第56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

要旨集

2015年3月18日(水)

東京農業大学　世田谷キャンパス

第 56 回日本植物生理学会

高校生生物研究発表会

日時 2015 年 3 月 18 日

会場　東京農業大学　世田谷キャンパス　1 号館

スケジュール

09:30-10:00　ポスター受付・掲出

10:00-10:10　開会式

11:00-12:30　奇数番号ポスター発表コアタイム　(ポスター説明・質疑応答)

12:30-14:00　偶数番号ポスター発表コアタイム　(ポスター説明・質疑応答)

14:30　ポスター撤収

15:00-15:30　表彰式・閉会式

主催：一般社団法人日本植物生理学会

高校生生物研究発表会開催にあたって

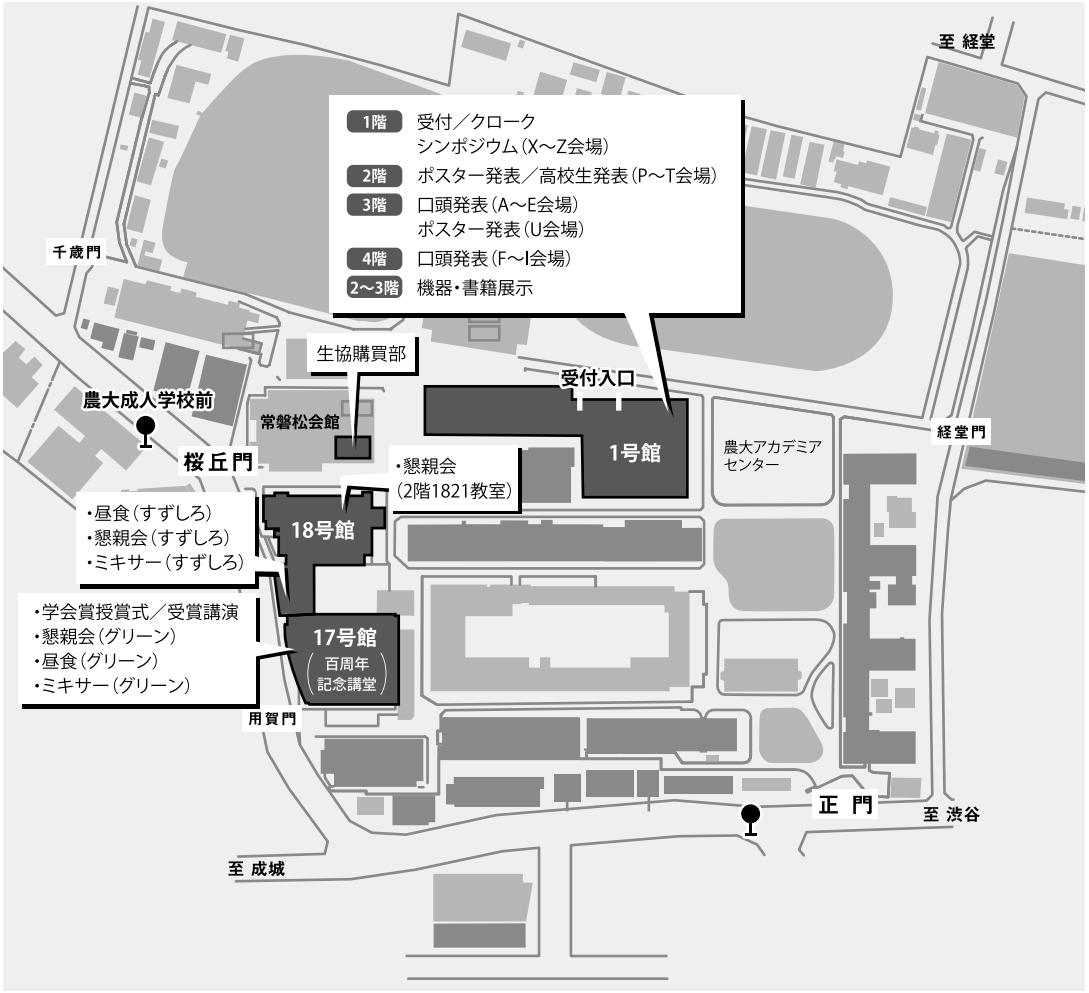
一般社団法人日本植物生理学会の大会は，大学・研究機関に所属する教員，研究者，大学院生，大学生など約 2000 人の研究者が全国から参加し，植物生理学，分子生物学，発生生物学, 細胞生物学などの植物科学分野に関する最新の研究成果を発表し議論する場です．日本植物生理学会は，次代を担う高校生の皆様により一層の興味と関心を植物科学ひいては生命科学全般にもっていただくこと, 高校での理科教育のレベルアップに貢献することを目標の一つに掲げ，年会における高校生研究発表会を開催しています．

今年度の高校生生物研究発表会は, 北海道から熊本県まで 24 都道県, 39 高校が集い，合計 69 演題の研究成果を発表します．参加される高校生の皆さんは自分達の創意工夫あふれる研究を発表するとともに，質疑応答の中で大学や研究機関の研究者，他の高校生の方々と交流を深め，今後の研究，勉学の糧としてください．また，同時に開催している研究者のポスター発表にも参加して論考を深めることで, 今後の皆さんの研究や勉学にお役立てください．

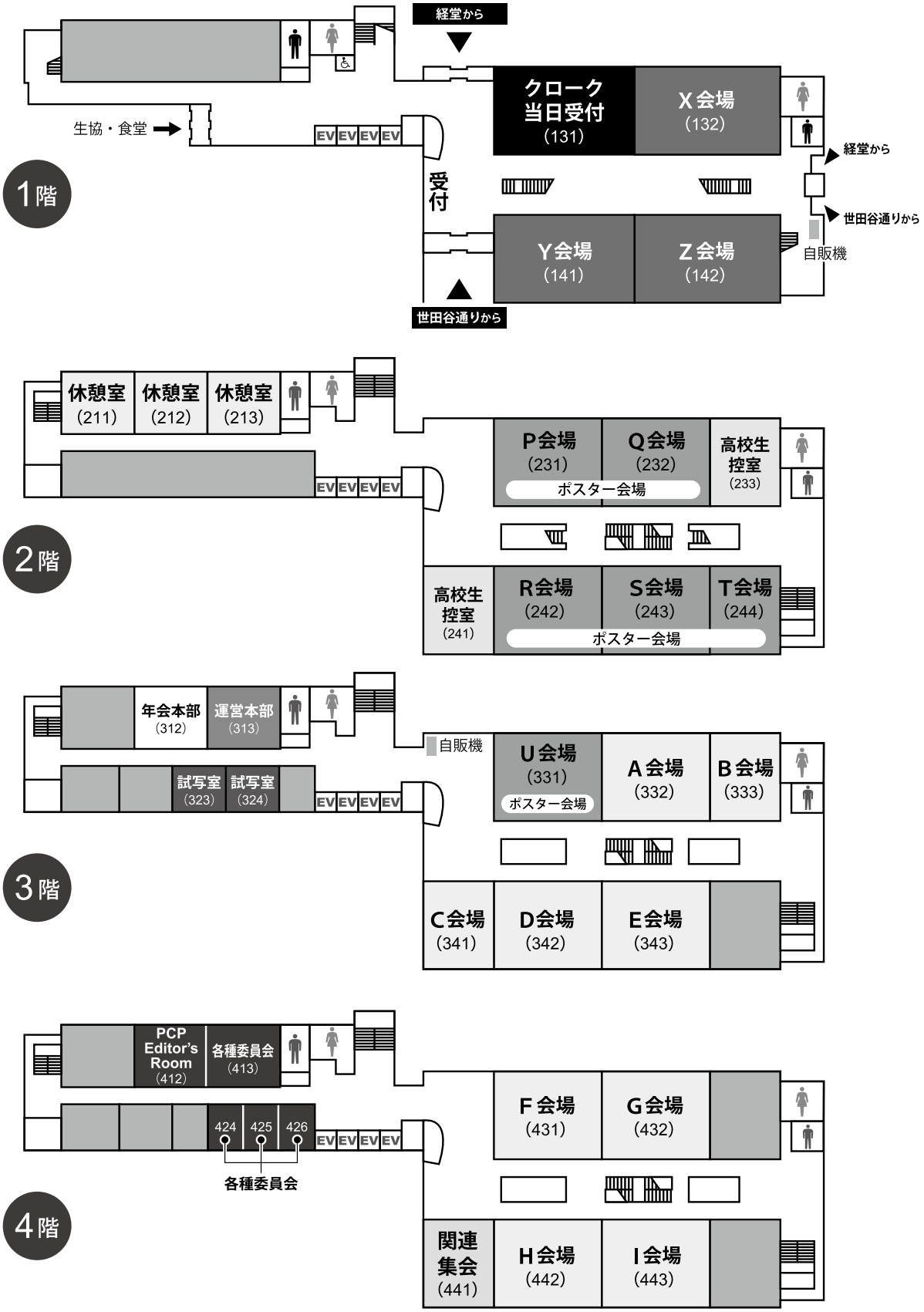
学会会員の皆様には，本企画を通して，次世代の植物科学の研究発表に対して，積極的に御討議・アドバイスしていただきますようお願い申し上げます．また，本研究発表会では特に優れた研究発表は，優秀賞として表彰いたします．優秀賞は，学会学会員の投票結果に基づいて決定します．学会会員の皆様は，指定の投票用紙を用いて投票よろしくお願いします．

高校生対象企画担当
東京大学 経塚淳子
東京大学 杉山宗隆

構内案内図


至 経堂
1階 受付／クローク
シンポジウム（X～Z会場）
2階 ポスター発表／高校生発表（P～T会場）
3階 口頭発表（A～E会場）
ポスター発表（U会場）
4階 口頭発表（F～I会場）
2～3階 機器・書籍展示
千歳門
生協購買部
受付入口
農大成人学校前
常磐松会館
1号館
農大アカデミア
センター
経堂門
桜丘門
・懇親会
（2階1821教室）
・昼食（すずしろ）
・懇親会（すずしろ）
・ミキサー（すずしろ）
18号館
・学会賞授賞式／受賞講演
・懇親会（グリーン）
・昼食（グリーン）
・ミキサー（グリーン）
17号館
百周年
記念講堂
用賀門
正 門
至 渋谷
至 成城

会場案内図


1階
経堂から
クローク
当日受付
(131)
X会場
(132)
生協・食堂
EV EV EV EV
受付
経堂から
世田谷通りから
自販機
Y会場
(141)
Z会場
(142)
世田谷通りから
2階
休憩室
(211)
休憩室
(212)
休憩室
(213)
P会場
(231)
Q会場
(232)
ポスター会場
高校生
控室
(233)
高校生
控室
(241)
R会場
(242)
S会場
(243)
T会場
(244)
ポスター会場
3階
年会本部
(312)
運営本部
(313)
自販機
試写室
(323)
試写室
(324)
U会場
(331)
ポスター会場
A会場
(332)
B会場
(333)
C会場
(341)
D会場
(342)
E会場
(343)
4階
PCP
Editor's
Room
(412)
各種委員会
(413)
424
425
426
各種委員会
F会場
(431)
G会場
(432)
関連
集会
(441)
H会場
(442)
I会場
(443)

高校生研究ポスター発表に参加される方へ

ポスター受付・掲出 9:30-10:00

講義棟 1F131 教室
参加証(名札)，要旨集などは発表毎に袋に入れてお渡しします.
参加証(名札)はキャンパス内では常に身につけておいてください.
ポスターはできれば 10:00 までに貼り付けるようよろしくお願いします.

高校生控え室 9:30-15:00

講義棟 2F233, 234 教室
荷物置き場はクローク(1F131 教室 8:30～16:30)をお使い下さい.

ポスター発表 11:00-14:00

講義棟二階　P,Q,R,S 会場
演題番号の表示ならびに貼り付け用のピンは, 大会実行委員会で準備させていただきます．演題番号はプログラムでご確認ください.
奇数番号は 11:00-12:30 をコアタイムとして，ポスター発表して質疑を受けて下さい.
偶数番号は 12:30-14:00 をコアタイムとして, ポスター発表して質疑を受けてください.
コアタイム以外の時間は自由に他のポスターを見聞し，討論にご参加ください.

昼食

年会期間中は会場内の学生食堂(11:00～14:00)および大学生協売店が利用できます. 会場の 1 号館 1 階ロビーにて弁当の販売も行う予定です．経堂駅からキャンパスまでの農大通りや，正門外の世田谷通り沿いに飲食店もあります.
高校生控え室で食事を取ってもかまいません.

ポスター撤収 14:30

ポスター撤収後，速やかに表彰式・閉会式会場にご移動よろしくお願いします.

表彰式・閉会式 15:00-15:30

講義等 1F 中央ロビー(受付・クローク脇)
表彰式・閉会式の直前に集合写真を撮らせていただきます.

