹きで与えた。また、蒸留水のみを霧吹きで与えたネギも同様に育て比較対照とした。1cm 程度まで芽が伸びた種子をファーマー液 (酢酸:エタノール=1:3) で固定し、80%エタノール中で保存した。60℃の4%塩酸に15秒漬けて解離処理を行った後、それぞれ25個体ずつ酢酸オルセインで染色し、押しつぶし法によりプレパラートを作り、光学顕微鏡で観察した。各プレパラートで分裂期が最も高密度で見られる領域を探し、その領域を含むようにした視野(10×60倍)中のすべての細胞を分裂期ごとにカウントし、個体ごとに割合を算出した。

**結果:** 分裂期の細胞の割合は、蒸留水を与えた群 (平均 14.3%) に対して、カイネチンを与えた群 (平均 18.0%) の方が高く、有意な差が見られた (マンホイットニーのU検定,  $z=-3.163$ ,  $p=0.001563$ )。分裂期ごとの割合を比較すると、前期と後期の割合に関して有意差が見られたが、中期と終期について有意な差は見られなかった。

**考察:** カイネチン処理によって分裂期の割合が約 1.26 倍になったことから、分裂期に要する時間が変化していないと仮定すると、細胞周期全体が 79.4% に短縮されたと考えられる。

### 実験 2

**目的:** 同調分裂する細胞集団を利用して、細胞周期の時間を実際に調べる。

**実験方法:** 材料と観察方法は実験 1 と同様である。固定方法は 2015 年 9 月 20 日の 13 時にカイネチンを与え、その翌日から 3 日間、7 時から 17 時まで 1 時間毎に 3 個体ずつ固定した。個体ごとに各分裂期の数をカウントして割合を算出し、さらに 1 時間毎の M 期の割合の平均も算出することによって、同調的に分裂しているピークを見出し、細胞周期の推定を試みた。

**結果・考察:** 1 日目には同調分裂を示すと思われるピークが現れたが、2 日目以降は現れなかったため、この方法では細胞周期の時間の直接推定は難しいことが分かった。さらに、ほとんどの時間帯でカイネチンを与えた群の方が M 期の割合が低かった。この原因の詳細は不明であるが、カイネチンを別の会社から購入したためかもしれない。

## 小松高校における小中高大連携の取り組み

石川県立小松高等学校 生物部

新田真理・星野琳太郎・久保田千尋・東佑哉・越田理仁・勝木理沙子



### 1. 目的

小松高校では生物部員や高校教員、大学の先生が主体となって小中学生向けの実験教室を行っている。この講座では「理科好きな小中学生を増やす」「私たち高校生が、プレゼンテーション能力を向上させる」の2つを目的とした。

### 2. 方法

#### ① せいぶつ実験教室

大学の先生が実験・観察のポイントなどを講義し、大学生や高校生が実験操作や観察をサポートした。

#### ② おもしろ実験教室

高校教員が実験・観察のポイントなどを講義し、高校生が実験操作や観察をサポートした。

#### ③ 自由研究のヒント講座

高校生が自由研究のヒントに実験や研究を紹介し、20分の実験を4種類ほど体験してもらい、自由研究のテーマを考えてもらった。

#### ④ ハイレベル実験教室

高校教員が実験の基本知識を説明し、高校生が操作をサポートした。実験結果の説明や最近の遺伝子研究を大学の先生が講義した。

#### ⑤ 出前授業

小学校に行き、観察講座や自由研究講座を実施した。

なお、全ての実験教室において実施後アンケートを行った。

### 3. 結果

小中学生用のアンケートで、「実験教室の前より理科が好きになったか」という質問では「好きになった」と答えた人が89%を占めていた。高校生用のアンケートでは、7月のアンケートでできていなかった「分かりやすく話すこと」や「臨機応変に対応すること」が出来るようになったと回答している高校生が80%を占めていた。

### 4. 考察

高校生では、7月のアンケートではできていなかったことができる人が多くなっていたことからプレゼンテーション能力は向上したと考えられる。

### 5. 結論

理科好きな小中学生を増やすこと・高校生のプレゼンテーション能力を向上させることが出来た。

### 6. 謝辞

東北大学大学院の渡辺正夫先生 石川県立大学の中谷内修先生・濱田達郎先生 金沢伏見高等学校の竹田勉先生 ご協力ありがとうございました。

## モリアオガエルの新規マイクロサテライトマーカースの開発 ～世界初の親子鑑定を目指して～

新潟明訓高等学校 生物部 星野黎衣・井上絢流

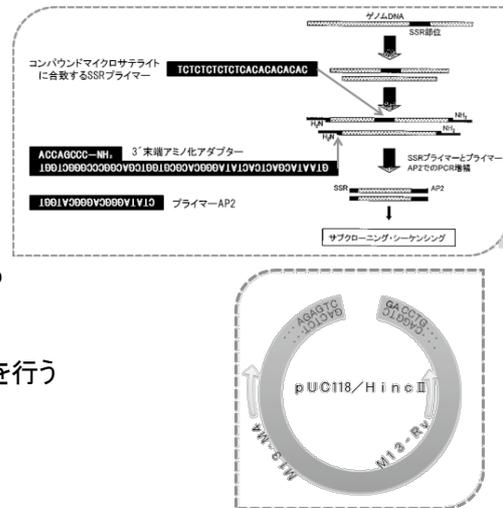
**目的** 新潟県で準絶滅危惧種に指定されているモリアオガエルが、明訓高校の近くのハス田に生息していることが判ったので、その遺伝的多様性を調べ、絶滅の危険性を評価したい。そのために、まずマイクロサテライトマーカースを開発することにした。今回の実験では、遺伝的多様性の評価に必要な多数のマーカースを開発する前段階として、簡易的な親子判別に使える程度の少数のマーカースを開発を行ったので、報告する。



**材料** 2015年6月6日、新潟県胎内市尼池で採集した産卵中のモリアオガエルのオスとメス及び、そのペアから産まれたオタマジャクシ8匹

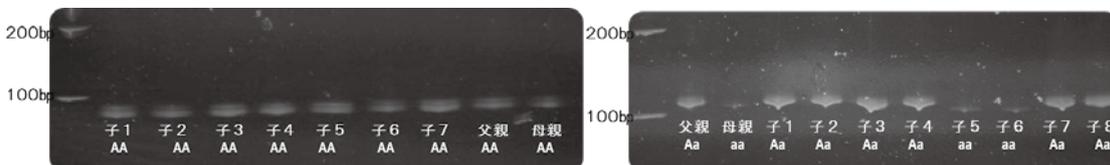
### 実験方法

- ①父親からゲノムDNAを抽出
- ②LB培地を作る
- ③ゲノムDNAの制限酵素(*EcoRV*)処理を行う
- ④③とアダプターをDNAリガーゼで処理し、結合する
- ⑤マイクロサテライトを含む領域のみをPCRを行う
- ⑥PCR産物とベクターをDNAリガーゼで処理し、結合する
- ⑦ヒートショック法で大腸菌(DH5 $\alpha$ )に形質転換を行い、LB培地にまき一晩培養
- ⑧⑦でできたコロニーをつまようじでついで、コロニーPCRを行う
- ⑨アガロースゲルで電気泳動を行いPCR産物のチェック
- ⑩シーケンシングを行う
- ⑪プライマースの設定・注文
- ⑫サンプルから抽出したDNAを鋳型としてPCRを行う
- ⑬ポリアクリルアミドゲルで電気泳動を行い、バンドパターンの違いから個体識別を行う



**結果** ⑦で得られた多数のコロニーのうち100個を選び、コロニーPCRを行い、大きなインサートが確認できたものを60個選んで、その塩基配列を決定した。その中からマイクロサテライトの近傍配列が読めていたサンプルを選び、11個のプライマースを設計することができた。設計した11個のプライマースと、⑤で用いたマイクロサテライト配列に結合するプライマースを用いて、父親のゲノムDNAを鋳型としてPCRをおこない、単一バンドで増幅が確認できた2つをさらに選抜することで、モリアオガエルの新規マイクロサテライトマーカースを2つ開発することに成功した。

一方のマーカースを用いた親子鑑定(左下図)では、父親と母親のバンドの長さに違いが見られなかったため、子供にも違いが見られず、多型性無しのマーカースとなった。もう一方のマーカースを用いた親子鑑定(右下図)では、父親の一方の染色体でのみよく増幅されるバンドが一本だけ検出され、優性のマーカースとなった。



**考察** 今回の実験では、一匹の父親由来の子孫を用いた親子鑑定であったことと、父母間の多型が一方のマーカースでは見られなかったため、次回はさらにマーカース数を増やすとともに、父親が複数匹で交配に関わった家系を用いた親子鑑定を行っていきたい。また、今回の実験で使用したモリアオガエルの父親と別個体であるモリアオガエルとの親子鑑定を行い、出てくるバンドが本当に違っているのか確認したい。

シロイヌナズナのカルシウム欠乏耐性変異体の解析  
 私立広尾学園中学校・高等学校 医進・サイエンスコース  
 中村愛海

**背景と目的：**

高等植物にとって、カルシウム(Ca)は多量必須元素の1つであり、Ca欠乏状態になると、農作物の味や見た目が悪くなることが知られている。この問題を解決するため、Caの吸収機構を明らかにするという目的で研究を行っている。これまでにEMS処理によって、シロイヌナズナの変異体を得られている。この中からCa欠乏応答に変化のある変異体を単離し、その原因遺伝子の機能を解析する。