写真撮影

ポスター発表の写真・ビデオを撮影する場合は，発表者の許可を必ず受けるようにして下さい．表彰式は，ご自由に撮影して頂いて構いません．なお，本大会の記録のため，会場内で実行委員会の公式カメラマンが撮影をいたしますので，予めご了承ください．

総合案合

講義棟 1 階 131 教室
Tel:090-1228-1995
e-mail:jspp2015@nacos.com

高校生対象企画担当

東京大学 経塚淳子
東京大学 杉山宗隆
東京大学 楢本悟史
東京大学 吉田明希子
東京大学 徳永浩樹

高校生研究ポスター発表　プログラム

P 会場

H-P01　花弁表皮に突起を持たないキキョウの研究

澤康一，鈴木萌絵，山本珠永

(静岡県立磐田南高等学校)

H-P02　コマツナの水耕栽培

内田健太，美濃地峻宏

(市川学園市川高等学校)

H-P03　バナナの皮のキリン化現象について

平瀬詩織，田端優貴，西井瑞季，東畑和真，牛若菜月，高橋亮蔵，田中美穂

(京都府立桃山高等学校)

H-P04　サリドマイドは植物にも効く！？

西井瑞季，田端優貴，平瀬詩織，東畑和真，牛若菜月，高橋亮蔵，田中美穂

(京都府立桃山高等学校)

H-P05　水草は空気中でも生きられるか

横山大河

(横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

H-P06　カタクリの花の向きと斜面の関係

田中麻衣，長谷川莉央，西尾早奈恵，伊佐次司，大竹優也，石原朋弥，

藤井杏紀

(岐阜県立加茂高等学校)

H-P07　スプラウトを用いた光屈性・重力屈性の条件検証

荒木美里，岩崎瑞希，甲斐絵理奈，本田鈴奈，岩崎亞貴子，松原華音

(熊本県立宇土中学校・宇土高等学校)

H-P08　シロツメクサの多葉形成と PALM1 の変異

大森裕介，岡本諒，佐野広之，畑花純

(岩手県立釜石高等学校)

H-P09　ゲンスケダイコンの 1 粒蒔きと 2 粒蒔きに見られる成長の違い～共太りはあるのか～

星野琳太郎

(石川県立小松高等学校)

H-P10　コウライテンナンショウの性転換について

古川雅登，藤田和輝

(青森県立弘前南高等学校)

H-P11　エチレンはどのようにカイワレダイコンの子葉をカールさせるのか～細胞レベルのメカニズムを探る～

久保裕亮

(茨城県立並木中等教育学校)

H-P12　昆布のフコダインが野菜の生育に及ぼす影響

小國和貴

(青森県立名久井農業高等学校)

H-P13　変化アサガオの秘密にせまる

野口輝，福井雄大，野村寿々香，千田晴翔

(奈良県立青翔高等学校　奈良県立青翔中学校)

H-P14　アブラナ科植物の耐塩性に関する研究 2 ～塩害農地を救え！～

松本健太郎，羽賀天海，星陽介，増子拓士

(福島県立会津学鳳中学校・高等学校)

H-P15　ニンニクは 10:30 に分裂するのか？～植物工場栽培の最適化を目指して～

松本光一

(福島県立会津学鳳中学校・高等学校)

H-P16　リンゴポリフェノール含有量の変化について

出貝諒河，川守田知穂

(青森県立名久井農業高等学校)

H-P17　シモンイモの大量増殖における好適培地の検索

相場北斗，中村優里，瀧本ぐみ，齊藤彼方

(群馬県立大泉高等学校)

Q 会場

H-Q01　紫外線がカイワレダイコンに与える影響

平田千遥

(茨城県立並木中等教育学校)

H-Q02　植物の成長における光の波長の影響

青木雄大，笠原誠也，菊池晃久

(東海大学付属第三高等学校)

H-Q03　サツキツツジの開花に与える夜間照明の影響

芦田奈菜，畠山瑞希

(和洋国府台女子高等学校)

H-Q04　光が与える植物への影響

勝井銀河，北林由貴

(東京都立多摩科学技術高等学校)

H-Q05　光に対する茎と根の反応

三瓶頼子

(横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

H-Q06　光がセロリに及ぼす影響

中山恭輔，佐々木敦也

(青森県立名久井農業高等学校)

H-Q07　光の波長が就眠運動に及ぼす影響

松井千乃，清板香帆，岩井楓，大森文恵

(ノートルダム清心学園　清心女子高等学校)

H-Q08　オジギソウの就眠運動における概日リズム

酒井佑奈

(開智高等学校)

H-Q09　気孔開閉運動から見る植物の環境適応

宝福勇元，梶木碩介，松竜ノ介，加賀三鈴，西林伶華

(東京大学教育学部附属中等教育学校)

H-Q10　植物はなぜ酸性ホスファターゼを分泌するのか

岡本和泉

(山梨県立韮崎高等学校)

H-Q11　高温耐性に優れたイネの品種改良

吉田朋実，佐藤滴

(岐阜県立岐阜農林高等学校)

H-Q12　遺伝子組み換え大豆の分布調査～私たちはどのくらい GM 大豆を食べているのか～

星百合華，宮森那知，宮森日緒菜

(福島県立会津学鳳中学校・高等学校)

H-Q13　コムギは地球温暖化に負けないのか

佐藤奈緒，元川知歩

(横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

H-Q14　山形県に適した山田錦を探す

鈴木昌樹

(鶴岡東高等学校)

H-Q15　御所柿のおいしさの謎にせまる！

北垣智哉，今井開斗，小石誠二，花井昭典，辻本敦紀，青木凛，美濃静香

(奈良県立青翔高等学校)

H-Q16　乾燥方法の違いによる米の品質の変化についての研究

明杖神奈，米本大樹

(愛知県立稲沢高等学校園芸科)

H-Q17　乾燥土壌で育つコムギは食糧危機を救えるか

元川知歩，佐藤奈緒

(横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

R 会場

H-R01　北海道上川盆地に分布するミゾソバの葉緑体ゲノムの遺伝変異

阿部勇人，中原正登，宮下陸，三木麟太郎，秋葉ののか，新田瑠佳

(北海道旭川西高等学校)

H-R02　クロロフィル蛍光から推定する葉の背腹性

久保田有紗，早野双葉，市川みなも，砂子坂美咲

(白梅学園高等学校)

H-R03　自作装置で測定した植物のクロロフィル蛍光

久保田有紗，早野双葉，市川みなも，砂子坂美咲

(白梅学園高等学校)

H-R04　光合成タンパク質ルビスコを調べる

棚橋優花，杉山瑛理佳

(岐阜県立岐阜農林高等学校)

H-R05　植物が効率良く日光を受けるメカニズム

櫻井昌克

(横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

H-R06　すごいぞ！オブツーサ！！～透明な細胞を持つ窓植物の戦略～

中尾遥奈

(横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

H-R07　ボルボックスのプロトプラスト化

樋口佳苗

(埼玉県立浦和第一女子高等学校)

H-R08　ヒカリモの黄金色の膜と栄養塩類・光との関係の研究

井上晴香，山崎朝子，大宮悠，佐々木華恋

(茨城県立日立第一高等学校)

H-R09　シャジクモ・ミルフラスコモによる放射性物質回収の基礎研究

菅野由真，柳澤愛，石井知希

(福島成蹊高等学校)

H-R10　放射性物質から作物を救う

草野敦大

(福島県立磐城高等学校)

H-R11　ミカヅキモによる汚染水から放射性物質の除去の可能性

石井知希，菅野由真，柳澤愛

(福島成蹊高等学校)

H-R12　水質浄化システム「バイオエンジン」の研究

嶋守雄大

(青森県立名久井農業高等学校)

H-R13　会津メダカから見る遺伝的攪乱～ご当地メダカを守れ～

高木菜々，夏井優果，花見佳奈子，皆川有香，矢澤香凜，亘菜音

(福島県立会津学鳳中学校・高等学校)

H-R14　農業用水上流部における水環境の調査

石原武，越智亮介，佐野佑，川上達也

(岡山理科大学附属高等学校)

H-R15　ミミズと耐水性団粒の関係～効率的なミミズ採取法の確立～

武田大介，浅川芽衣，高畑康平，杉山有暉，西條彩莉，武田宇響，武藤豊人

(福島県立会津学鳳中学校・高等学校)

H-R16　海藻類からのバイオエタノール製造

濱松郁美

(福島県立磐城高等学校)

H-R17　岡山市におけるキマダラカメムシの生態調査

加藤良彦，柴田将吾，光實想支

(岡山理科大学附属高等学校)

H-R18　野生酵母の分離

佐々木萌

(福島県立磐城高等学校)

H-R19　自家製ヨーグルトの安全性の検証

堀祐里香

(玉川学園高等部)

H-R20　松葉の機能性研究

柚木みなみ，海野琴未，乾夏樹，中田潤之介，増田彩香，望月桃子

(静岡県立静岡農業高等学校)

H-R21　ヒラタケの培養

照川悠海

(市川学園市川高等学校)

S 会場

H-S01　土壌微生物の働き～おいしいトマトを作ろう～

栁原みず季，萩原紗羅，小形幸司

(神奈川県立神奈川総合産業高等学校)

H-S02　マメ科植物と共生する根粒菌、その実態を追う

吉備沙羅

(横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

H-S03　アーバスキュラー菌根菌によるヤマユリの成長促進

宮崎智葉

(横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

H-S04　ノイバラの虫こぶ

渡部稔基

(市川学園市川高等学校)

H-S05　マングローブの抗菌作用について

村松さらら

(東京都立科学技術高等学校)

H-S06　治郎丸ホウレンソウ普及活動に関する研究について～ベト病にかからない栽培方法と成分分析について～

佐藤凪沙，佐藤瑠奈
(愛知県立稲沢高等学校園芸科)

H-S07　梅干しの抗菌効果

岡田紗弥
(玉川学園高等部)

H-S08　ハーブを用いた抗菌スプレーの作成のための研究

滑川裕那
(茨城県立日立第一高等学校)

H-S09　Allelopathy

松林陽太，平原雅史，清水利玖
(佐賀県立致遠館高等学校)

H-S10　アレロパシーの特徴を探る

古橋朋弥
(茨城県立日立第一高等学校)

H-S11　セイタカアワダチソウを利用した生物農薬の研究

遠山大樹，軽部亮佑，今矢智彬
(茨城県立並木中等教育学校)

H-S12　植物のアレロパシー活性の研究

相川紗輝
(安田女子高等学校)

H-S13　セイタカアワダチソウの部位によるアレロパシー作用の違い

伊美拓真
(市川学園市川高等学校)

H-S14　ケープタウンアサガオ(Ipomea indica)の他感物質によるレタスの発芽、生長に及ぼす影響

福地奈菜子，小杉悟，貫洞友輝，由利谷七海，丸山衣美理，渋谷岳斗，根本陵介，武内浩輝
(私立横須賀学院高等学校)

H-P01

花弁表皮に突起を持たないキキョウの研究

静岡県立磐田南高等学校　生物部１年
澤 康一・鈴木 萌絵・山本 珠永

目的：被子植物の約 80%は、その花弁の表皮に微小な突起を持つことが報告されている（Kay *et al*, 1981）。花弁表皮の突起については、ケンブリッジ大学の Glover 博士のグループによる、一連のキンギョソウの研究が興味深い。キンギョソウには、MYB 転写因子に分類され、花弁表皮に突起を形成させる働きを持つ遺伝子が複数ある（Brockington *et al*, 2012）。その中の *MIXTA* と名付けられた遺伝子の突然変異体の研究では、花弁表皮の突起を失った突然変異体は、ベルベットのような質感を持つ正常な個体の花に比べて冴えない花色に見え、実際に両者を比較すると、突然変異体の方が花粉媒介者を呼びにくいことが証明された（Glover & Martin, 1998）。これらの文献調査に基づき、平成 23 年度の SEM による植物観察の結果、８種類の被子植物中でただ 1 種突起を持たないことが分かったキキョウについて、次の３つの疑問を解決することを目的として、研究に取り組んだ。

１．花弁表皮に突起を持たないキキョウは花粉媒介者を呼べるのか。
２．呼べるならば、キキョウの花が花粉媒介者を引きつける突起以外の要因は何か。
３．キキョウの花弁表皮に突起が形成されない遺伝的メカニズムは何か。

実験方法

１．キキョウの群落において訪花昆虫調査を行い、写真を撮影して記録を取った。
２．キキョウが訪花昆虫を引きつける要因は花色（青紫色）であると考え、青紫色の花は花弁表皮の突起を必要としないという仮説（以下、青い花仮説）を立てて、キキョウを含む９種類の青紫色の花を持つ被子植物について、花弁の断面の光学顕微鏡観察を行った。次に考えられる要因として紫外線の反射の度合いを想定し、キキョウを含む複数種類の花の紫外線写真を撮影した。
３．キンギョソウにおける *MIXTA* と同じ働きを持つ、*MIXTA* 類似遺伝子に注目した。キキョウの蕾から抽出した全 mRNA から cDNA ライブラリーを得て、設計した縮重プライマーを用い、*MIXTA* 類似遺伝子の転写産物の部分的増幅を行った後、解読した配列に基づき、RACE 法のためのプライマーを新たに設計した。RACE-PCR の結果から、抽出された mRNA の全長配列を解読した。

結果

１．７月から９月にかけて２年間で４回の観察を行い、９科 10 属 11 種の昆虫の訪花を写真に記録した。
２．９種類中６種類の花弁表皮に明瞭な突起が確認されたため、青い花仮説は否定された。紫外線写真を撮影した結果、キキョウは花全体で強く紫外線を反射しており、葉などの他の部位よりも、紫外線の反射の度合いが大きいことが分かった。キキョウ科の他の植物では、花弁表皮に突起を持ち、紫外線も強く反射するものも確認された。
３．解読された塩基配列は 1173bp で、これにより指定されるアミノ酸は 391 個である。キンギョソウ由来の *MIXTA* に比較して、アミノ酸残基数が 70 多いことが分かった。

考察：紫外線をよく反射するというキキョウの花弁の性質は、突起を持たないため目立ちにくいと考えられる花のアピール点かと思われたが、突起と高い紫外線反射性を併せ持つ植物も確認されたため、新たな仮説を立てる必要が生じた。そこでさらに考えると、キキョウの花の大きさ（直径４～６㎝）が要因として浮上した。Ohara & Higashi (1994)によれば、エゾエンゴサクの開花中の群落では、大きな花序を持つものほどエゾオオマルハナバチによる訪花の頻度が高い。花や花序の大きさが昆虫の訪花頻度に影響を与えるという同様の報告は多い。この他にも、今回は調査しなかった蜜の量や香りなど、複数の要因が組み合わされている可能性がある。

今回発見したキキョウの *MIXTA* 類似遺伝子を *MIXTA* と比較すると、前半で指定されるアミノ酸配列はほぼ一致していたが、後半では違いが大きかった。このことは、MYB 転写因子の DNA 結合ドメインにおいて両者の類似性は高く、転写活性化ドメインでは違いが大きいことを示唆する。植物の MYB 転写因子の遺伝子ファミリーは大きく、DNA 結合ドメインの保存性は高いが、転写活性化ドメインは様々であり、その領域の違いによって遺伝子の機能の多様性が生じることが指摘されている（浦尾 他、1995）。したがって、今回得られたキキョウの蕾で発現している *MIXTA* 類似遺伝子は、花弁表皮に突起を形成させる作用を持っていない可能性がある。

H-P02

コマツナの水耕栽培

市川高等学校２年　内田 健太･美濃地 峻宏

目的：近年、人口の増加、農地の減少等から将来の食糧不足が懸念されている。そんななか新たな植物栽培方法として注目を浴びる水耕栽培を用いて食糧不足を解決するために、水耕栽培の生産性向上に必要なものを調べようと思った。

実験方法：

●下準備

コマツナの種を濡らしたシャーレの上にまきコマツナが成長したら、半数をスポンジに植え替え、根が溶液に浸るよう注意して溶液 6.5L が入った容器に浮かべた。また残りの半数はプランターに植え替えた。

●実験１

前者のコマツナを水に浮かべ後者のコマツナと成長の速さを観察した。

●実験２

前者のコマツナを硝酸 1mol を加えた溶液に浮かべ、プランターに植え替えたコマツナと成長の速さを観察した。

●実験３(実験１改)

実験１の容器にエアーポンプをいれ再び実験１と同じ実験を行った

結果；

●実験１

プランターで育てたコマツナのほうが成長が早かった

●実験２

プランターで育てたコマツナのほうが成長が早かった

●実験３(実験１改)

水に浮かべたコマツナのほうが成長が早かった

考察

根が水中に浸かっていても植物は根からの酸素の吸収を変わらず行うためプランターで育てたコマツナの方が成長が早かったのではないか

水耕栽培を行う際エアーポンプ等を用いて酸素を常に供給しなければ植物は溶液内の酸素を吸収しきって根腐れを起こし、生産性が落ちる

H-P03

バナナの皮のキリン化現象について

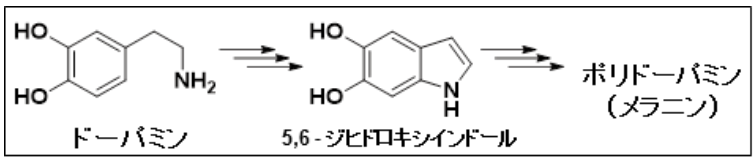
京都府立桃山高等学校　グローバルサイエンス部

平瀬 詩織、西井 瑞季、田端 優貴、東畑 和真、牛若 菜月、田中 美穂、髙橋 亮蔵

指導教官　加藤 正宏

【 目　的 】

バナナ果皮は、その成熟に伴い、褐色化する。この現象は、「皮中のドーパミンが酵素の作用等で重合し、ポリドーパミン（メラニン）が生成すること」が原因であると言われている。しかし、「なぜ“斑点状”に褐色化するのか」、この理由については、はっきりしていない。そこで、「“斑点状”に褐色化するメカニズムの解明」を目的に研究を行った。



今回、（1）バナナ果皮の褐色化現象の温度依存性、（2）バナナ果皮中のドーパミンの抽出、について研究結果を発表する。なお、バナナ果皮が斑点状に褐色化した状態がキリンの皮膚模様に似ているので、「果皮の斑点化現象」を「キリン化現象」と呼んでいる。

【 実 験 方 法 】

（1）バナナ果皮の褐色化現象の温度依存性

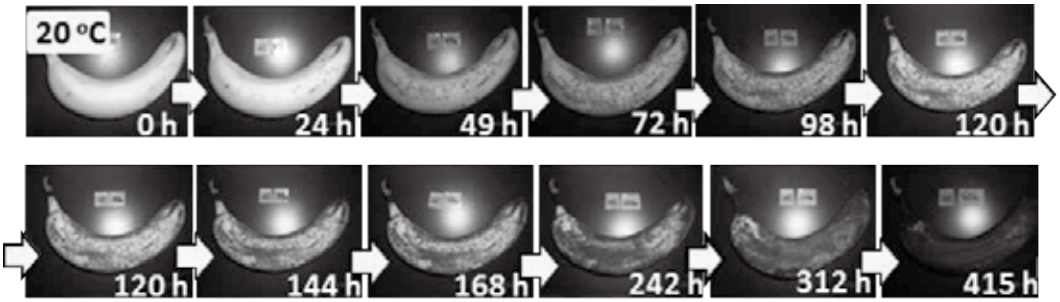
各温度（-10 ～ 200 ℃）の装置内にバナナ（甘熟王：Sumiflu）3 本を静置し観察する。

（2）バナナ果皮中のドーパミンの抽出

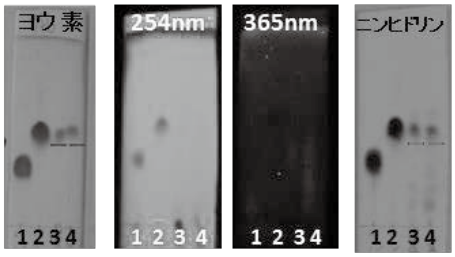
①果皮を抽出溶媒に浸漬し、ミキサーにかける。 ②ろ過後、TLC で分析する。

【 結　果 】

（1）20 ℃、30 ℃時のみ、明確なキリン化現象（“斑点状”褐色化現象）が観察された。



（2）2 mol/L 塩酸およびメタノールにて、ドーパミンの抽出に成功した。



＜展開溶媒＞
n-ブタノール：酢酸：水 ＝ 4：1：1

＜サンプル＞
1：L-ドーパ　　2：ドーパミン
3：塩酸抽出液　　4：メタノール抽出液

【 考　察 】

酵素が失活するような温度（200℃）でも、褐色化が観察された。高温下と低温下では、ドーパミンの重合メカニズムは異なっているかもしれない。また、ポリドーパミンの化学構造も異なっているかもしれない。

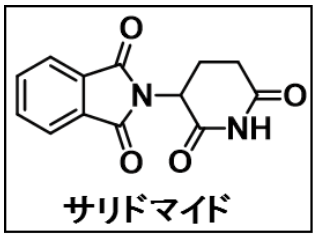
H-P04

サリドマイドは植物にも効く！？

京都府立桃山高等学校　グローバルサイエンス部
西井 瑞季、平瀬 詩織、田端 優貴、東畑 和真、牛若 菜月、田中 美穂、髙橋 亮蔵
指導教官　加藤 正宏

【 目　的 】

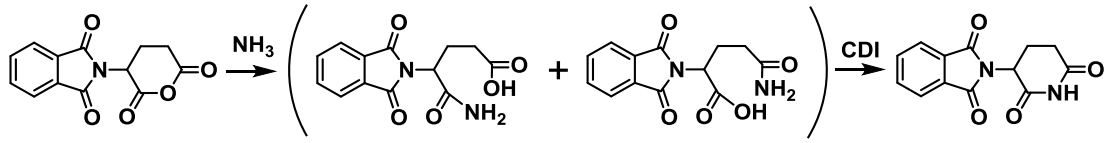
サリドマイドは、鎮静剤として開発されたが、ヒトなどの動物に対する催奇性のために市場から撤退していた。しかし、多発性骨髄腫等に対する有効性が示され、1990 年代からその処方が再認可されている。また最近になって、サイドマイドの標的因子としてセレブロンが単離・同定され、催奇性の分子機構が解明された。このように、今現在でも研究対象となっているサリドマイドであるが、これまでに、植物に対する効果を示した報告例はないようである。



サリドマイドは植物にも効果を示すのであろうか。本研究の目的はこの疑問に対する答えを出すことである。

【 実 験 方 法 】

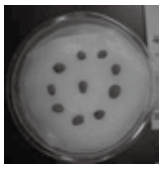
（1）サリドマイドの合成　：　既報を参考にして、以下の経路で合成する。



（2）カイワレダイコン種子の発芽と成長に対する影響

①サリドマイド水溶液を浸した脱脂綿上に種子 10 粒置く（右写真）。

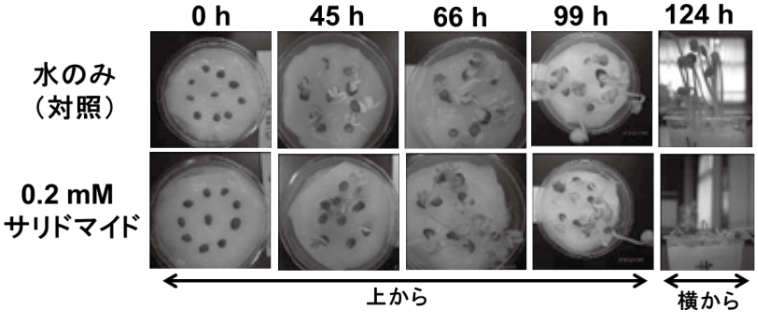
②20 ℃、遮光下で静置する。



【 結　果 】

（1）白色の結晶を得た。機器分析等の結果より、サリドマイドの合成に成功したと考えられる（総収率 70 %）。

（2）発芽率や茎長に有意差は観察されなかった。しかし、茎の強度に影響を与えた（右写真）。



【 考　察 】

サリドマイド投与群は、明らかに茎が弱っていた。この原因は、植物にも存在すると考えられているセレブロンに対する作用の影響かもしれない。または、サリドマイドと植物ホルモンのオーキシンが化学構造的に近いので、オーキシン活性を阻害したのかもしれない。

H-P05

水草は空気中でも生きられるか

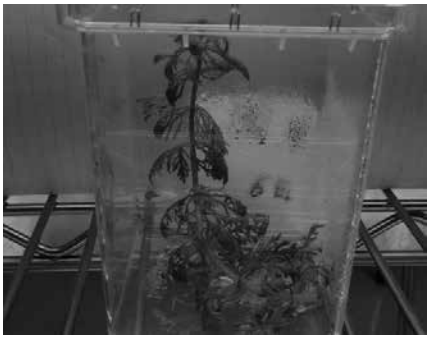
横浜市立横浜サイエンスフロンティア高校
横山大河
研究指導　中川知己（明治大学）　矢部重樹教諭

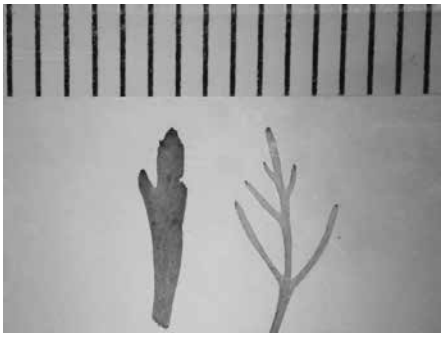
目的：植物というものは、進化の歴史をたどると、水中生活を営んでいた藻類から、陸上生活を営む種子植物へと進化をしてきた。水中と陸上ではそれぞれ環境が大きく異なるため、この間には乾燥や栄養の吸収において、大きな変化が生じたと予想される。一方で現在の陸上植物は、逆に水中では生育が難しいと考えられる。私はこの植物が陸上と水中でそれぞれどのように適応しているのかに興味をもった。今回用いたこのキクモという水草は、水中で根を生やす一方、水面から出ても生長をし、さらにそこでの空気に触れている葉と水中の葉の見た目が大きく異なるという特徴を持っている。しかし、空気中でも生きることのできる葉は、新しく先端から生えた葉のみで、もともと水中で育っていた葉は、空気中に出しても枯れてしまう。そこで、自然界では空気中で生きられない水中葉の乾燥耐性も強くできる方法はないかと考え、実験を行った。

実験方法：二つのキクモを用いる。一方のキクモは水中で育て、もう一方はほとんど水の入っていない密閉容器のなかで育てる。約 20 日間密閉容器中で育てたキクモと、水中で育てたキクモを同時に空気中に置き、それぞれの変化を観察。

結果：約 20 日間密閉容器中で育てたキクモは、空気中に出しても、枯れないことが分かった。

考察：キクモは、周りの環境の湿度を急激に下げると枯れてしまうが、ある一定の期間、湿度の高い環境に慣れさせると、室内の空気中でも育つ、乾燥耐性の強い個体を作ることができると考える。





H-P06

カタクリの花の向きと斜面の関係

岐阜県立加茂高等学校　自然科学部
田中麻衣・長谷川莉央・西尾早奈恵・伊佐次司・大竹優也・石原朋弥・藤井杏紀

目的：カタクリ群生地を訪れた際に、斜面に咲くカタクリは斜面の傾斜方向を向いて咲いているようだった。ヒマワリがつぼみの時には太陽の方向を向き、咲く頃には東を向くように、カタクリにも花の向きには方向性があり、「カタクリの花は斜面の傾斜方向を向いて咲く」のではないかと考え、研究をおこなった。