**実験方法：**

Ca通常条件(Ca 2.0 mM)または、Ca欠乏条件(Ca 0.15 mM)の寒天培地に、野生型(Col-0)と変異体のCaD428とを播種し、それらの生長を観察した。また、Ca通常条件またはCa欠乏条件で育成した野生型とCaD428における既知のCa吸収関連遺伝子(MCA1、ALB3、ABI1)の発現量をリアルタイムPCRを用いて解析した。さらに、Ca欠乏条件またはCa通常条件で育てた野生型とCaD428における元素含有量を調べた。

**結果：**

Ca通常条件下またはCa欠乏条件下で育成させた野生型とCaD428は、Ca通常条件下では生長の差が見られないのに対して、Ca欠乏条件下では、CaD428は野生型にくらべて、地上部が大きかった(図1)。土壌で生育させた時のCaD428は野生型に比べ、花芽形成の時期が20日ほど遅いことがわかった(図2)。また、全ゲノムの配列をSOLiDで解析し、変異遺伝子の候補を100個以下にしぼることができた。また、遺伝子発現量や元素分析の結果も合わせて報告する。

**考察と今後の展望：**

CaD428はCa欠乏に耐性を示したことから、CaD428では、Ca吸収関連遺伝子に変異が入っていると考えられた。また、CaD428は花芽形成の時期が遅かった。これまでに報告されているいくつかのCa吸収関連遺伝子は、花芽形成にも影響を及ぼす。その一つに、エンドウマメの花芽形成関連遺伝子で、Caイオンキャリアーと推定されるPPF1の類似遺伝子であるALB3が挙げられた。このことから、CaD428の原因遺伝子はALB3の上流遺伝子などの1遺伝子の変異によってCa欠乏耐性と花芽形成の遅れを引き起こしている可能性があると考えられた。これら、CaD428の変異に影響を受けている可能性のある遺伝子の発現量の解析結果から、Ca欠乏耐性獲得の仕組みを明らかにしていく。また、原因遺伝子が単一であるかどうかを戻し交配を行って検証する。さらに、マップベースクローニングをおこない、原因遺伝子のさらなる絞り込みを行っていく予定である。

**謝辞：**

この研究に際して、広尾学園高等学校医進・サイエンスコース植物チームの先輩方、榎本裕介先生、木村健太先生をはじめ、たくさんの方々にお世話になりました。サンプルの提供や解析にご協力いただいた、東京大学藤原徹氏、神谷岳洋氏、環境科学研究所 山上睦氏に深く感謝いたします。

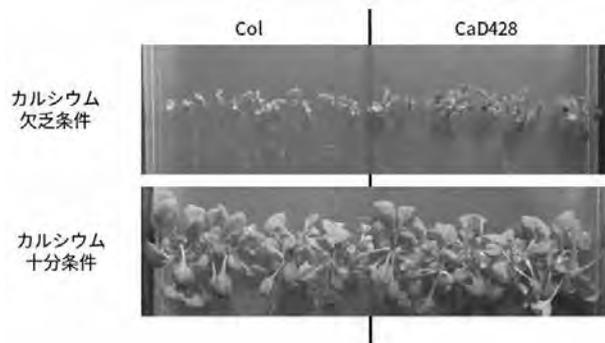


図1 CaD428はCa欠乏に耐性を示す



図2 CaD428は花芽形成の時期が遅い

## 人工光栽培による弊害と葉緑素量の変化

青森県立柏木農業高等学校 教室野菜班

宇野 太賀・葛西 俊・工藤 柊斗・工藤 奈那・栗林 賢弥・澤田 拓哉・遠山 勇大

**目的：** 少子化の影響で廃校となる近隣の学校もある中、本校も学級減による空き教室が目立ってきた。その空き教室を野菜栽培に活用できないかと考え、施設・設備の整備、栽培品目の選定、温度・湿度・養分・照度の影響を考慮しながら最適化を図った。また、先輩の研究からLED光は青9：赤1の割合が成長に良いとされたが、その理由を知りたかった。

### 研究方法：

[栽培区] 水耕区、パーミキュライト区

[栽培作目] リーフレタス、ハウレンソウ …単独販売用

マスタードリーフ、ブラッドビート、スイスチャード、小松菜、レッド小松菜、  
グリーンロメイン …ベビーリーフとして混合販売用

[環境調整] (1) エアコンで室温を20℃前後に設定

(2) 加湿器とサーキュレーターで湿度55%以上を確保

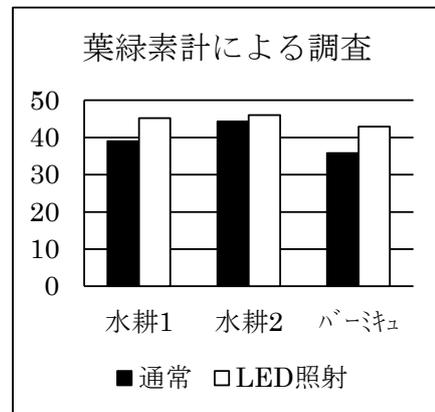
(3) ナトリウムランプを使用（11時間照射、太陽光なし）

(4) チラーで水温を18～20℃に調整

(5) 水溶液は大塚ハウス1号・2号を混用

### 結果：

- リーフレタスの試験栽培時に、ランプ直下約2mで照度を計測した。12,000～13,000Lxで光合成には十分といえるが、葉やけや反りなど品質低下が見られた。ランプ熱が原因と考えられたため、水耕区ではビニルフィルムの天幕を、パーミキュライト区ではポリプロピレン板をランプ下に取り付けて遮った。
- 生育が旺盛な小松菜を用い、葉緑素量を計測した。LED照射された側は、見た目でも早く成長し、葉緑素量は播種後45日では1～2割増加していた。



### 考察：

- ビニルフィルムやポリプロピレン板で熱を遮ることができ、葉やけや反りなどの症状は見られなくなった。照度は1,000Lx程度低下するが、光合成が十分できる範囲である。
- LED照射（青9：赤1）によって葉緑素量が増えたため、早く成長したといえる。生産性向上に役立つ結果であるが、赤色が多い場合の成長比較をすべきであった。
- 空き教室利用によって野菜生産は可能であるが、人工光による閉鎖型で多様な作目の栽培に対応した施設だと経費がかかる。雪冷熱利用など北国の特性を生かした冷却方法を考えたい。

## 性転換植物コウライテンナンショウに関する研究

廣田溪流・工藤大雅・齋藤大貴・三上大翔  
青森県立弘前南高等学校 自然科学部

### はじめに

日本で4つ指定されている世界自然遺産の1つである白神山地には林床に多様な植物が生育しており、私たち自然科学部生物班では、その中で性転換植物であるコウライテンナンショウに注目し、その性転換のしくみについて調査・研究している。

コウライテンナンショウ (*Arisaema peninsulae*) はサトイモ科のテンナンショウ属で別名「マムシグサ」と呼ばれ、日本でも広く分布している。仏炎苞(ぶつえんほう)を持つ花が特徴で雌個体は内部にめしべのみ、雄個体はおしべのみと生殖器官形成に大きな違いを生じる。生殖は受粉により赤の果実をもつ種子形成(有性生殖)と球根形成(無性生殖)の2つがあり、球根はその由来によらず、生育後の条件によって雌雄に分化していく。どのような条件で雌雄分化が決定するのか、その要因を調べるために野外調査と室内での生育実験を行った。

### 調査・実験方法

弘前市南部に位置する久渡寺という山麓で、自生するコウライテンナンショウ60個体程の高さ・葉の数・茎の直径・雌雄別・位置・土壌状態・照度・雌雄の分布地図を記録し、各データの相関関係をまとめた。また平成25年度から3年間の雌雄の比率比較を行った。

室内実験では飼育個体から得られた球根がさら分岐しクローン化しているので、それらを栄養条件を違えて栽培することで、雌雄分化の大きな要因となっている個体の成長にN、P、Kがどう関与するかを調べた。遺伝的に同一なクローンがどのような条件で雌雄分化していくのか、条件を探っている。

### 結果

- ・個体の概観として大きいものが雌、小さいものが雄という傾向があったが、茎の直径を測ると直径14mmを境に大きいものが雌、小さいものが雄といえる。
- ・土壌の栄養状態(EC、pH)、生育場所の照度、葉の枚数と雌雄の相関はみられなかった。
- ・平成27年度の調査では雌：雄=21：31で雌の出現率は34%であった。ここ3年間でほぼ同じ30～35%の雌の出現率である。
- ・クローンを作る親球根は雌に、クローンは雄に分化する(in vitro)ことから、自生(in vivo)状態においても雌の周辺にはそこから、クローン分岐した雄が多いのではないかと考え、分布地図を作成したところ、予想した傾向が見られた。
- ・クローン球根にN、P、K濃度を違えて与え、成長度の違いを比較している。(継続中)
- ・成長に伴い、雌雄に分化する生理的な物質が存在すると考えられる。(研究中)