研究の方法：カタクリの咲く斜面に、１ｍ四方の枠を辺の向きが東西・南北となるように置き、調査区とする。調査区の斜面の向きと傾斜、カタクリの花の向きを測定し、斜面とカタクリの花の向きの関係を調べた。

結果：調査は岐阜県可児市鳩吹山北麓、富加町夕田、高山市清見町大原の４カ所５地点でおこない、780 個体を測定した。その結果、カタクリの花は斜面の傾斜方向を向いて咲き、斜面の傾斜が大きくなるほど、花の向きがそろう傾向があった（図１）。また、調査地点ごとのカタクリの花の向きは、斜面の傾斜方向より、鳩吹山ではやや東に、富加町ではやや西に、清見町ではやや南にそれぞれ偏っていた（図２）。

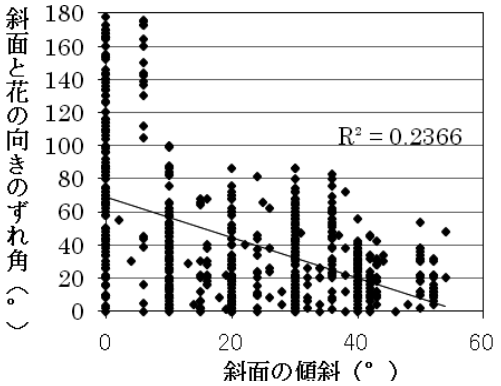


図１　斜面の角度とカタクリの向き

考察：カタクリの花は斜面の傾斜方向を向いて咲くことが明らかとなった。しかし、傾斜が大きくなっても完全には一致しない。それぞれの調査地点の花の向きが斜面方向から偏っていることと地形に着目すると、花の向きは地形の開けた方角に偏っていることがわかった（図２）。地形の開けた方角は明るく、カタクリは明るい方角を向いて咲くことで、花の向きが斜面方向から偏ると考えられる。斜面では傾斜方向の方が斜面側より明るい。このため、カタクリは明るい方向を向いて咲いた結果、斜面方向を向くことになると推定される。

カタクリの花はうつむくように下向きに咲くため、虫は下から回り込む必要がある。花と斜面の間の空間は、傾斜方向では広く、斜面上向きでは狭い。そして傾斜が大きいほど、空間の差は大きくなる。カタクリは傾斜方向を向いて咲くことで、花の下の空間が大きくなり、花を訪れる虫の行動する空間を確保することになる。これは調査結果と矛盾しない。多くの虫が訪れることで、カタクリは結実しやすくなると考えられる。

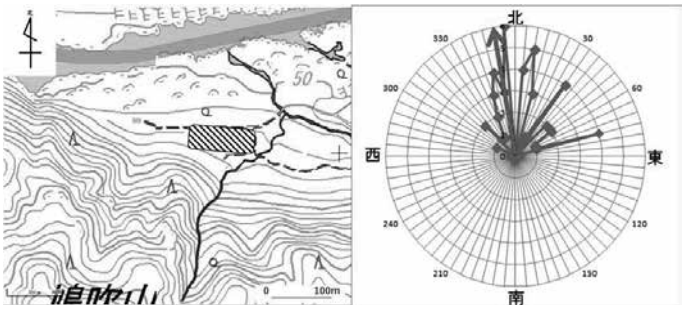


図２　鳩吹山北麓の調査地点とカタクリの花の向き

斜線部が調査地点、グラフの矢印が斜面の傾斜方向

調査地点の西では尾根が北に張り出し、北東はなだらかな地形となっている。花は傾斜方向よりも東側を向いて咲く。

H-P07

スプラウトを用いた光屈性・重力屈性の条件検証

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」
荒木 美里　岩﨑 亞貴子　岩﨑 瑞希　甲斐 絵理奈　本田 鈴奈　松原 華音

１．目的

植物は、植物ホルモンの働きによって環境の変化に対して反応をする。植物の成長は、植物ホルモンであるオーキシンの濃度によって促進されたり、抑制されたりし、その濃度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、私たちはオーキシンの濃度差によって示される光屈性や重力屈性が、どのような条件で起こるかに注目をし、カイワレダイコン *Raphanus sativus*（以下：スプラウトを称する）を用いて、光を感知する「先端部」、光屈性を示す「温度」、光照射時間と「屈曲率」の関係、そして重力屈性を示す幼芽の「屈曲開始点」を検証することにした。

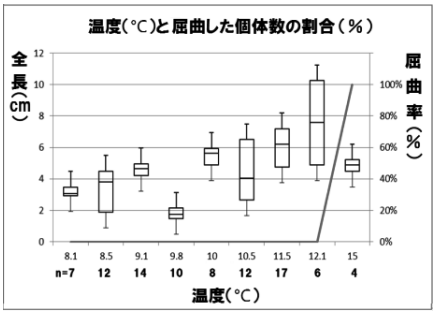
２．実験方法

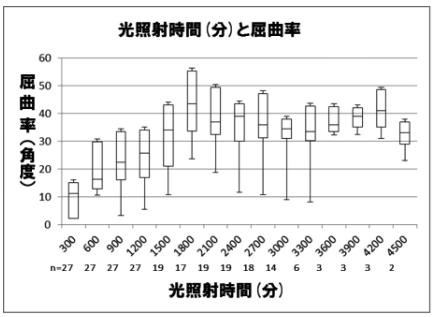
1%寒天を培地とし、卓上型人工気象器で 25℃、赤色光（650～720nm）を照射して発芽、生育したカイワレダイコンを用いて、以下の(1)～(4)を行った。

(1) 先端部を切除して切断率［%］（切断した先端部／全長）を設定した後、側面から LED 光源装置で照射し、光屈性をする割合を求める。
(2) 一定温度下で、側面から LED 光源装置で照射し、光屈性を示す個体数を求める。
(3) 側面からの光照射時間と屈曲率（重力軸と屈曲した先端部がなす角度）を求める。
(4) 発芽後、重力軸に対して 90°倒す。１日経過後、全長と幼芽の基部から屈曲をする点までの直線の長さ（以下：屈曲開始点と称する）の関係を求める。

３．結果

(1) 切断率 30%未満では光屈性を示すのに対し、30%以上では光屈性を示さなかった。
(2) 全長に関係なく、12℃以下では光屈性を示さなかった。（Fig.1）
(3) 光照射 180 分以内で光屈性を示し、180 分以降は屈曲率の変化が小さくなった。（Fig.2）
(4) 全長が長く屈曲開始点が 60mm 以上になると負の重力屈性を示す個体数が減少した。(Fig.3)



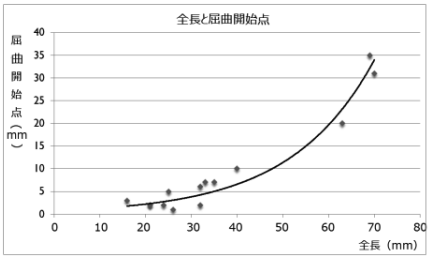


４．考察

(1) 切断率から光を感知する先端部と推定されるのは先端から 30%未満の部位であると考えられる。
(2) 12～15℃で温度と光屈性の関係が考えられる。
(3) 光感知から光屈性を示すまでの時間は比較的、短時間だと考えられる。
(4) 屈曲開始点と全長の関係が考えられる。

５．結論

切断率から先端部といえる部位を推定する可能性を示すことができた。光屈性を示す温度や光屈性を示す光照射時間を求めていくことが今後の展望である。また、重力屈性を示さなくなる個体から負の重力屈性を示す力を求めることも検討している。



H-P08

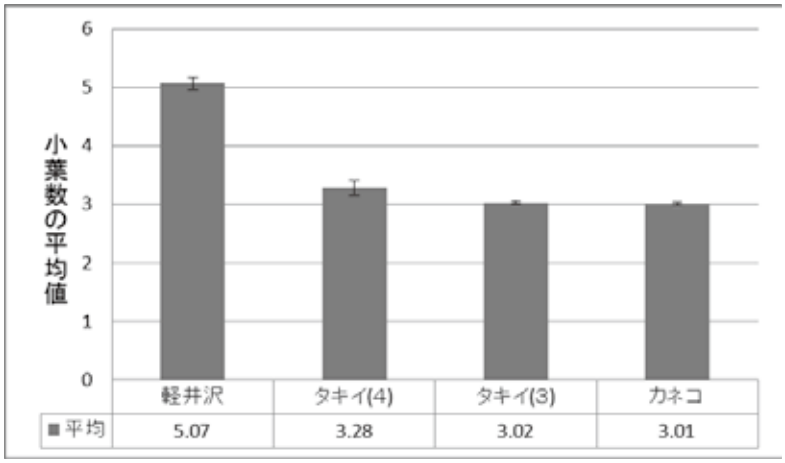
シロツメクサの多葉形成と PALM1 の変異

岩手県立釜石高等学校　課題研究・生物研究班
大森裕介・岡本　諒・佐野広之・畑　花純

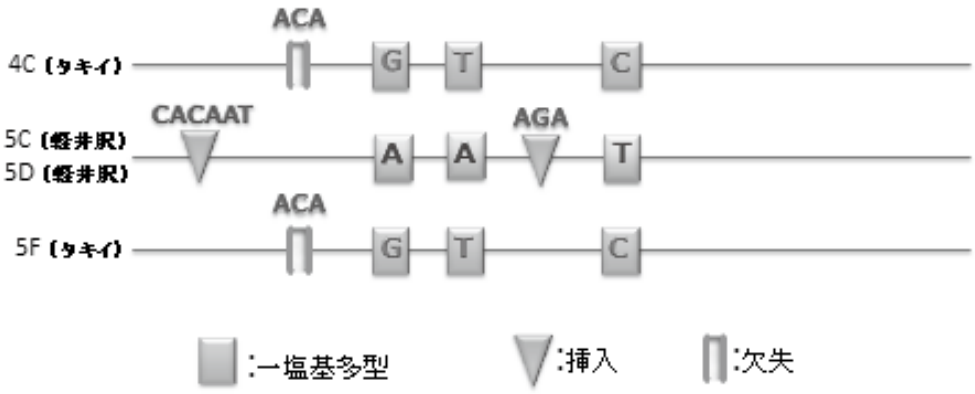
目的：四つ葉のクローバーがどのようにして生じるのか興味を持ち、先輩方の研究を引き継いだ。昨年度は、野生に生えているシロツメクサを採取し、三つ葉または四つ葉における葉柄から小葉柄にかけての維管束数の変化および RAPD−PCR 法を用いて DNA 多型の違いを分析した。今年度は、シロツメクサのさまざまな株を入手し、それぞれの小葉形成過程を観察するとともに、PALM1 遺伝子の塩基配列を比較した。
実験方法：材料はシロツメクサ(*Trifolium repens* L.)の種子（カネコ種苗およびタキイ種苗）を平成 26 年 3 月に播種し、生育させた植物体および苗（軽井沢ファーム）を用いた。ゲノム DNA は各個体の小葉から Plant DNA Isolation Reagent（タカラバイオ）を用いて抽出した。その後、フェノール・クロロフォルム処理で精製した後、分光光度計（JASCO V-630 VIO）を用いて、最終濃度 50ng/μl に調整した。PALM1 遺伝子は、PCR によって増幅、PCR clean-up（タカラバイオ）を用いて精製、その後、塩基配列解析をタカラバイオへ委託した。

結果：

（１）小葉数の比較



（２）PALM1 遺伝子の比較



H-P09

ゲンスケダイコンの 1 粒蒔きと 2 粒蒔きに見られる成長の違い

～共太りはあるのか～

石川県立 小松高等学校 生物部
2 年　徳井祐梨子　新田真理　小澤優貴　　1 年　星野琳太郎

１　動機・目的

「源助大根」は金沢市の農家、松本佐一郎さんが作出したダイコンで、現在はその子である惲さんと、孫である充明さんが中心となって年間約 200t を生産している。源助大根の産地である金沢市打木地区では、ダイコンを栽培開始時に 1 ヶ所につき 2 粒ずつ播種する。理由の 1 つは 2 粒ずつ蒔くと「共太り」のためダイコンの成長が速くなるといわれているからである。私たちは、1 粒蒔いても 2 粒蒔いても成長に違いはないのではないかと考え、観察を行った。

また、現在、様々な種苗会社が「源助大根」の種子を生産、販売している。しかし、この種子は作出者である松本さんが採種した系統とは異なる。そこで私たちは、各種苗会社で生産、販売されている「源助大根」と、松本さんが採種した「源助大根」の特徴を比較した。

２　実験方法

学校の圃場に種苗会社 4 社の「源助大根（固定種 3 種と F_1 種 1 種)」をそれぞれ 23 株（1 粒蒔きと 2 粒蒔きを各 23 ヶ所）播種し、子葉の大きさ、胚軸長、本葉長、本葉の枚数を、1 日おきに計測を行った。

また、松本さんにご協力いただき、松本さんの圃場に 2 粒蒔きで「源助大根」を植え、そのうち、1 個体しか発芽しなかったものを 1 粒蒔きとみなし、収穫まで 2 ヶ月間、学校の圃場と同様の項目で 1 週間ごとに計測を行った。また、収穫後は上記項目に加えて、生重量、根長、根の太さ、小葉数を計測した。

３　結果

学校の圃場では、F_1 種では間引き前と間引き後ともに、1 粒蒔きと 2 粒蒔きの間で、2 粒播きの個体が有意に大きかった。それ以外の 3 種では、間引き前の生育初期には有意差が見られたものもあるが、間引き後には有意差は見られなくなった。

また、松本さんの圃場では、播種から 3 週間後（間引き後 1 週間）までは 1 粒蒔きと 2 粒蒔きの間で、2 粒播きの個体が有意に大きかったが、それ以降に有意差は見られなかった。

４　考察・結論

収穫時の成長に違いはないと考えた。2 粒ずつで種を蒔くとダイコンの成長が速くなるといわれているのは、子葉の長さを見て判断したのではないかと考えた。

H-P10

コウライテンナンショウの性転換について

青森県立弘前南高等学校　自然科学部
古川 雅登 ・藤田 和輝

目的：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、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しています。

コウライテンナンショウはサトイモ科のテンナンショウ属別名「マムシグサ」と呼ばれ、日本でも広く分布しています。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構造に大きな違いを生じます。
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きます。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の調査と室内での生育実験を行いました。

実験方法：調査場所は白神山地および弘前市南部に位置する久渡寺という山麓で、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・照度を記録し、各データの相関関係を探りました。
白神山地では縦１５メートル、横１５メートルの範囲で区画を設定し、観察対象に印をつけて、調査を行っています。また久渡寺では群落で生育しておりこちらも個体の位置を記録して調査しています。室内飼育している個体は球根がさら分岐しクローン化しているので、それを分けて栽培しています。現在は遺伝的に同一なこれらクローン球根を栽培して、より明確な雌雄分化の条件を探っています。

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 14㎜ 付近が雌雄の境界線といえる。（図１）
・雌雄と土壌の栄養状態（EC、ｐH）に相関はみられなかった。
⇒土壌ではなく光合成量の違いによる生長量の差が雌雄分化の要因ではないかと考え、各個体生息域の照度、個体の葉の枚数（図２）を測定したがここでも明確な相関は得られなかった。

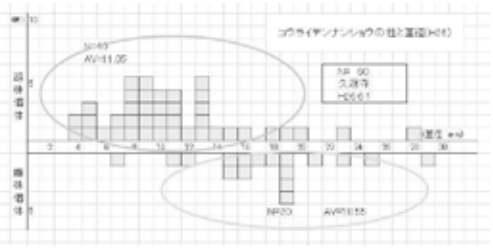


図１

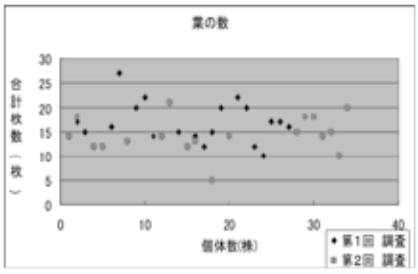
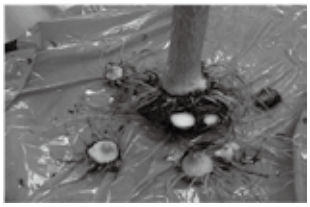


図２



考察と今後の展望：野外調査では雌雄分化との相関として明確な関係があるのは個体サイズのみであった。今後は室内実験でクローンを活用し、与える条件の違いを限定しながら雌雄分化および自家受精の有無について調べていく。

H-P11

エチレンはどのようにカイワレダイコンの子葉をカールさせるのか
～細胞レベルのメカニズムを探る～

茨城県立並木中等教育学校
久保裕亮

【背景・目的】

カイワレダイコンを密閉容器の中で育てると，子葉の形が市販のものと異なっていることに気付いた。この現象は密閉して育てたときに起きたため，植物ホルモンの中で唯一常温で気体で存在するエチレンが，カイワレダイコン自身で生成されて濃度が上昇したことが原因ではないかと考えた。2013 年の研究で，外から与えたエチレンがカイワレダイコンの子葉に対して，下向きに巻くように曲がる「カーリング」という現象（図 1）を誘導することを明らかにした。本研究では，カーリングの細胞レベルのメカニズムを明らかにすることを目的とした。

【研究方法】

カイワレダイコンのまっすぐな子葉と，エチレンを与えて育てたカイワレダイコンのカーリングした子葉において，切片を作成した。トルイジンブルーを用いて細胞壁を染色した。光学顕微鏡を用いて切片の画像（図 2）を作成した。これをもとに，細胞の横方向の成長と縦方向の成長について，細胞の数と長さを調べた。

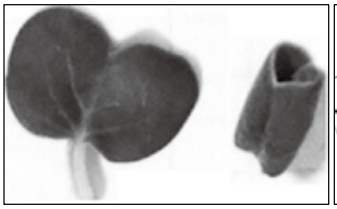


図 1（左）まっすぐな子葉
（右）カーリングした子葉

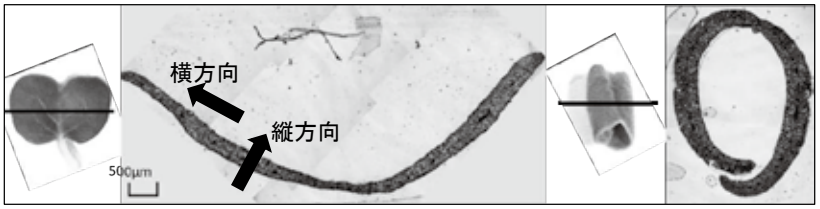


図 2 （左）まっすぐな子葉の切片 （右）カーリングした子葉の切片

【結果・考察】

子葉の切片における葉肉細胞の数・長さの測定から，まっすぐな子葉とカーリングした子葉において，細胞数に有意差は見られなかった。また，カーリングした子葉において，裏側の細胞の横方向の成長が抑制されていることが分かった。この結果から、カーリングの細胞レベルのメカニズムは，エチレンが子葉の細胞分裂には影響を与えず，裏側の細胞の横方向の成長を抑制することだと明らかになった（図 3)。エチレンの影響でトマトの本葉がカーリングするメカニズムは、表側の細胞の横方向の成長が促進される「上偏生長」という現象であると報告されている (Jackson & Campbell, 1976)。本研究で明らかになった，カイワレダイコンの子葉におけるカーリングの細胞レベルのメカニズムは，これまで知られていた器官が曲がるメカニズムとは異なるものだった（図 4)。

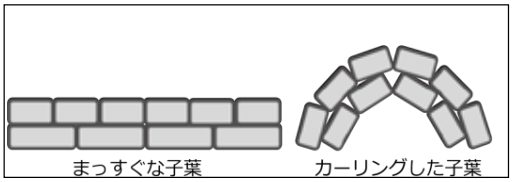


図 3 カーリングの細胞レベルのメカニズム

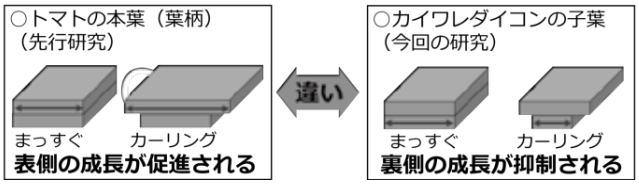


図 4 カーリングのメカニズムの先行研究との比較

H-P12

昆布のフコダインが野菜の生育に及ぼす影響

青森県立名久井農業高等学校
生物生産科２年　小國　和輝

１　研究の目的

フコダインは、硫酸多糖の一種で健康食品としての知名度が高く、コンブやワカメなど褐藻類の粘質物に多く含まれる食物繊維である。青森県大間町は真昆布の産地であるが、生産過程で発生する規格外昆布は未活用資源としてその活用方法が注目されている。

そこで、真昆布の施用が野菜に与える影響を明らかにし、未活用資源の有効性とその効果について調査した。

２　材料および方法

（１）供試材料　トマト（品種：桃太郎エイト）、ほうれんそう（品種：朝霧）

（２）試 験 区

①トマト（ハウス栽培：６月～９月）

無 処 理 区
昆布液肥区（真昆布チップを煮沸した原液を１００倍に希釈したもの）
昆布チップ区（真昆布チップのみ）
混　合　区（真昆布チップ＋昆布液肥＋ササ肥料）

②ほうれんそう（ハウス無加温栽培：9 月～１２月）

無 処 理 区
100 倍希釈区（昆布抽出液を 100 倍希釈したもの）
50 倍希釈区（昆布抽出液を　50 倍希釈したもの）
10 倍希釈区（昆布抽出液を　10 倍希釈したもの）
原　液　区（真昆布 200g を 1 リットルの水で煮沸したもの）

３　結果

トマトの品質調査では、昆布を施用した試験区で糖度が高くなった。収穫した重量でもその傾向が顕著であった。また、ほうれんそうの生育調査では、無処理区に比べて草丈や葉数に増加傾向がみられ、特に 50 倍希釈区でその傾向が顕著であった。さらに収穫した重量および糖度においても昆布施肥区で有意な差がみられた。

４　考察

草丈や葉数増加に及ぼす要因は、昆布に含まれる肥料養分が関係していると思われる。トマトとほうれんそうの糖度向上については、アミノ酸に代表されるフコダインが関与しているのと考えられる。これらはトマトなどの果菜類やほうれんそうなどの葉菜類によって、施肥方法を区別しながら施用する方法は極めて有効であると考えられる。しかしながら、植物体内に含まれるアミノ酸含有量の測定については実施していないため、今後それらの機能性成分の分析についても調査していきたい。

H-P13

変化アサガオの秘密にせまる

奈良県立青翔高等学校　・奈良県立青翔中学校
野口　輝・福井　雄大・野村　寿々香・千田　晴翔

〈　目的　〉
①形態がセイヨウアサガオとどのように異なるかを明らかにすること。
②なぜ一種類の種子から複数の形態をもつ株が生じるのかを明らかにすること。
③なぜ、そのうちの一種類は種子ができないのかを明らかにすること。
④種子ができない株はどのようにして次世代に残すのかを明らかにすること。

〈　実験方法　〉
材料
変化アサガオの種子　　４種類
　１　青水晶斑入渦柳葉木立淡藤色爪覆輪撫子采咲　（青水晶と省略する）
　２　青抱常葉瑠璃色丸咲　（青抱常葉と省略する）
　３　青打込堺渦柳葉白撫子采咲　（青打込堺と省略する）
　４　紫閃の風車
方法
①４種類の種子を２０１４年６月１２日にまいた。
青水晶１６粒　青抱常葉７粒　青打込堺２７粒　紫閃の風車７１粒
②平日は毎日、花、葉、茎の形態を観察した。
③花弁、葉の裏表、おしべ、めしべ、子房、花粉をルーペと実体顕微鏡で観察した。

〈　結果　〉アサガオは約 1200 年前に日本へ持ち込まれ、野生型は青く丸い花と三つに尖る葉である。しかし、我々が栽培した変化アサガオ４品種には、花弁、葉、おしべ、めしべの形態の異常が観察された。以下が形態異常の代表的な変異である。
青水晶：柳の葉の様に細長い葉、花弁はナデシコのような形態で種子を形成しない株（図 1－1）
　　この株は柱頭が３裂した（図 1－2）。
青抱常葉：縁が内側へ巻きこむ葉、花弁はリンドウのような形態で種子を形成しない株（図 2）
　　この株はおしべが形成不全であった。また、気孔の数が表裏でほぼ同じであった。
青打込堺：野生型の葉、花弁は筒がやや太い株
紫閃の風車：野生型の葉、花弁は 5 裂し先端がとがり、種子を形成しない株（図 3）

図 1－1 青水晶

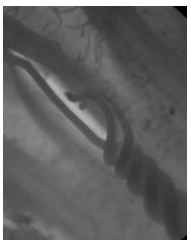


図 1－2 青水晶柱頭

図 2 青抱常葉

図 3 紫閃の風車

〈　考察　〉青水晶の花弁の深裂する個体は柱頭も 3 裂することから、花弁の深裂と柱頭の 3 裂は同じ遺伝子が関係すると考えた。また、青抱常葉の花弁が表側へ巻き込む株は、葉の表裏の気孔の数がほぼ同数であることから、葉と花弁の表裏の軸形成遺伝子に変異があると考えられる。

アブラナ科植物の耐塩性に関する研究 2　～塩害農地を救え！～

福島県立会津学鳳高等学校　アブラナ班　　松本健太郎　羽賀天海　星陽介　増子拓士

1. 研究背景

アブラナは育成期間が短いため栽培が容易で、しかも重要な食用品種が多く存在する。さらに耐塩性が高いという特徴があることから、塩害を受けた地域の畑で、有効に育成できるのではないかと考え、この研究を始めた。なお本研究は、昨年完了した種子の初期伸長の調査に続き、**苗の伸長調査を行い、研究を完成させた。**

2. 研究の概要

(1) 仮説：一般的に耐塩性が高いアブラナ科植物の中でも、ﾊｸｻｲやﾀﾞｲｺﾝは耐塩性が低いことが知られている。これらは共に水分含有量の多い品種であることから、我々は以下に示す仮説を立てた

仮説:「水分含有量が少ない品種ほど耐塩性が強い」

(2) 検証方法：アブラナ科植物の中でも、代表的な食材である 5 品種**(Table1)**を同条件で栽培して、**塩分濃度（0%、0.2%、0.5%、1.0%、2.0%、4.0%の 6 段階）による影響を、発芽及び伸長度の差異により調査した**

(3) 調査環境：人工気象器で栽培した**(Fig.1)**(温度 25℃・湿度 50%・照度 11klux)