## オウバク・オウレンからの塩化ベルベリン抽出方法の検討

宮城県仙台南高校 化学部・生物部

二年 板垣翔太 板橋宏明 齋藤瞭枝 萩原龍優 一年 宇川慧 梨本弦太

目的:オウバクとオウレン(以下生薬と明記)から塩化ベルベリンを短時間でできるだけ多く単離できる条件を調査し、実際に宮城県内で採集した薬用植物から塩化ベルベリンを単離して比較する。

### 実験方法

#### ① 抽出溶媒の種類

生薬(1g)を溶媒(10ml)に加え常温と80°Cの恒温槽で熱し、溶媒の色を比較する。

溶媒は水、エタノール、メタノール、1-プロパノール、2-プロパノールとし、メタノール(60°C)

#### ② 抽出時間

抽出時間を変えて生薬(10g)をエタノール(100ml)で抽出し再結晶後乾燥させ、質量を比較した。

#### ③ 不純物除去

生薬(1g)と塩化ベルベリンを有機溶媒(10ml)に加え、溶媒を加熱し色の変化を比較する。

溶媒はトルエン、シクロヘキサン、酢酸エチル、ヘキサンとした

### 結果

#### ① オウレン・オウバクともにメタノール、エタノール、水の黄色が濃くなった。

オウバク	0min 常温	1min	4min	7min	10min	13min	16min	19min	22min
水									
メタノール									
エタノール									
1プロパノール									
2プロパノール									

オウバク

オウレン	0min 常温	1min	4min	7min	10min	13min	16min	19min	22min
水									
メタノール									
エタノール									
1プロパノール									
2プロパノール									

オウレン

\* 蛍光灯下で抽出溶液をデジタルカメラで撮影した際のRGB値で色を再現している。

#### ② 抽出時間が30分を超えると抽出量はほぼ一定になった。

#### ③ 酢酸エチル、トルエンの濁りが濃くなった。塩化ベルベリンはどれにも溶けなかった。

### 考察:

① 水とメタノールは抽出液に不純物を多く含む可能性があり、抽出溶媒はエタノールに決定した。

② 抽出時間が長いほど抽出量は増えたが、30分を超えるとほぼ一定となったので30分に決定した。

③ 塩化ベルベリンを溶かさず不純物だけ溶解する溶媒で毒性の低い酢酸エチルを使用することにした。

現在はオウレンからの塩化ベルベリン抽出量を増やすため、オウレンを粉末状にして抽出を行っている。その結果、抽出量が3倍に増加した。十分な量の塩化ベルベリンが得られたので今後は抗菌作用について調べていきたい。

参考文献 相楽和彦, 伊藤祐二, 尾島光春, 大島俊幸, 吉田継親, 糸川秀治

The Japan Society for Analytical Chemistry vol.35(1986 326-327)

## どのような光質がレタスの生育をより活発にさせるのか

玉川学園高等部 SSH リサーチ科学 生物班  
遠藤淳一郎・鈴木裕人

### 目的：

発光ダイオード(light emitting diode(以下 LED と示す)を利用した植物栽培は現在注目を集めている。屋内型栽培施設は、設定した室内で光や温度・二酸化炭素濃度・培養液などの環境条件を人工的に制御して野菜を中心とした作物の連続生産ができ、天候などに左右されずに1年中自分の栽培したい作物が収穫できるからだ。LED を利用して栽培されたレタスは光源を変化させることによって糖度なども変化することが知られている。そこで、各色の LED 光源を変化させることによって生育の効率を上げることが可能なのではないかと考えた。

本実験では、LED を利用した光環境の条件を変化させ、植物体の生育効率が最も高くなる条件と低下する条件も探ることにした。

### 実験方法：

植物を培養液に浸し、培養液と植物体をポリ袋で密閉した。1週間、蛍光灯、蛍光灯改、青色 LED、赤色 LED を光源に、1週間生育させた。

【(温度条件：24℃±1,20℃±1) 明期(6:00-22:00):24℃ 暗期(22:00-6:00):20℃】

生育効率として、今回は、生育の前にポリ袋内の酸素濃度・二酸化炭素濃度を測定し、1週間前後の質量や大きさの変化などに注目して、それらを測定した。また、対照実験として、蛍光灯区でも生育させた(明暗条件は等しくしたが発熱対策を施していない)。

一方、発熱対策を施した蛍光灯でも生育させ、これを蛍光灯改とする。

1週間生育後、ポリ袋内の酸素濃度・二酸化炭素濃度を測定し、各光源で生育中の酸素濃度・二酸化炭素濃度変化を確認した。また、個体の大きさとした各個体の根の長さに注目して測定した。そして、各個体の重量(新鮮,乾燥重量)も測定した。

### 結果：

酸素・二酸化炭素の濃度及び新鮮重量の各試験区の個体で加味した結果、成長が活発になった順に、赤、蛍光灯、青、蛍光灯改の順となった。

### 考察：

全ての試験区において、酸素濃度は1週間で全ての個体の濃度が上昇し、二酸化炭素は1週間で全ての個体の濃度が下降することが確認された。4つの試験区の中でも、特に変化が著しかった試験区は赤色 LED を使用した試験区だった。

これは、調べた結果、赤色 LED からの波長(660nm)が光合成に適しているからだということだ。今後、なぜ光の波長が660nm前後だと光合成に適しているのか掘り下げていきたい。

## スプラウトとオーキシンの関係

熊本県立宇土中学校・宇土高等学校SSコース課題研究「スプラウト班」

成田 実加子 坂口 拓也 福永 大歩 吉川 輝

### 1. 目的

植物の成長は、植物ホルモンであるオーキシンによって促進されたり、抑制されたりし、その分布の差によって光屈性や重力屈性を示すことが知られている。今回、私たちは光照射によるオーキシンの分布差によって示される光屈性と、表皮へのオーキシン添加によって示される屈曲の間に、関係性が見られるかに着目をした。カイワレダイコン *Raphanus sativus* (以下：スプラウトを称する) について、まず、「伸長部位」を調べ、表皮に添加したオーキシンと茎の屈曲角度の関係を検証することにした。

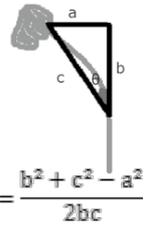
### 2. 実験方法

2.25%寒天を培地とし、卓上型人工気象器で 25°C、緑色光(495-570 nm)を照射する条件下で、40mm に生育したスプラウトを用い、以下の(1)~(3)を行った。

(1) 先端から 5mm 間隔で印をつけ、それぞれの区間の伸長した長さ(mm)を求める。

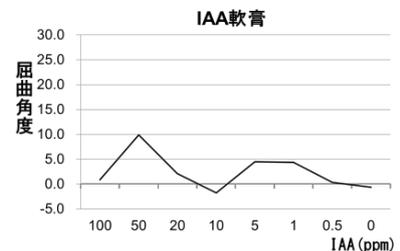
(2) IAA 添加軟膏(100ppm)をホルモン無添加軟膏(KYOTO KAGAKU CO.,LTD)を用いて 0, 0.5, 1, 5, 10, 20, 50, 100(ppm)軟膏を作成する。伸長部位の側面に添加して 1 時間後の変化を記録し、屈曲角度 (Fig.1)を求める。

(3) インドール酢酸カリウム(TOKYO CHEMICAL CO.,LTD)を用いて 0, 1, 5, 10, 25, 50, 100(ppm)溶液を作成する。伸長部位の側面に 2μL 添加して 1 時間後の変化を記録し、屈曲角度 (Fig.1)を求める。【Fig.1】



### 3. 結果

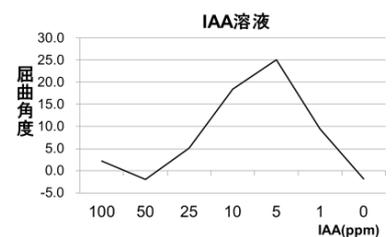
- (1) 40mm に生育したスプラウトでは先端部から 5mm が最も伸長した部位であった。
- (2) IAA 添加軟膏を添加したスプラウトでは、屈曲角度と IAA(ppm)の関係に有意な差が見られなかった (Fig.2)。
- (3) インドール酢酸カリウムを添加したスプラウトでは、屈曲角度と IAA(ppm)の関係に有意な差が見られた。特に、5ppm で最も高い屈曲角度の値を示した (Fig.3)。



【Fig.2】

### 4. 考察

40mm に生育したスプラウトの伸長は先端部から 5mm の区画で最も大きく、オーキシンが作用することで屈曲を示す部位と考えられる。軟膏を用いた IAA 添加軟膏(100ppm)では、希釈が不十分でスプラウトへの作用が均一でなかったことが考えられる。インドール酢酸カリウムでは、1~10ppm で屈曲角度が大きく、特に、5ppm で茎の伸長を促進したと考えられる。



【Fig.3】

### 5. 結論

スプラウトの茎の伸長部位は先端部から 5mm の区画であり、オーキシンを接触添加した際、1~10ppm で屈曲角度が大きく、特に 5ppm で屈曲を示すといえる。今後は、光照射時に示す屈曲角度とオーキシン添加時に示す屈曲角度の関係を検証する。

### 6. 参考文献

植物生理学 丸善出版株式会社

## 安全な食生活のために～梅干しを使って～

玉川学園高等部

岡田 紗弥

目的：お弁当は夏場など湿気が多いと腐りやすいといわれている。また数時間持ち運ぶため、その間に菌が繁殖することも考えられる。そのことから、昨年度はお弁当を腐らせにくいといわれる日の丸弁当に着目し、梅干しの菌に対する抗菌効果について調べた。今年度では、「腐らせる」ことをカビが生えることと仮定し、お弁当を腐らせにくくする最も効果的な梅干しの使用方法について実験を行った。