(4) 調査内容：調査対象の品種を、成長段階で 2 段階に分けて耐塩性の調査を実施した

①種子の初期伸長を調査　**②苗の伸長**を調査

Table1 調査品種の水分含有量

品種	水分含有量	対塩性の仮説
ハクサイ	95.2%	低
ダイコン	94.6%	↓
キャベツ	92.0%	
ブロッコリー	89.1%	
アブラナ	88.2%	高

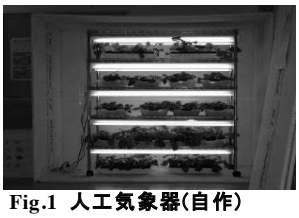


Fig.1 人工気象器(自作)

3. 調査と結果

(1) 種子の初期伸長の調査

①対象品種を各々塩分濃度の異なる寒天培地（MS 培地）に播種し、発芽率と 14 日後の伸長の差異により耐塩性の強弱を調査した

②全ての品種において**塩分濃度 0.5%を超えると伸長が大幅に低下した。**また 4.0%**では発芽しなかった**

(2) 苗の伸長の調査

a.検証方法

① 苗を「本葉が 4 枚展開した状態」と定義し、培養土を入れたポットに種子をまいて、成長した苗を準備した

② 本葉第 3 葉および第 4 葉の長径と幅を記録し、伸長の差異を比較して耐塩性を調査した

③ 1 品種につき、各濃度 4 検体を設定し、食塩水に 30 分浸すことで濃度の調整をした

b. 結果

① 全ての品種において**塩分濃度 2.0%以上では成長の阻害が確認**できた**(Fig.2)**

② キャベツ、ダイコン、ハクサイの 3 品種は、0%以外のすべての塩分濃度において成長の阻害が確認できた。特にハクサイでは、明らかな差異が認められた

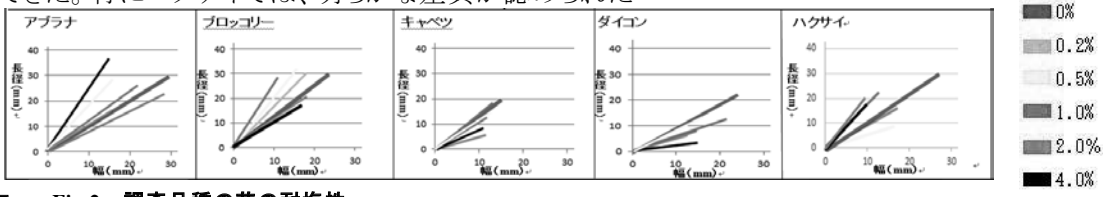


Fig.2　調査品種の苗の耐塩性

4. 考察

(1) 種子と苗の耐塩性調査の結果から、**苗の伸長は、初期伸長と比較して耐塩性が高まるといえる**

(2) 苗の調査結果から、苗の**耐塩性は「**ｱﾌﾞﾗﾅ＞ﾌﾞﾛｯｺﾘｰ＞ｷｬﾍﾞﾂ＞ﾊｸｻｲ＞ﾀﾞｲｺﾝ」と考察される

5. 結論

(1) 仮説「水分含有量が少ない品種ほど耐塩性が強い」は正しいといえる

(2) 現在の塩害農地(0.5%程度)に対象品種を播種しても正常育成しない可能性が高い。これに対し**苗は**耐塩性が高いので、**ほとんどの畑で正常育成が可能と考えられる**

H-P15

ニンニクは 10:30 に分裂するのか　～野菜工場栽培の最適化を目指して～

福島県立会津学鳳高等学校 分裂班　　松本 光一　赤羽 孝幸　玉川 和希　平田 翔太

1. 研究背景

実験書には「ニンニクやタマネギの根端分裂組織における体細胞分裂は 10:30 に分裂期の細胞の頻度が高いので、その時刻に採取し固定するのが良い」と記載されている。**(Fig.1)**
そこで、**「本当に 10:30 に分裂期の細胞頻度が高いのか」「細胞周期に影響を与える原因は何か」**について調査を行い、真偽を確かめることにした

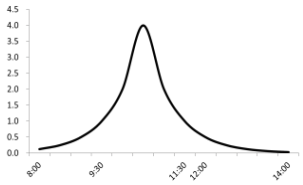


Fig.1 実験書に記載された時刻と細胞分裂の頻度の関係

2. 研究概要

(1) 仮説：我々は「ある時刻に分裂期の頻度が高まるためには、温度や日照以外の要因が存在する」と考え、以下の仮説を立てその検証を行った

仮説：発根時の体細胞分裂は生物時計の影響を強く受ける

(2) 検証方法：各時刻の分裂期の細胞頻度を求め 1 日における分裂活性の推移を調査した
これを温度や日照を変えた条件下で実施し、結果を比較した

(3) 調査内容：試料の至適条件である気温 18℃、日照条件 2000lux で 6:00~18:00 照明を基準として試験区を設定し、比較した

① 基準条件における各時刻の分裂頻度の調査
② 温度条件の差異による比較調査　日照(基準条件)・温度（基準条件 18℃と、前後 5℃の 3 つの試験区を設定）
③ 日照条件の差異による比較調査　日照(基準 6:00~18:00 と昼夜逆転 18:00~6:00、恒暗の 3 つの試験区を設定した。)・温度（基準条件）

3. 結果

(1) 基準条件における分裂活性時刻の調査

①**「基準区」**では、8:30 と 20:30 に分裂のピークが観察できた **(Fig.2)**

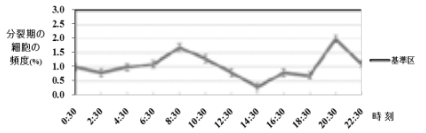


Fig.2 基準条件における分裂期の細胞の割合

(2) 温度条件による差異の調査

① 23℃の試験区では、8:30 と 20:30 に分裂のピークを観察できた **(Fig.3)**
② 13℃の試験区では、8:30 と 14:30 にピークが観察できた **(Fig.3)**

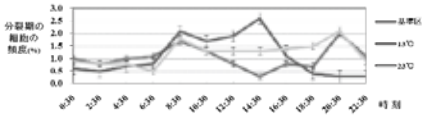


Fig.3 温度条件による分裂期の細胞の割合

(3) 日照条件による差異の調査

① 「昼夜逆転」の試験区では、20:30 にピークが観察できた **(Fig.4)**
② 「恒暗」の試験区では、6:30 と 12:30 と 16:30 にピークが観察できた **(Fig.4)**

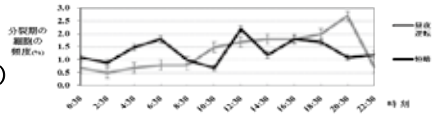


Fig.4 日照条件による分裂期の細胞の割合

4. 考察

(1) 全ての試験区において分裂活性は 10:30 のピークを観察することができなかった。したがって、「根端での体細胞分裂の活性は 10:30 に高い」という定説は、誤りであるといえる。

(2) 温度条件を変えた試験区 **(調査②群・結果(2))** では、全てにおいて一様に揃った分裂活性のピーク **(8:30・14:30・20:30)** が観察できた。したがって、根端における体細胞分裂は何らかの生物リズム（生物時計）が存在し分裂活性に影響を与えているといえる。

(3) 温度条件を変えた試験区 **（日照時刻 6:00~18:00 で実施）** では、日照条件を変えた試験区 **（温度 18℃で実施）** と比較して、一様な分裂活性のピークが観察できた。したがって、生物時計は温度より日照の影響が大きいといえる。

(4) 温度条件を変えた試験区において、18℃及び 23℃の試験区の分裂活性のピークは一致しているが、13℃の試験区では 2 回目のピークが 6 時間早まることが観察できた。したがって、温度条件も分裂周期に少なからず影響を及ぼすといえる。

(5) 温度条件を変えた試験区では、全て日照開始 2 時間 30 分後に分裂活性が高くなっている。(8:30)
また、昼夜逆転の試験区 **（調査③・結果(3)の①）** でも同様に分裂活性が高まることが確認できた。(20:30)これは光刺激により合成される分裂誘導物質の可能性が考察される。

5. 結論： 以上の結果と考察から我々は下記のように結論づけた

結論：体細胞分裂のピークは 10:30 にはならない
また、その周期には生物時計が関わっており、日照の影響を強く受ける

6. 今後の展望：以上の結果をもとに、同条件で 3 日間連続の調査を実施した。現在画像を解析しているところである。

H-P16

リンゴポリフェノール含有量の変化について

青森県立名久井農業高等学校　果樹部
出貝諒河、川守田知穂

背景と目的

リンゴは豊富な栄養素を含み、健康にも良いとされる果物の一つである。アサヒグループなどではリンゴの健康成分であるポリフェノールに着目し、長年研究を行っており、ポリフェノールの健康効果が認められ、ジュースやサプリメントなどの開発が進んでいる。そこで、リンゴの品種・時期ごとのポリフェノール含有量を探ってみた。ポリフェノール含有量の高いリンゴを効率よく生産することにより、大学・企業との連携が図れ、地域産業の活性化につながると考え、研究活動を開始した。

実験方法

品　種：つがる、昴林、ふじ
調査日：７月１日（火)、８月１日（金)、９月２日（火）
　　１０月３日（金)、１１月７日（金）

今回は、つがる・昴林・ふじの３品種で調査を行うこととした。つがる（９月)、昴林（１０月)、ふじ（１１月）と収穫時期の異なる品種で調査を行うことにより、ポリフェノール含有量の特徴や変化を見いだせると考えた。調査日は７月～１１月までで、合計５回調査を行った。

結果

品種ごとの含有量は、７月１日の調査で 100g 当たり、つがる：390mg、昴林：408mg、ふじ：477mg とふじのポリフェノール含有量が最も高かった。収穫期が近づくにつれて含有量は低下していき、収穫直前では、つがる（９月)：28mg、昴林（１０月)：35mg、ふじ（１１月)：36mg となり、この段階では含有量に差はほとんど無かった。

考察

品種ごとの調査により、リンゴポリフェノールは晩生品種のものに多く含まれていることがわかった。これは、リンゴポリフェノールは元々実を守る成分と言われており、収穫時期の遅い晩生品種では長い間実を守る必要があるため、多く含まれていると考えられる。また時期ごとの調査により、未熟果実では成熟果実の１０倍以上のポリフェノールが含まれているということがわかった。成熟果実では含有量が少ないため、未熟果実を新たな資源として活用していくことが望まれる。全国的に最も生産量の多いふじの未熟果実を効率的に生産し、研究・新商品開発の一助とすることにより、今後の農業・産業発展に役立つと考えられる。

H-P17

シモンイモの大量増殖における好適培地の検索

群馬県立大泉高等学校　植物バイオ研究部
相場北斗・中村優里・瀧本ぐみ・齊藤彼方

背景と目的：大泉町の人工の約 1/4 は日系ブラジル人の方が多く，大泉町役場でもブラジル文化を取り入れた取り組みが多くなされている。シモンイモもその一つで，ブラジルのミナスゼライス州原産の白いサツマイモである。シモンイモはミネラル，ビタミン A･K･E, ポリフェノールなどを多く含み機能性野菜として注目を集めている。大泉町商工会議所から大泉高校へシモンイモのウィルスフリー苗生産の依頼があり，生産農家へ毎年 800 本出荷し提供している。しかし苗の生産には通常，時間と労力がかかる。そこで組織培養技術を利用し, 通常 42 日間時間を必要としてしまう培養期間の短縮を行う事を目的とし，MS1 液濃度，ショ糖添加濃度及び NAA 添加濃度を変更し実験を行った。

図 1.シモンイモ

材料と方法：基本培地組成は MS 培地とし，ショ糖 30g/L・寒天 10g/L・pH 5.8 とする。培地組成の検討として，1)多量無機栄養素を添加する MS 1 液の好適添加量の検索，2)炭水化物として添加するショ糖の好適添加量の検索，3)生育速度を向上させるため NAA の好適添加量の検索と 3 項目の実験を行った。供試材料として，茎頂培養したシモンイモを用い，１節に切り，葉片を切除し，培地に深植で置床する。調査項目は草丈(㎝)・葉数(枚)・根数(本)とする。

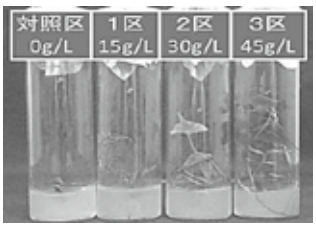


図 2. ショ糖添加量の検索(培養 4 週目)

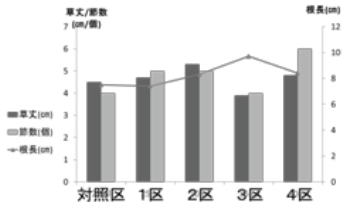


図 3. MS 貯蔵 1 液の好適添加量

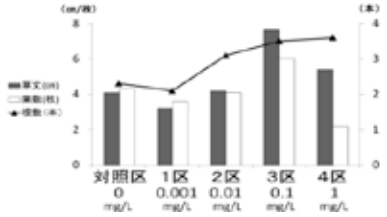


図 4. NAA 添加量の好適添加量

結果：1)では従来の MS1 液添加量の 20ml/L と比較し，30ml/L が最も良かった。2)ではショ糖添加量が基本培地組成の 30g/L の約 1.5 倍である 45g/L が最も良かった。3)では NAA 添加量 0.1mg/L が最もよく 0mg/L と比較し，約 2 倍近く差が生じた。

考察：シモンイモは土壌中の栄養分の吸着力が強く，初期成長率が高いことから，試験管内での培養においても生育初期段階から多量無機栄養素や炭水化物などの栄養素が必要なことが分かった。また，それらの栄養素の吸着を促進させるため，シモンイモにおいてもサツマイモ同様に植物ホルモンである NAA が効果的であることが判明した。試験管内で増殖率が改善されることによって，ウイルスフリー苗における生産効率への向上に繋がる。今後は LS 培地や B5 培地等で検討していきたい。

紫外線がカイワレダイコンに与える影響

茨城県立並木中等教育学校　科学研究部

平田　千遥

目的：本研究を行うに当たり,呼び実験としてカイワレダイコンに紫外線の一種である「有害紫外線」の一種であるUV-Cを照射したところ,ツバキの葉の表皮にあるような照りが発生した。 そこで本研究では今回生じた照りと黒ずみが何なのか，また照りがカイワレダイコンにとってどのような作用をしているのかはまだわかっていないことから,これらについて「有害紫外線」との関係をふまえ明らかにすることを目的とした。

実験方法：バーミキュライト50gにカイワレダイコンの種を10粒蒔いたポッドを20個作り,そのうち10個に紫外線を照射するとし,残りの10個をコントロールとした。なお，10個のポッドを1つの装置とする。6日後，1つの装 置にUV-,B,Cをそれぞれ24時間照射し,黒ずんだ個体の切片の作成および紫外線照射後に黒ずみが生成された個体の数を行い,変化を見た。

結果：UV-B,Cを照射した個体の表皮部分には照りと黒ずみが生成されていた。また,この照りによりカイワレダイコンの表皮部分は厚くなっていた。また,紫外線の波長による,黒ずんだ個体の数の多さに大きな差はなかった。UV-B,UV-Cを照射した個体において茎に黒ずみが精製された固体はUV-CがUV-Bに比べ多かった。

図1.UV-C照射後の個体

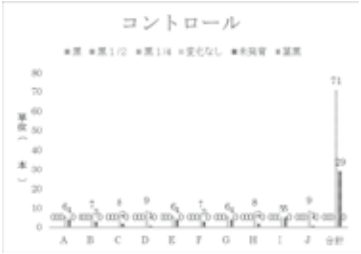
図2.UV-B照射後の個体

図3.コントロール

図4.UV-B照射後の個体数

図5.UV-C照射後の個体数

図6.コントロール



考察: UV-B,UV-Cを照射した個体では照りが生成された個体が多く見られた。このことから，カイワレダイコンの子葉に紫外線を照射すると照りを生成させることが考えられる。コントロールにくらべUV-B,UV-Cを照射した個体の方が色素とみられるものが発生した個体数が多かった。このことからこの色素とみられるものは人間が日焼けしたときに発生するメラニンと同じような働きをするのではないかと考えられる。また，UV-B,UV-Cの方がコントロールより伸長が短い個体が多かった。これは，カイワレダイコンが色素とみられるものを生成したことにより，伸長を伸ばすためのエネルギーが不足したのではないかと考えられる。また，紫外線の種類に関係なく黒ずんだことからカイワレダイコンはどの種類の紫外線に対しても黒ずみを生成させることが考えられる。

H-Q02

植物の成長における光の波長の影響

東海大学付属第三高等学校　科学部
青木雄大・笠原誠也・菊地晃久

目的　光の波長が植物に及ぼす影響を調べる。

仮説　赤色光と青色光は同程度に光合成を促進する。光合成速度と植物体の大きさには比例関係がある。緑色光では光合成は行われずに枯死する。

結論　サラダ菜及びハツカダイコンに対して、赤色光と青色光は栄養成長に関与し、緑色光でも光合成は行われ成長する。ハツカダイコンに対して、青色光は生殖成長にも関与し、赤色光はアントシアン量を増加させた。

実験方法

実験 1　サラダ菜及びハツカダイコンを用いて、3 色の LED を照射し、成長を比較。
実験 2　気泡計算法及び BTB 溶液を用いて、光合成速度を比較。
実験 3　クロロフィル抽出に最適な溶媒の決定。
実験 4　 Porra の計算式によるクロロフィル量の比較。
実験 5　アントシアン量の比較。

結果

青色光	サラダ菜及びハツカダイコンともに、茎は通常より長く、葉柄間隔が広く、徒長に似た現象。 葉は平滑に展開。ハツカダイコンでは 5 回とも全て花芽を形成。 →青色光は生殖成長に関与する。
赤色光	サラダ菜及びハツカダイコンともに、葉の数が増加、葉縁は巻き込み起伏が大きく葉が大きい。 糖度は高い。　→栄養成長を促進する。 ハツカダイコンでは、塊根は太くなりアントシアン量増加。
緑色光	サラダ菜及びハツカダイコンともに茎が長く、徒長が見られる。 全く成長しないわけではない。 →緑の光でも光合成を行っている。

参考文献　ニューステージ生物図録　浜島書店 2007、スクエア最新図説生物 2012
フォトサイエンス生物図録 2012

H-Q03

サツキツツジの開花に与える夜間照明の影響

和洋国府台女子高等学校　生物部
芦田奈菜　畠山瑞希

目的：学校近くの桜並木の下で、サツキツツジの花が、他ではほとんど咲いていないのに部分的によく咲いている場所が何カ所かあり、調べてみると夜間照明がある場所に多くの花が咲いていた。そこで、夜間照明がサツキツツジの開花にどのように影響しているか、調べることにした。

調査方法：

[試料]サツキツツジ。調査地点の品種は、「大盃」と呼ばれるものと思われる。

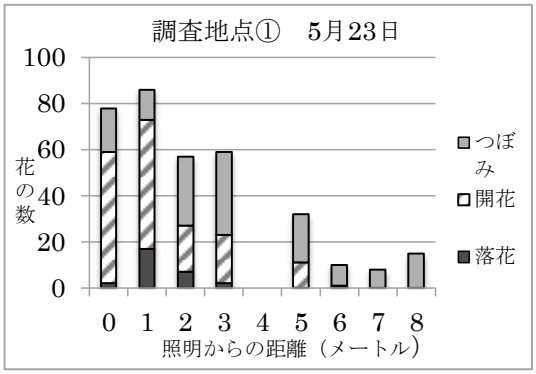
[調査地点] 市川市国府台１丁目。

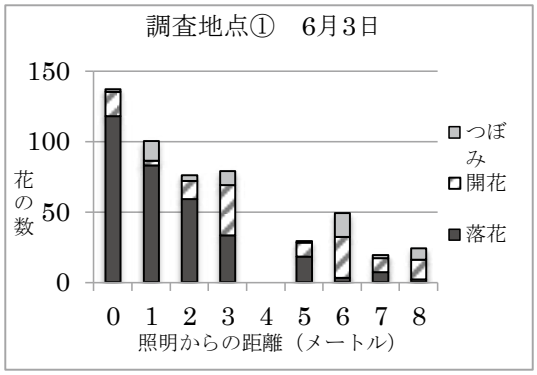
[調査日] 第１回　平成２６年５月２３日、第２回　平成２６年６月３日

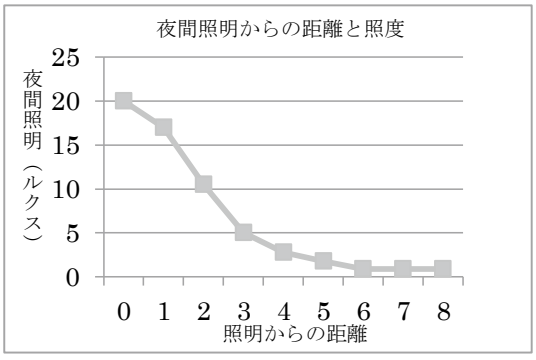
[方法] ・桜並木の下に特にサツキツツジが咲いていた地点２カ所を調査地点①②とし照明の下から１ｍおきに 30cm 四方の枠をつくり、つぼみの数、開花数、落花数（花が終わった後）を数えた。調査地点①では０ｍ～８ｍまで計測した。

・昼間と夜間照明の照度を計測した

「照明からの距離と花数」







結果：・照明の真下では、つぼみ、開花、落花を合計した花数がとても多く照明からの距離が離れていくにつれ花数は減少していく。

・5 月 23 日の照明の真下では開花しているものが一番多く、照明から離れるにつれつぼみの状態のものが多かった。6 月 3 日になると照明の真下では花が咲き終わって落ちているものが多く、前回つぼみだったものが開花していた。

・夜間照明の照度は照明から離れるにつれ低くなっていった。昼間の照度はばらつきがあったが、夜間照明からの距離には関係がなかった。

考察：・植物の花が咲く過程は 2 つあり、1 つは花芽の形成でもう 1 つは開花である。サツキツツジの場合前年の 7～8 月に花芽形成し、5～6 月に開花する。夜間照明の影響としては、まず第一に花芽形成時に花芽を多くすること、第二に開花時に開花時期を 1 週間程度早くしていることの二つが考えられる。

・光が植物に与える影響には光合成のようなエネルギー的作用と光周性のような信号的作用がある。今回の例は、夜間照明の照度が低いことから、生理的機能に信号的作用で影響を与えていると思われる。

・微弱な光が光周性以外にも、花芽形成や開花に影響を与える何らかの作用を持っているのかもしれない。

H-Q04

光が与える植物への影響

東京都立多摩科学技術高等学校　科学研究部化学物理班
勝井銀河・北林由貴

1. 動機

今日、和食が世界無形文化遺産となって世界中で注目されている。和食に欠かせない「わさび」は世界でも需要は高まっているが、その生育は限られた環境でしか生育していない。そこで栽培の難しい「わさび」を身近な水槽を利用して栽培を試みた。また、赤色で植物の光合成が最も盛んに行われ、青色が形態形成に大きく影響を与えることから光の波長(赤・青)による生長の違いやその成分について注目し研究を開始した。

2. 目的

わさびを水槽で栽培し生長の違いと主成分であるアリルイソチオシアネートの量について光の波長(赤、青)によって比較・検討する。

3. 実験方法

水温を 10℃に保ち循環させ、左右に赤色 LED 青色 LED を設置した水槽で栽培した。また、波長(赤、青)の違いによる生長とアリルイソチオシアネートの量について以下の実験を行った。

実験①　光による生長の比較

栽培開始から 1 週間ごとに、部位(根、茎、葉)の大きさを比較した。

実験②　アリルイソチオシアネートの比較

栽培開始から 7 日後、ガスクロマトグラフ質量分析計（以下:GC-MS）を用いて部位(根、茎、葉)のアリルイソチオシアネートの定量分析を行い、比較した。

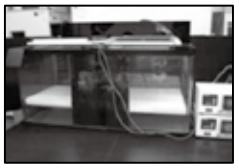


図 1　水槽の様子(左が青、右が赤)

4. 結果

表 1　部位の大きさ(青)

	根(長さ)	茎(長さ)	葉(縦)	根茎(長さ)
1週間	144.48	104.93	45.39	14.1
2週間	163.44	117.24	46.56	15.68
3週間	186.75	111.65	44.88	17.33

表 2　部位の大きさ(赤)

	根(長さ)	茎(長さ)	葉(縦)	根茎(長さ)
1週間	119.04	120.68	43.89	13.81
2週間	127.18	122.37	40.52	19.23
3週間	137.64	126.53	40.02	15.21

実験①：葉と茎は大きな変化はみられなかった。しかし、根と根茎は赤より青のほうが大きいことがわかった。

実験②：図 2 と表 3 からアリルイソチオシアネートが最も含まれている部位は赤青ともに根であり、赤は青の 2 倍アリルイソチオシアネートが含まれていた。また、葉と茎は青に多く含まれていた。

表 3GC-MS 1g あたりのアリルイソチオシアネート

	根	茎	葉
赤	209.2	17.9	5.7
青	102.2	20.7	18.2

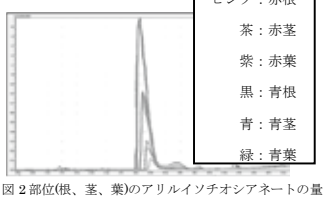


図 2 部位(根、茎、葉)のアリルイソチオシアネートの量

5. 考察

表 1、2 から赤色と青色で生長の度合いが違うといえる。赤色は波長が長く、振動数が小さいため青色よりエネルギーが少ない。そのため赤色では葉は生長しなかったと考えられる。表 3 から、光によって辛味成分の表れる場所が違うと考えられる。

参考文献

・わさびの門前 www.wasabiya.net ・光合成の森 www.photosynthesis.jp/ ・植物の辛味成分について www.jfrl.or.jp/

H-Q05

光に対する茎と根の反応

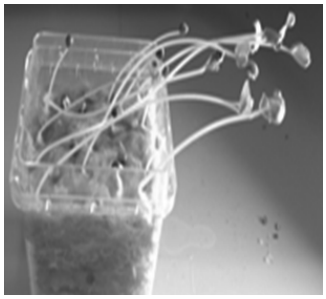
横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校
三瓶頼子・原葉津紀
研究指導　中川知己(明治大学)　矢部重樹教諭

目的：種子は発芽した後、種子に蓄えられた栄養を使い果たす前に光合成を開始する必要がある。したがって発芽した植物がどのような方向に根と茎を伸長させるのかは、非常に重要な問題だと考えられる。この方向の決定には主に重力と光が大きく影響されると予想される。通常の状態では、重力の感知できる下方向に根を伸ばし、上方向に茎を伸ばせば良い。しかし発芽した環境によっては、横向き、下向きに茎を伸ばすことが正解の場合も考えられる。そこで私達は、植物が光や重力に関する情報に対してどのような応答を示すのかに興味を持ち研究を進めた。植物の茎は光に対して屈性を示すので、光が茎の伸長方向の決定に大きな役割を果たしていると考えられる。この光の中で、どの色の波長の光が屈性に重要であるのか？また重力と光の方向の情報が矛盾するときにどちらの情報を優先するのかを調べた。また、このことから茎が光屈性を起こすときの根の状態も調べた。