実験方法：

- (1) シャーレに一定量ご飯を入れ、梅干し、梅酢、紫蘇梅酢の抗菌シート、抗菌スプレーや梅塩といった試料をのせ、ご飯にどのようにカビが生えるかで試料の抗菌効果を調べた。
- (2) 梅干し以外でも梅干しを作る際の塩や梅ジュースの砂糖についても抗菌効果があるのかを確認するため(1)と同様の実験を行った。
- (3) 水分を多く含むと、カビが生えやすくなったことから、(1)の実験方法で水分の条件を変えた実験の観察を行った。

結果：

- (1) 日の丸ご飯は梅干しの触れている周辺ではカビが全く繁殖しなかった。梅塩や梅干しを細かく刻んで混ぜ込んだご飯では試料が触れていなかった部分を中心にカビが生えてしまった。しかし、水分の多く含む梅酢、紫蘇梅酢の抗菌シートや抗菌スプレーなどの試料はご飯に対する抗菌効果はなかった。
- (2) 塩は抗菌効果が確かめられたが、食塩水、砂糖水をスプレーしたものには抗菌効果が確認されなかった。
- (3) 試料を置かないものと、蒸留水を吹きかけたものでは菌の生える量に差はなかったが、試料を置かないものであると水分がたまる下部以外に菌が生えていないことがわかった。固形の塩を散布したものと食塩水にして散布したものでは、固形の塩を散布した場所はカビが生えにくかったが食塩水だとご飯に一樣にカビが繁殖した。

考察：菌を培養したものに対する抗菌効果がある梅酢、紫蘇梅酢であっても、水分を多く含ませてしまうスプレーや抗菌シートといった使用方法であると、全体的にカビが繁殖してしまっただけでなく、また食塩と砂糖水でも蒸留水で溶かした砂糖ではカビを繁殖させやすくしてしまっただけでなく、そのことから、水分を含む試料やご飯に水分を多く含ませて実験をしたが、水分が多いほうがその抗菌効果や付着範囲にかかわらず、カビを生えさせやすくしてしまっただけでなく、

## 「タマネギの根端分裂組織体細胞分裂の研究 8.6」

盛岡市立高等学校 自然科学部

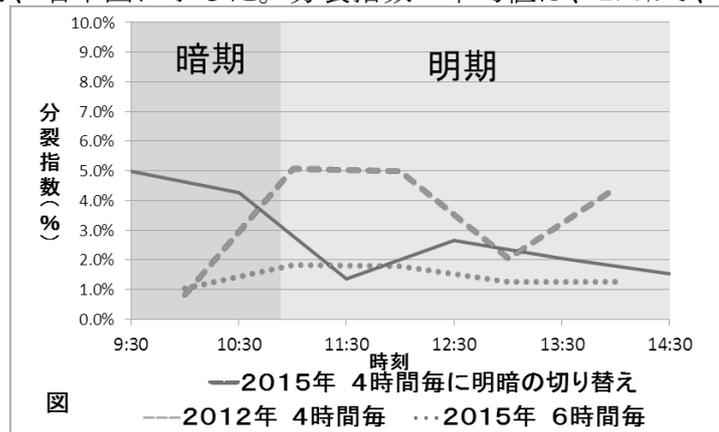
猪木 優哉・本田 蒼・齋藤 翔太・河井 祐樹

**目的：**2012年の本研究から、4時間毎の明暗周期がタマネギの分裂を促進する特別なタイミングである可能性が考えられた。今回の実験では、2012年の研究結果が正しいものであるかを、過去の研究結果と総合して調べる。

**実験方法：**

- ①根端採集の24時間前から、タマネギを4時間毎の明暗条件に設定した。(温度条件は、恒温器を用いて20℃前後に保った。)
- ②24時間目から29時間目まで1時間毎に根を4本採集し、固定液(酢酸1:エタノール3)で固定した。
- ③固定した根を温めた1mol/L塩酸で解離した。
- ④同時刻の根3本を酢酸オルセインで染色後、3つの視野で顕微鏡観察した。
- ⑤細胞分裂をしている細胞数を、以下の式で分裂指数として算出した。(分裂指数=(その時刻の分裂期の細胞数の和)÷(その時刻の細胞数の総和)×100%)
- ⑥各時刻の分裂指数の平均をとり、平均値とした。
- ⑦各時刻の分裂の変化を図に示し、分裂指数でt検定を行った。

**結果：**各時刻の分裂指数の変化を、右下図に示した。分裂指数の平均値は、2.8%で、全体的には細胞分裂はあまり活発ではなかった。しかし、平均値と比べて、9:30~10:30の時間帯に、やや分裂が活発になるのが見られた。過去の本研究とのt検定では、同じように分裂が活発ではない2015年の6時間毎の明暗周期との平均値に違いがあった。また、2012年の同じ4時間毎の明暗周期との平均値に違いはなかった。



**考察：**今回の実験ではタマネギは発芽しておらず、オーキシンなどの植物ホルモンの発根抑制効果の影響は小さかったと考えられるが、分裂指数は低かった。これは、採取時の根が3~4cmで根の先が茶色くなっていたことから成長期に移行しているためと考えられる。また、2015年の本研究から、3:00~10:00の時間帯で、分裂が活発になるとされていた。今回も、9:30~10:30の時間帯で分裂がやや活発になり、同様の結果となっている。過去の本研究とのt検定の結果では、2012年の同明暗条件との平均値に違いはない。逆にあまり分裂が活発ではない6時間毎の明暗周期とは平均値に違いがあることから、4時間毎の明暗周期がタマネギの分裂を促進する可能性がある。しかし、6時間分のデータしか無いため、現時点では確かなことはいえない。

**現在進行中の実験：**現在、2012年の研究結果が正しいものか確認するため、データが不足している連続暗期、4時間毎の根の採取・観察を行っている。その後、過去の研究結果を総合して集計し、明暗条件毎にt検定を行う予定である。また、採取時の根の長さや分裂指数の関係についても、考察する予定である。

## 食塩水が与える植物の生育への影響

玉川学園高等部 SSH リサーチ科学 生物班

都築 寛源

目的：

小学生の頃から植物の成長の差はなぜ生じるのか疑問に思っていた。そこで、今回、植物の成長に不可欠である水の性質を変えることによって生じる生育への影響を調べた。調査対象は比較的栽培が容易なハツカダイコンとトマトとし、その水条件は、食塩水・砂糖水・純水を設定した。これらの生育環境における、成長の差を比較することで、給水によって生じる植物の生育への影響を明らかにした。

仮説：

生物の成長に必要な糖分が含まれている砂糖水を使用して育てたハツカダイコンとトマトは、他の条件下で生育を行った個体に比べ、成長速度が良くなると考えた。塩水に関しては、植物は成長する上でストレスを与えると子孫繁栄の成功率を高めるために、より優れた果実を作ると予想した。そのため、ハツカダイコンは胚軸の辛味成分がより豊富に含まれ、トマトの果実は甘くなると考えた。また、ハツカダイコンの胚軸に含まれる主な辛味成分はアリルイソチオシアネートという物質で殺菌効果が確認される。(本校の先輩の先行研究より)

実験方法：

- ①種子の発芽…ハツカダイコンとトマトをそれぞれ 25 粒ずつピートバンに播種し、発芽させた。その後、2 日おきに 200 mL の水を与えて、約 10 日間育てた。
- ②植え替えと給水…成長状態の良い 12 株を選び、1 ポットに 2 株ずつ植え替えた。給水条件は砂糖水(濃度 10%)、食塩水(濃度 5%)、普通水とし、1 条件につき 4 株(2 ポット)を割り当て、各 50 mL ずつ 2 日おきに給水した。
- ③収穫…ハツカダイコンは約 1 か月後に胚軸を収穫した。トマト現在栽培中で、2 月後半に収穫する予定である。(1 月末現在)
- ④測定…植物体の高さ、葉の直径、果房と胚軸の重さ測定した。また、それに加えてハツカダイコンは、アリルイソチオシアネートによる殺菌効果について大腸菌を用いて検証した。また、トマトは果汁の糖度を測定する。

結果：

ハツカダイコンは辛味成分の検証を行ったが、胚軸の肥大が不十分で成分の採取が抽出できず、明確な結果が得られなかった。そこで、1 月末現在、再度栽培を行っている。

考察：

胚軸部分の肥大が不十分だった理由として、土に化学肥料などの、十分な栄養を与えていなかったこと、冬季の栽培で成長に適している気温を大きく下回っていたことが挙げられる。この反省を踏まえて、明確な結果を得るため、2 度目の栽培を行っている。

## 土の中に捕虫器を持つ食虫植物ウサギゴケ

米田 美桜 ・ 舛村 康成 ・ 英 健太

横浜サイエンスフロンティア高等学校

研究指導：矢部重樹教諭、中川知己博士(名古屋大学/基礎生物学研究所)

陸生のタヌキモ属である *Utricularia sandersonii* は、ウサギに似た可愛い花をつける事から、ウサギゴケと呼ばれている。(図1 a,b) また、タヌキモ属は全て食虫植物であることが知られているため、ウサギゴケも食虫植物とされている。

食虫植物として有名なハエトリグサやウツボカズラなどは地上部に捕虫器を形成するが、タヌキモ属は湖中や湿地などに生息しているものが多く、水中で捕虫を行う。一般に、これらのタヌキモ属は捕虫器内外の圧力差で捕虫すると考えられている。捕虫器内を陰圧に保ち、捕食対象が近づくと、口を開き圧力の差による水流を起こす事で、捕虫を行っている。(図2)

しかし、陸の上に生息するウサギゴケにこの捕虫方法は難しいのではないかと考え、私たちはウサギゴケの捕虫方法に対する研究を行っている。

まず、ウサギゴケは捕虫を行えるのかを確認するために、土植えのウサギゴケの捕虫囊の内部を顕微鏡で観察した。すると、線虫や小さな昆虫のような生物が入っているのが確認できたので、ウサギゴケは捕虫の機能を失っていない事、また陸上でも捕虫できる事が分かった。

次に、ウサギゴケの捕虫方法を詳しく観察できる実験系を組み立てようと考え、寒天培地上にウサギゴケと線虫を置いた。すると後日、捕虫器内に多くの線虫が入っている様子が確認された。また、プレパラート上でも同様の実験が可能である事も分かったため、捕虫の瞬間などより細かい捕虫の様子も観察する事が可能だと考えられる。

プレパラート上で顕微鏡を用いて、ウサギゴケの捕虫を観察したところ、線虫は捕虫器の入り口の周りに集まり、線虫が自ら近づいていく様子が観察された。(図3) 捕虫の瞬間のデータを観察する事には至っていないが、ウサギゴケは圧力を用いた捕食方法ではなく、誘い込む事で捕虫を行っているのではないかと考えている。

そのため、現在私たちはウサギゴケの出す誘引物質の有無確認や、タヌキモとの相違点に関する研究を行っている。それらの結果から、ウサギゴケが捕虫囊に虫を誘い込んでいる可能性を確実な結果として示せないかと考えている。



図1-a

図1-b



図2 圧力差を用いた捕食方法

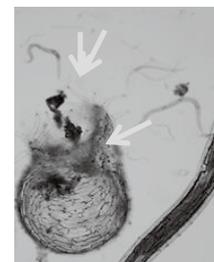


図3 捕虫器に向かう線虫

## 植物性乳酸菌の可能性を探る

玉川学園高等部 2年

堀 祐里香

[目的] 植物性乳酸菌は動物性乳酸菌よりも酸に強いのかを調べるために、身近な食品から植物性乳酸菌を単離し、酸に対する強さを調べる。

[動機] 植物性乳酸菌は動物性乳酸菌よりも栄養が少なく、塩分や酸度の高い状況でも育つ<sup>(1)</sup>ということに興味を持ち、身近な食品から植物性乳酸菌を単離して利用することで、市販のヨーグルトより酸に強いヨーグルトの作製が可能になるのではないかと考えた。

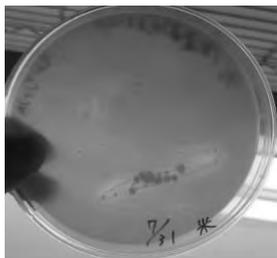
〈準備実験〉米のとぎ汁から植物性乳酸菌を単離できるのか調べる。

[目的] 米のとぎ汁には、植物性乳酸菌や酵母菌などの発酵微生物が生育している<sup>(2)</sup>ことを利用し、米のとぎ汁から植物性乳酸菌を単離する。

[方法] 米のとぎ汁に黒糖、岩塩を加えて常温で2日間放置したもののpHを測定した。

またこれをMRS培地(CaCO<sub>3</sub>添加)に滴下した。

[結果]



日数	当日	2日後
pH	6	3.59
匂い	米の匂い	甘酸っぱい匂い

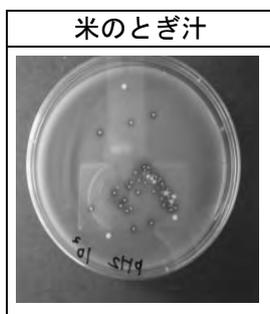
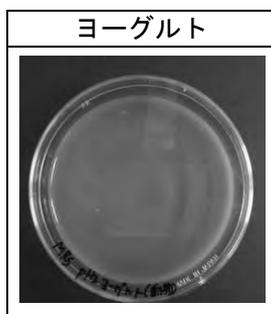
[考察] 米のとぎ汁のpHが下がったのは、乳酸菌が乳酸を生成したためだと考えられる。また確認できたコロニー周辺が透明になったことから、乳酸菌であることが分かった。

〈実験〉植物性乳酸菌と動物性乳酸菌の酸に対する強さを調べる

[方法] 1. 無菌室内で、飲むヨーグルト・米のとぎ汁それぞれ0.1mLにpH 2に調整した塩酸1mLを加えた。これを38℃の恒温槽に3時間放置した。

2. 無菌室内で1をT字棒でMRS培地(CaCO<sub>3</sub>添加済み)に塗り伸ばし、38℃の恒温槽で2日間放置した。

[結果]



[考察]

米のとぎ汁にのみ乳酸菌が確認できたことより、pH 2の酸では植物性乳酸菌は生き残るが、動物性乳酸菌は死滅することが分かった。

[結論]

植物性乳酸菌は動物性乳酸菌よりも酸に強いことが分かった。

[参考文献]

(1) <http://www.nodai.ac.jp/teacher/okada/index.html>

(2) <http://okrchicagob.blog4.fc2.com/blog-entry-268.html>

## 透明な植物が効率よく光合成！？

### ～窓植物 ハオルチア・オブツーサの工夫～

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校

田中 美花・中尾 遥奈

(研究指導：矢部重樹教諭・中川知己博士(名古屋大学/基礎生物学研究所))

多肉植物のハオルチア・オブツーサ (*Haworthia obtusa*) は、側面の表皮だけは葉緑体を持つが、葉の先端(窓と呼ばれる)や内部の葉肉部分は透明である。普段見るような植物はできるだけ多く光合成するために、茎まで緑化させるなど常に様々な工夫をしていることから、葉の大部分が透明であるオブツーサはこのような常識と矛盾していると考えられる。私達はこの「透明な葉」に興味を持ったが、オブツーサは園芸で人気があるものの、あまり研究はされていない。そこで透明な葉の役割について調べることにした。

まず初めに、窓にレーザーを照射して光が葉の内部をどのように進むのか観察したところ、光はまっすぐ進むだけでなく、葉全体に散乱することを発見した。次に、この透明な組織が光を散乱させるという不思議な現象のメカニズムを調べるために、葉の切片を使って顕微鏡下で観察した。透明な組織は五角形や六角形の特殊な形の細胞で構成されており、光を当てると細胞壁付近で光を反射させていることがわかった。したがって、細胞壁または細胞膜が特殊な構造をしており、それらが細胞の特殊な形によって様々な角度に配置されることで散乱が生じるのだろう。

では、なぜオブツーサは光を散乱させる必要があったのだろうか。オブツーサの原産地は、乾燥地であり光が強い南アフリカのみである。そのため、オブツーサは身を守るために窓のみを地上に出して地中に潜って生育する。もし光がまっすぐ進むだけでは、窓から入った強い光が葉緑体を持つ一部の細胞に集中して、その部分の細胞が壊れてしまう。しかし光を散乱させれば、光を弱めながら葉全体に光を届けることができる。つまりオブツーサの透明な葉は、南アフリカの過酷な環境で効率よく光合成するために重要であると言える。



## CO<sub>2</sub>をより多く吸収するのは天然林か人工林か？

ノートルダム清心学園 清心女子高等学校 生命科学コース 郷原雪枝

### 1. 目的

現在、世界各国で地球温暖化対策が行われており、CO<sub>2</sub>を吸収する森林の保全も解決策の1つとして注目されている。そこで、森林による二酸化炭素吸収量は森林生態系の違いで変わるのか興味を持ち、本研究を行った。

### 2. 研究方法

岡山県北部のクヌギ人工林、沖縄の久米島のリュウキュウマツ天然林内に10m×10mのプロットをとり、それぞれのプロット内の樹木の樹高、胸高直径、樹齢を測定した。測定した結果からCO<sub>2</sub>吸収量を算出し、今まで先輩たちが調査してきた様々な森林生態系の調査結果との比較を行った。天然林と人工林、温帯と亜熱帯との二酸化炭素吸収量を中心に比較をした。



### 3. 結果

クヌギ人工林と久米島の調査結果から、それぞれの個体の大きさとCO<sub>2</sub>吸収量は比例していた。過去のデータとの比較から、天然林は林齢が大きくなるにつれてCO<sub>2</sub>吸収量も大きくなっていったが、人工林は林齢に関わらずCO<sub>2</sub>吸収量はあまり変わらなかった。(図1)そこで人工林と天然林の樹高のばらつきと樹種の多様性を比較すると、天然林は人工林よりも樹種のばらつきや種の多様性があった。また、岡山県北部の森林と沖縄県久米島の森林の二酸化炭素吸収量に差はみられなかった。

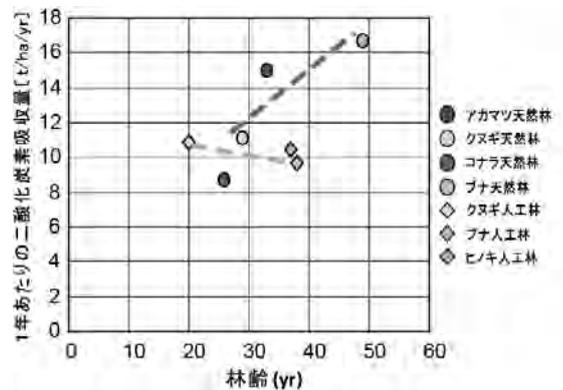


図1

### 4. 考察

天然林は人工林より多くの二酸化炭素を吸収できることが明らかになった。天然林がより多くのCO<sub>2</sub>を吸収する原因として樹高のばらつきや種の多様性に関係があると考えられる。また、温帯と亜熱帯の気候区分の違いによるCO<sub>2</sub>吸収量に違いはないことが示唆された。

### 5. 結論

個体の大きさとCO<sub>2</sub>吸収量には大きな関係があることがわかった。また、遷移段階の進んだ天然林が最も効率よくCO<sub>2</sub>を吸収していたことから、天然林を保全していくことが重要であり、地球温暖化対策にもつながることが明らかになった。

## 植物は話し合う?! ~植物の光に対する動きのメカニズム~

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高校

野久尾圭太・櫻井昌克

### 目的

屋外で生育している植物は、葉をさまざまな方向に広げている。しかし窓際で育てていたキャベツは葉を窓の方向に向けて育っていた。これは効率よく光を受けるために行われていると考え、葉を光の方向に動かす仕組みについての研究を行った。

### 実験

まず、光の方向にすぐに動き直すことができるかを確認するために、葉を向けていた方向とは別の向きにキャベツを置いた。すると一日後には完全に太陽の方向に葉は向き直していた。このことからキャベツは一日という短い期間でも葉の向きを変えることができるということが分かった。次にどのように光の向きを見分けているのかを考えた。その際一枚の葉の左右に当たる光の量の違いで見分けているのではないかと考え葉の左側を切断し左から光を当てた。しかし、葉は光の方向に動きなおすことができた。この実験から、植物の葉は一枚一枚が個別に光の向きを見分けているのではなく、別の組織や器官から情報を受け取っているのではないかと考えた。そこで、一枚の葉をアルミで覆い光を遮断した。するとアルミで覆われた葉も光の方向に動き直すことができた。このことから別の組織や器官から情報を受け取っている可能性があることが分かった。また、ここまでの実験はすべて太陽光を用いて実験を行っていたが、太陽光は季節や天気によって光量に変化してしまい安定して実験を行うできないことがあった。そこで室内での実験系を組むことを考え、培養ランプ(LED)を用い上記の実験を行ったところ同じような結果を得ることに成功した。現在はどの組織や器官から葉は情報を得ているのかを明らかにするために実験を行っている。



室内でバイオランプを右方向から当てて撮影 (A:撮影開始直後 B:2日後)

## キノコ栽培における竹粉の有用性

ノートルダム清心学園 清心女子高等学校 生命科学コース  
青本沙也 國安里衣

**研究目的：**本校がある二子山は周囲に竹林が広がる里山である。学校周辺に繁殖した竹資源の有効利用法として、キノコ栽培に注目した。本校では、実験室内でのキノコ菌床栽培に取り組んでいる。このキノコ菌床栽培に廃棄されるはずの竹を有効利用するため、竹粉とおがくずを混ぜたもので作成した菌床を用いて、ヒラタケ・エリンギの菌床栽培を行い、キノコ栽培における竹粉とおがくずの最適な配合を検討することを目指した。

**材料と方法：**おがくずと米ぬかを3：1で混ぜ合わせた菌床を用意し、その菌床に竹粉を混ぜ合わせた。混ぜる時の配合は、0%～100%（20%間隔）とした。そのようにして作った菌床を一度滅菌した後、ヒラタケ・エリンギの種菌を植菌し、温度を15℃：8℃＝12時間：12時間、光条件を全暗としたインキュベータ内に静置した。菌がまわった後、菌かきを行って再度15℃のインキュベータ内に静置し、経過観察を行った。



図1 培養中の菌糸ボトル

**結果：**植菌を行った後、培地に菌が回る時間がそれぞれ異なっていた。ヒラタケ・エリンギの双方ともキノコが生え始めるとともに培地の水分を消費し、培地全体の質量が急激に減少していた。また、各培地ごとの収穫したヒラタケ、エリンギの質量についてのグラフを図2に示す。図2より、ヒラタケ・エリンギの2つとも培地の割合がおが粉80%、竹粉20%の培地に生えたキノコの質量が最も大きかった。よって竹粉を培地に加えることで、キノコの収量が増加することが確認できた。

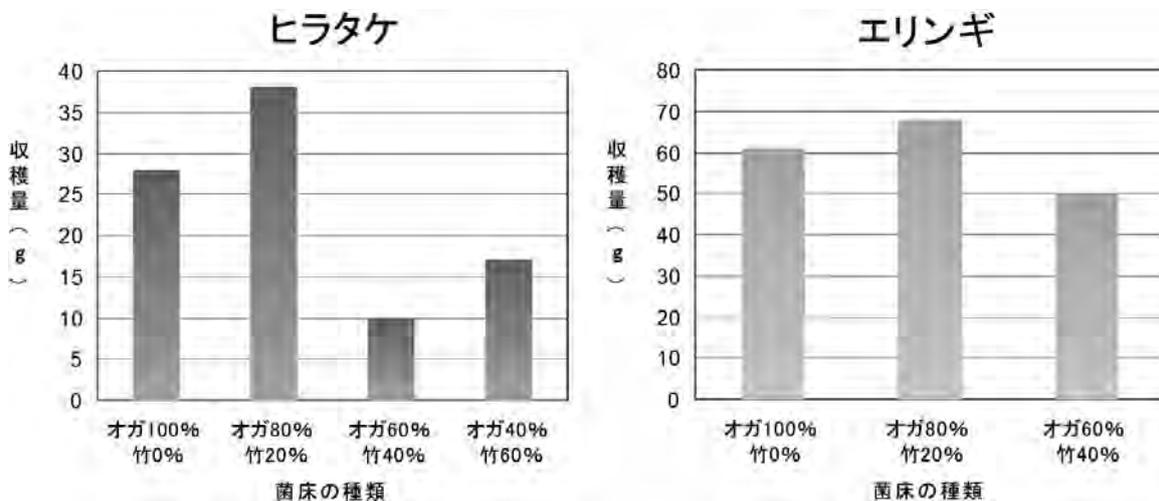


図2 培地に竹粉を加えたときのキノコの収量の変化

**考察：**ヒラタケ・エリンギが生えると同時に培地の質量が急激に減少したのは、キノコが呼吸のため、培地の水分を吸収し利用したからだと考えられる。また、図2の結果より、竹粉の成分（乳酸菌、植物ホルモンなど）のいずれかがキノコの成長に何らかの影響を与えていることが示唆された。

**今後の課題：**竹粉に含まれる何の成分がキノコの収量増加につながったのかを突き止めたい。

## ヒヨコマメの就眠運動の研究

ノートルダム清心学園 清心女子高等学校 生命科学コース  
山岡歩美 佐藤有紀 青本沙也 國安里衣

**研究目的：**就眠運動とは、花や葉が規則的に行う開閉運動のことで、周りの環境条件により、その様子に変化することが知られている。本校の過去の研究において、カタバミやデンジソウの就眠運動について調べられていたので、他の植物も就眠運動するのかについて、興味を持った。本研究ではヒヨコマメの就眠運動リズムを調べることを目的とし、光の波長の違いによる就眠運動リズムの変化についても考察した。

**材料と方法：**就眠運動の計測は、温度や光条件を一定にできるインキュベータ内で行った。インキュベータ内に発芽後のヒヨコマメを移植した鉢を静置し、茎の運動の様子の記録のため、5mm間隔で白線を引いた黒い紙を鉢の後に配置した。また、日周運動を記録するため、カメラで10分毎に写真を撮って記録を続けた。インキュベータ内の温度は9時～18時に10℃、18時～9時に2℃とし、明期：暗期＝9時間：15時間の光周期のもとで実験を行った。光源は白色光、赤色光、緑色光、青色光の4種類のLED蛍光灯を用いた。

**結果：**記録データから、明期になると茎が垂れ下がり葉が開く様子、暗期になると茎が立ち上がり葉が閉じる様子が確認できた。また、光の波長の違いによる、就眠運動リズムの変化についての写真を図1に示す。明期では葉と茎を開き、暗期では葉と茎を閉じる様子が観察されたが、特に青色光を照射したときに、より大きく運動が見られ、赤色光を照射したときには運動が見られなかった。さらに、緑色光を照射した際に、暗期開始後、約4時間おきに葉と茎が開閉する現象が観察された。また、光に近いほうがより大きく運動を行っていることが分かった。

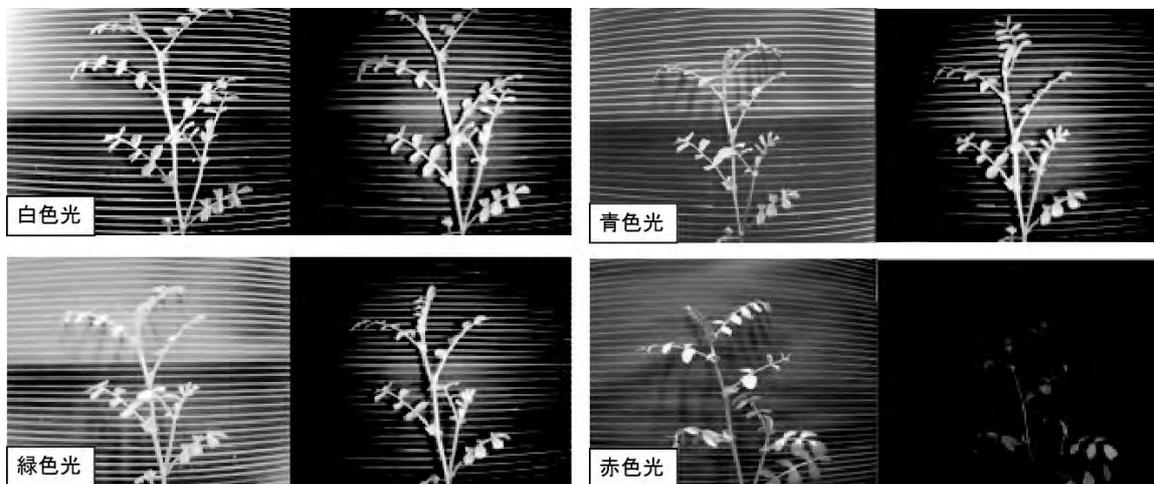


図1 異なる色の光を与えたときのヒヨコマメ就眠運動の違い

**考察：**明期に葉が開いている様子から、就眠運動は光傾性によるところが大きいと考えられる。また、光の波長と就眠運動との関連性については、青色光による影響が最も大きく、赤色光による影響は小さいと考えられる。青色光による影響が大きいのは、オジギソウやデンジソウなど、他の植物の過去の報告結果と同じであり、葉に含まれる青色光受容体のフォトトロピンの関与が推察される。今後は、より長期間のデータを取得し、もっと詳細な就眠運動リズムを調べたいと考えている。

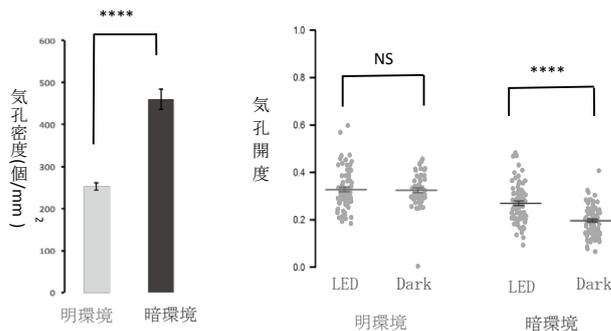
気孔開閉運動からみる植物の環境適応 II

東京大学教育学部附属中等教育学校 生物部  
加賀 三鈴

**目的：**気孔の開閉運動は植物の重要な生理機構であり、ホルモンなど様々な要因によって厳密に制御されている。気孔に光やホルモンが与える影響を観察した昨年の研究では、陽葉と陰葉で光やホルモンの感受性に違いがあることが分かった。そこで、本研究では、陽葉と陰葉の性質の違いがいつどのように表れるのかを調べる為に、子葉の気孔開閉運動に光環境が与える影響を観察し、子葉の環境適応能力について考察した。

**実験方法：**比較的生育のしやすいルッコラの種子を、植物育成用 LED 照射箱と完全に光を遮った暗箱の中で、水分だけで育て、それぞれの環境下で芽生えた子葉の気孔の型を取った。また、光感受性の違いを調べるために同様の子葉を LED が付いている箱と暗箱に、それぞれ 2 時間置いたのち、気孔の型を取った。さらに、ホルモン感受性の違いを調べるために同様の子葉を水、サイトカイニン、アブシシン酸の各溶液に、それぞれ 2 時間漬けたのち、気孔の型を取った。そして、気孔の型を光学顕微鏡で観察し、画像処理ソフトで開口部から気孔開閉度と気孔密度を算出し、明環境・暗環境で育成した子葉を比較した。

**結果：**育成時の光環境が子葉の気孔密度に与える影響を調べてみたところ、発芽時から明環境で生育した葉は暗環境で生育した葉よりも気孔密度が低いことが分かった。さらに、光感受性を調べた実験では、暗環境で育成した子葉は LED を照射すると暗環境で維持した葉よりも気孔が開いたのに対し、明環境で育成した葉は LED を照射した葉と暗箱に入れた葉の間で気孔開閉度に違いは見られなかった。

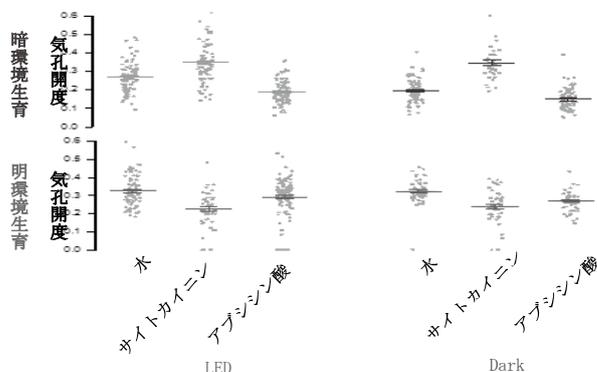


結果  
生育時の光環境がルッコラの子葉の気孔密度と光感受性に与える影響

左  
生育時の光環境の違いが子葉の気孔密度に与える影響。  
\*\*\*\* $P < 0.0001$  (Welch's t test, 明環境=子葉 6 枚 121ヶ所、暗環境=子葉 6 枚 81ヶ所)。

右  
LED 照射下と暗闇下で 2 時間維持した時の子葉の気孔開度。  
\*\*\*\* $P < 0.0001$ ; NS, not significant (Welch's t test, 明環境下の子葉気孔  $n=79/50$ 、暗環境下の子葉気孔  $n=79/79$ )。

次に、ホルモン感受性を解析した実験では、暗環境で生育した子葉は、気孔を開かせるはたらきを持つサイトカイニンに漬けた葉は水に漬けた葉よりも気孔が開いたのに対し、気孔を閉じさせる役割を持つアブシシン酸に漬けた葉は水に漬けた葉よりも気孔が閉じていた。一方で、明環境で生育した子葉は、サイトカイニンに漬けた葉は水に漬けた葉よりも気孔が閉じ、アブシシン酸に漬けた葉は気孔が開かないという、本来のホルモンのはたらきとは異なる結果となった。



結果  
生育時の光環境がルッコラの子葉の植物ホルモン感受性に与える影響

子葉を暗環境下、明環境下の条件のもと、水、サイトカイニン溶液(10 $\mu$ M)アブシシン酸溶液(10 $\mu$ M)で 2 時間維持した後の気孔開度を表す(気孔開度測定方法は実験方法参照)。

暗環境で生育させた子葉の気孔開度は上段、暗環境は下段とする。Bar は mean $\pm$ s.e.m.、  
明環境生育・明・暗環境測定・気孔  $n=79/51/105/50/44/52$ 、  
暗環境生育・明・暗環境測定・気孔  $n=79/84/82/79/40/77$

**考察：**気孔開閉運動において、光やホルモンの感受性を変化させて環境適応を行っている一方で、子葉では気孔密度を変化させることによって光環境への適応を行っていることと示唆される。子葉と本葉では異なる環境適応戦略がなされていると考えられる。

新品種リンドウ大量増殖の取り組み～アルマイルローザの誕生～  
 今井聖莉花, 富永瑠音  
 (福島県立福島明成高等学校生物工学科)

## 1 研究の目的

リンドウの生産が盛んな南会津地方には、県内有数のリンドウ育種家がいる。その一人、月田宏さんが交配・選抜し作出したササ系リンドウの中にピンクの花弁を持つ品種が生まれた。しかし、その増殖がうまくいかず何か良い方法がないか探っていた所、本校の生物工学科の組織培養によるリンドウ培養の活動が目にとまり、平成23年5月、圃場に5本だけ残ったこの新品種の大量増殖を依頼された。増殖の方法として、茎頂、茎切片、葉片を摘出し初代培養を行い、新芽の伸長を行う。成長の良いものから順に新芽を分割し、2000本を目標に大量増殖を行う。

## 2 増殖活動の実践

### (1) 初代培養培地

ホルモンフリーの改変1/2MS培地を作成した。コンタミを抑えるため、PPMという抗菌剤を添加した。

### (2) 初代培養

- ① 茎頂培養・・・交互に着いている葉を取り除いていき、1mmの大きさになったら、メスで丁寧に摘出し培地に置床させた。
- ② 茎切片培養・・・葉と葉の間の茎の部分を切断し、茎に葉が2枚着いた状態にして置床させた。
- ③ 葉片培養・・・葉の中央部を1～1.5cm四方に摘出し培地に置床させた。

### (3) 経過

- ① 茎頂培養・・・培養途中にアルビノの状態が確認されたが順調に生育を続け、初代培養操作から2ヶ月後に継代を行うことが出来た。
- ② 茎切片培養・・・新芽の伸長がとても速く、操作から20日後に継代を行うことが出来た。
- ③ 葉片培養・・・3つの部位の中で一番多く摘出し(材料が多かったため)培養したが全て褐変してしまい、新芽の伸長は見られなかった。

### (4) 大量増殖用培地

同じくホルモンフリーの改変1/2MS培地であるが、支持材料を寒天に、pHを5.5に変更するとともに、PPMは添加しなかった。

### (5) 継代培養

茎頂、茎切片から伸長した新芽は、茎切片培養と同じように茎に葉が2枚着いた状態に分割させて増殖を繰り返していき、平成24年12月の時点で目標であった2000本に増殖することが出来た。

## 3 圃場へのフィードバック

### (1) 順化

外部環境に慣れさせるため、試験的に600本の苗の順化を行った。リンドウ専用の培養土と128穴セルトレイを使用し、1つのセルに1本ずつ培養苗を移植した。その後湿らせた不織布で覆い、順化室に静置させた。徐々に不織布を外していき、1ヶ月後に底面灌水に切り替えながら順化を行った。

### (2) 南会津リンドウ圃場への移植

順化操作から2ヶ月後、平成25年6月に南会津町の月田さんの圃場に600本の苗を移植することができた。4ヶ月後に圃場を観察し、95%の苗が活着しているのを確認した。

## 4 命名と試験出荷

月田さんからこの品種への命名を依頼され、「アルマイルローザ」と命名した。平成26年10月上旬に大阪なにわ市場と梅田市場に合計2000本を試験出荷し、他の品種が1本20～30円の相場の中、アルマイルローザは1本60円の値が付いた。

## 5 まとめ

挿し芽をしても、播種をしても、ほとんど増殖しなかったこのリンドウをバイテクで約1年半という期間で400倍に増殖させたことは誇らしく思う。培養の序盤で、苗がなかなか伸長しない時期もあったが、その原因も今後探求しようと思う。また、命名ができたことや、試験出荷で市場に流通し販売された、ということも非常に嬉しかった。今後、アルマイルローザという名前が市場に浸透し、出荷本数も増加して欲しい。更に、他の新品種リンドウの大量増殖にも道を開いた事になるので、多くの品種を流通させることができるよう努力を継続したい。

ショウジョウバカマの不定芽形成条件について

伊藤 颯汰

[はじめに]里山で植物を観察していると時々、葉先に不定芽をつけたショウジョウバカマ(*Heloniopsis orientalis*)に出会う。全く不定芽をつけていない株もある中、私は一部の株のみが多数の不定芽をつけていることに疑問を持ち、不定芽を形成する条件を探るべくこの研究を始めた。

[方法・調査1] 11月に新潟県の新津丘陵にある菩提寺山で野外調査を行った。調査する株を選択するため『生態学実習書』(朝倉書店)に基づき、200mm×10mの帯状トランセクトを設定した。29株を対象に下記の8条件を調べた後、更に21株を対象に照度,土壌を除いた6条件を調べた。

- ・不定芽数
- ・葉数 (50mm以上の長さの葉)
- ・ロゼット直径 (株を真上から見たとき最も外側へ出ている3枚の葉の長さの平均の2倍)
- ・生育地の傾斜角度
- ・生育地の斜面の方角 (北から南へ東西それぞれ0~180度)
- ・株年齢 (株を掘り起し葉痕を数えた)
- ・生育地の照度 (相対照度を照度計で測定)
- ・生育地の土壌の湿気 (炉乾法により測定)

以上の測定データをもとに相関係数行列を作成し、無相関検定を行った。

[方法・調査2] 調査1と同様に菩提寺山で33株を選択し、4月にそれらに番号をつけて花序の有無を調べた。翌年1月にその33株を含む77株の株年齢と葉数を調査1と同様に調べた。また、何番目に出た葉に不定芽が形成されているかを調べた。

[結果・調査1] 検定の結果、不定芽数はロゼットの直径および葉数との間に高い相関が見られた(表1、図1、図2)。ただし、葉数との相関は外れ値(図2)により生じたものと考えられる。また、以前の調査によって4、5、6年目の株に不定芽が多く形成されることを確認していたので、図3では株年齢ごとの不定芽数を示した。不定芽を一つでもつけていた株はすべて3年目以上かつロゼットの直径が200mm以上だった。不定芽を3個以上つけていた株はすべて3年目以上かつロゼットの直径が430mm以上だった。ロゼット直径460mm以上の株はすべて不定芽をつけていた(図3)。

	不定芽数	葉数	ロゼット直径	傾斜	斜面の方角	株年齢	照度	土壌の湿気	中腹	山頂付近	麓
不定芽数	1.000										
葉数	<b>0.583</b>	1.000									
ロゼット直径	<b>0.567</b>	<b>0.486</b>	1.000								
傾斜	-0.028	-0.171	-0.093	1.000							
斜面の方角	0.015	-0.054	-0.227	-0.151	1.000						
株年齢	0.152	<b>0.375</b>	<b>0.284</b>	-0.054	-0.163	1.000					
照度	-0.090	-0.079	0.070	0.018	-0.209	-0.178	1.000				
土壌の湿気	0.070	0.225	0.108	<b>-0.337</b>	0.186	0.056	<b>-0.504</b>	1.000			
中腹	0.031	-0.075	-0.109	<b>0.290</b>	0.053	<b>-0.592</b>	0.189	0.269	1.000		
山頂付近	-0.122	-0.035	<b>-0.354</b>	-0.042	0.205	<b>0.369</b>	-0.189	-0.269	—	1.000	
麓	0.059	0.108	<b>0.385</b>	<b>-0.282</b>	-0.213	<b>0.361</b>	—	—	—	—	1.000

表1 相関係数行列(無相関検定により相関があると認められたものを**太字**で示した)

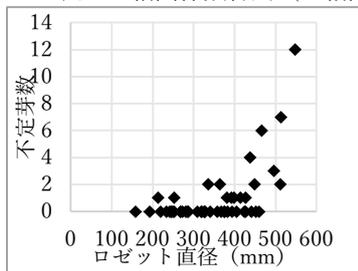


図1 不定芽数とロゼット直径との関係

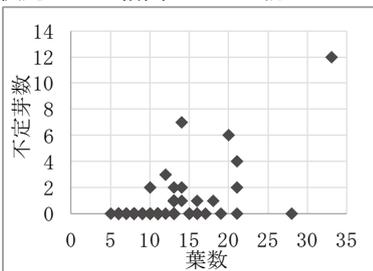


図2 不定芽数と葉数との関係

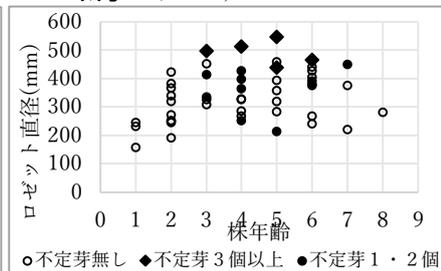


図3 不定芽数とロゼット直径、株年齢との関係

[結果・調査2] 花について調査した33株のうち、株年齢が3年目以上かつロゼットの直径が200mm以上の株は22株存在した。このうち花をつけた株とつけなかった株との間で不定芽形成の有無に有意差があるかをピアソンの $\chi^2$ 乗検定により確認したところ、 $\chi^2=0.26$ より $p=0.61$ であり有意差があるとは言えなかった。

調査した77株のうち不定芽がついていたのは18株存在した。これら18株の葉数は様々だが、古い方から数えて平均29.0%±4.8%の枚数までの葉に不定芽が形成されていた。また、葉先が切れて無くなっていた葉には不定芽は形成されていなかった。

[考察] ロゼット直径が大きい株はその株に適した環境に生育しており、遠くまで次世代を散布する必要がないため、確実に子孫を残すことができる不定芽を多くつけると考えられる。図3より、同じロゼット直径でも3、4、5、6年目の株には不定芽がつきやすいが1、2年目及び7年目以上の株には不定芽がつきにくいことがわかる。不定芽は草勢のあるときにしか形成できないと考えられる。

ショウジョウバカマの花は3月下旬頃から蕾をつけ、5月に種子を飛ばす。一方、不定芽は9~11月に形成され、翌年の7月頃までに独立する。種子繁殖を行う時期と不定芽により繁殖する時期とは異なり、これらが互いに影響を与えることは無いため関係性が見られなかったと考えられる。

熊沢(1960)によれば、不定芽形成に葉先の地面との接触は必須条件ではない。Kato(1974)によれば、若い葉の断片は成熟葉のそれより不定芽を生じやすい。調査2で古い葉に不定芽がついていた原因は、葉の傷でも葉が古くなっていたことでもなく、活動が盛んな大きい葉であったためだと考えられる。

[参考文献]

- 生態学実習書 (1967) 生態学実習懇談会, 朝倉書店.
- 熊沢正夫 (1960) ショウジョウバカマの葉上不定芽 北陸の植物 8: 34-39.
- Kato, Y (1974) Bud formation on excised *Heloniopsis* leaf fragments: Effects of leaf age and the midrib *Plant & Cell Physiol.* 15: 363-372.

日本植物生理学会第 57 回年会 高校生生物研究発表会

発行 2016 年 3 月 16 日

編集 一般社団法人日本植物生理学会第 57 回大会実行委員会  
高校生生物研究発表会担当

東北大学 渡辺 正夫

東北大学 日出間 純

東北大学 伊藤 幸博

岩手大学 高木 浩一

岩手大学 河村 幸男

岩手大学 上村 松生

印刷 中西印刷株式会社