実験方法：①かいわれ大根と豆苗のスプラウトをロックウールおよび寒天培地で育てて、地面と平行になるように倒しそれぞれに赤・青・緑の LED と蛍光灯を下・横から当てて、光屈性が起こるかどうかを調べた。②エンドウの種子をアルミで包んだゲランガムと表面をラップで覆ったゲランガムに植えて倒し、下から青色光と赤色光を当てて光屈性が示されたときの根の状態を比べた。

結果：①赤、青、緑、蛍光灯の中青色光が一番強い光屈性を示し、光屈性の大きさは青色光＞蛍光灯＞緑色光であった。赤色光は光屈性を起こさなかった。②赤色光では根の屈性は起こらなかった。青色光では根の遮光をしてもしなくても屈性を示した。また、根は茎や根に青色光を当てたものの方が太く、その中でも根を遮光したものの方が太かった。

考察：赤色光と青色光によって光屈性に大きな違いが見られたということは、光屈性は植物の光受容体によって左右されると考えられる。また、青色光に近い波長の光が植物の伸長方向を決める手掛かりとなっていると考えられる。また、葉に青色光が当たることで根の屈性が起こると考えられ、根の成長に直接的な光は必要ないと考えられる。



H-Q06

光がセロリに及ぼす影響

青森県立名久井農業高等学校　TEAM FLORA PHOTONICS
中山恭輔、佐々木敦也

背景と目的：

セロリはポリフェノールを含む健康野菜だが､独特の香りのため嫌いな野菜の代表でもある。光、特に紫外線は消臭効果があるといわれている。しかし紫外線は植物の成長に悪影響を与えることもわかっている。そこで紫外線よりエネルギーの小さい赤色光、青色光を照射し、機能性成分はそのままで無臭セロリができないか探ってみた。

材料：

セロリ（品種：コーネル）

試験区

Control　（太陽光）

赤色光区（波長 660ｎｍＬＥＤ＋太陽光）

青色光区（波長 450ｎｍＬＥＤ＋太陽光）

光量子量は太陽光に加えて赤色光、青色光とも 20μmol/m-2/s で 24 時間照射した。そして収穫後、官能試験（試食）及びポリフェノール総量を測定した。

結果：

生育調査では赤色光を照射した区が太陽光だけで栽培した Control より大きくなった。収穫した際の重量では、Control より赤色光、青色光の方が重かった。また食味試験では赤色光の香りがほとんど無臭となり、逆に青色光では強まった。ポリフェノール総量では Control、赤色光とも 6.3mg/100g と変化なかったが、青色光では 9.3mg/100g と増えていた。

考察：

セロリの香り成分は複数あるが、その中のアピインはポリフェノールである。青色光を照射するとおそらくアピイン以外の成分は消臭されたと思われるが､ポリフェノールであるアピインが逆に増え、その結果香りが強まったと思われる。しかし青色光よりエネルギーの小さい赤色光では、ポリフェノールであるアピインを増やすことなく、他の成分を消臭したと考えることができる。本県には香り成分を分析してくれるところがなく立証できなかったが、官能試験とポリフェノール総量から考えてこのような仮説を考えた。香りの少ないセロリはポリフェノールも十分確保されており今後の農業に役立つ可能性がある。

H-Q07

光の波長が就眠運動に及ぼす影響

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
松井千乃　清板香帆　岩井楓　大森文恵

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、その様子が変化することが知られている。昨年の研究において、就眠運動を自動記録できる装置を自作することに成功し、その装置を用いて、研究例の乏しいデンジソウの就眠運動を、明暗条件や恒暗条件下で調べることに成功した。そこで本研究では、特に与える光の波長に注目し、光の波長の違いによる、就眠運動リズムの変化を調べることを第一の目的とした。さらに、就眠運動が外部の環境条件だけでなく、光合成や蒸散など、体内の他の生命現象にも影響を受けているかどうかを調べることを第二の目的とした。

材料と方法：就眠運動の計測には、昨年開発した自作の就眠運動記録装置を用い、1分毎の葉の角度を自動記録した。温度は20℃で一定、光条件は白色光・赤色光・緑色光・青色光の4種類とし、明期：暗期＝12時間：12時間の光周期の下で3日間継続して実験を行った。また、光合成リズムの計測のため、温度20℃、明期：暗期＝12時間：12時間の光周期の下に周りを透明なビニール袋で覆ったデンジソウ株を静置し、1分毎に袋内の二酸化炭素濃度を記録した。さらに、蒸散リズムの計測のため、デンジソウ株を内径1cm、長さ15cmの水で満たした試験管内に入れ、温度20℃、明期：暗期＝12時間：12時間の光周期の下で、試験管内の水分の減少量を測った。

結果：与える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グラフを図1に示す。明期では葉を開き、暗期では葉を閉じる様子が観察されたが、特に青色光を照射した時に、白色光と類似した就眠運動リズムとなり、赤色光を照射した時には、光周期への同調があまり見られなかった。さらに、白色光と青色光を照射した際に、明期開始後、一度葉が閉じる現象が観察された。同環境条件における、光合成リズムと蒸散リズムを調べたところ、前述の「一度葉が閉じる現象」が起きる時間帯では、蒸散が盛んに行われていたことが分かった。

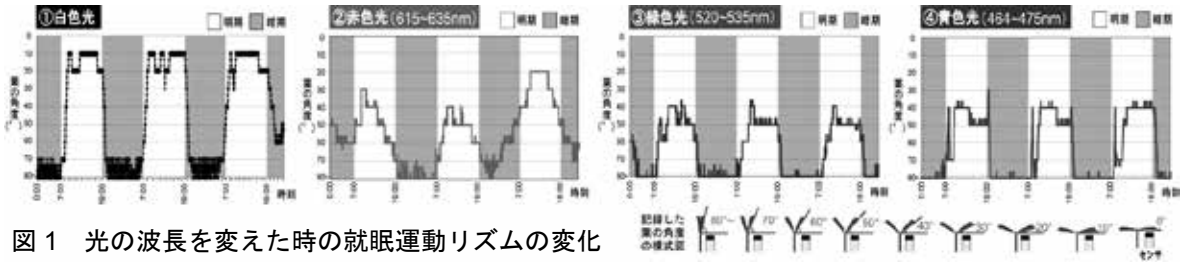


図１　光の波長を変えた時の就眠運動リズムの変化

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弱いと考えられる。さらに、白色光と青色光において見られた「明期開始後に一度葉が閉じる現象」は、気孔開口により蒸散が促進され、葉の葉枕部にある運動細胞内の水分が移動した結果、起きたと考えられる。

今後の課題：今までは就眠運動による見た目の葉の動きを調査してきたが、今後は、就眠運動を分子レベルで調べていきたい。就眠運動のメカニズムとして、小葉の葉枕部内にある運動細胞へ水が入り、細胞が膨らんだ結果、葉が開くと考えられている。そこで、細胞内への水の出入りに関連している遺伝子を同定し、その発現リズムを調べたいと考えている。

H-Q08

オジギソウの就眠運動における概日リズム

開智高等学校　園芸研究同好会
酒井　佑奈

目的　オジギソウは，葉枕の膨圧変化に伴い羽片が開閉するなどの就眠運動を行う。この就眠運動には概日リズムが関与することが知られている。本研究では，この概日リズムの周期と特徴を調べた。

方法　自然日長で育てたオジギソウを，恒明条件(28±3℃のロッカー内で LED 白色光を連続照射)下に 11 日間おき，葉ごとに次のⓘ～ⓘⓘの各要素(**図 1**)を 30 分間隔で測定し，その後，自然日長に戻した。

ⓘ　小葉枕を挟んだ羽片の開き［段階別評価　1；完全に閉じた状態(自然日長での夜間の状態) ～ 5；完全に開いた状態(自然日長での昼間の状態)］
ⓘⓘ　副葉枕を挟んで，中央の 1 対の羽片と葉柄がなす角度
ⓘⓘⓘ　主葉枕を挟んで，葉柄と茎がなす角度

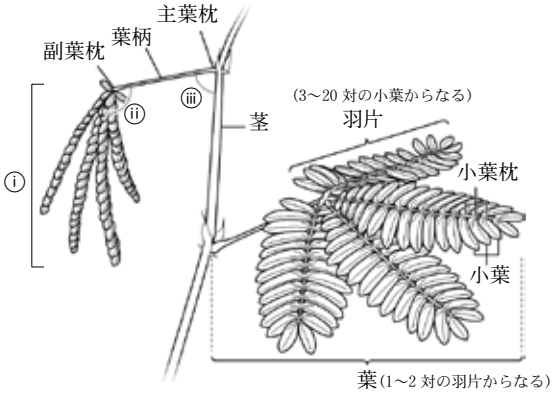


図 1　測定を行った部位

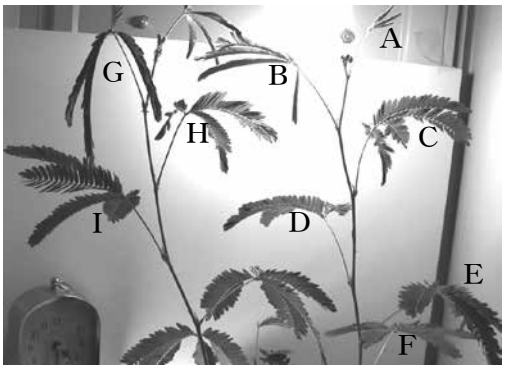


図 2　測定を行った 9 枚の葉(A～I)

結果　茎の先端部に近い若い葉の代表的な結果として，葉Bの挙動を**図 3** に示す。

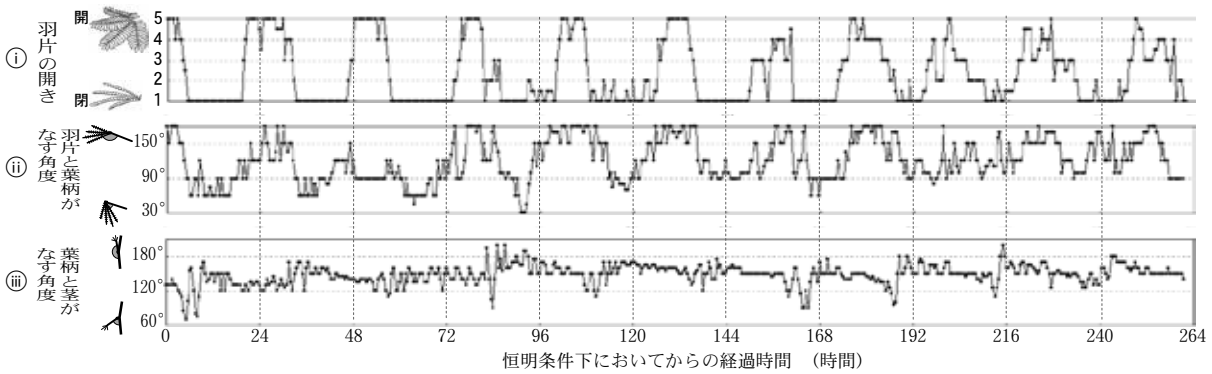


図 3　恒明条件下における葉Bの挙動(和歌山で 2014 年 8 月 3 日の 17:00 から恒明条件下においた)

ⓘ　恒明条件下で，一部の成熟した葉を除き，ほぼすべての葉の羽片が約 25 時間周期で開閉したが，時間経過に伴い，明確な開閉の切り替わりがみられなくなった。また，茎の基部の成熟した葉ほど羽片が開いたまま閉じにくく，開閉の変化が小さくなる傾向があった。特に，成熟した葉Fでは，恒明条件においてから 48 時間後以降，羽片が完全に開いたままとなった。ただし，恒明条件におく前後の自然日長条件下では，すべての葉の羽片が，明け方には完全に開き，夕方には完全に閉じた。

ⓘⓘ・ⓘⓘⓘ　恒明条件下で，一部の若い葉の羽片が約 25 時間周期で上下した。また，過半数の葉の葉柄が約 25 時間周期で活発に上下する時間帯があり，開いていた羽片が閉じていく時間帯とほぼ一致した。

考察　オジギソウは，「暗条件」または「内因性の約 25 時間周期の生物時計」によって羽片を閉じると考えられるが，恒明条件下においたオジギソウでは，成熟した葉で蓄積されやすい何らかの物質が，羽片を閉じさせる生物時計の働きを抑制している可能性がある。また，副葉枕や主葉枕の膨圧変化にも約 25 時間周期の生物時計の関与，または，小葉枕の膨圧変化との関連が考えられる。

H-Q09

気孔開閉運動から見る植物の環境適応

東京大学教育学部附属中等教育学校　生物部
宝福勇元　梶木碩介　松竜ノ介　加賀三鈴　西林伶華

背景・目的

気孔の開閉運動は水蒸気の放出や二酸化炭素の取り込み等、植物の重要な生理機構である。この生理機構は植物ホルモンをはじめ、種々の要因によって厳密に制御されている。そこで本研究は学校敷地内に植栽されている植物を用い、気孔開閉運動における植物ホルモン・光の効果について種毎に違いがあるのか比較検討するとともに植物種毎の環境適応方法について考察した。

実験方法

①用いた植物及び植物ホルモン

植物はナツミカン、ベニカナメモチ、セイヨウキヅタ等、学校敷地内に生息するものを用いた。植物ホルモンは、アブシシン酸とサイトカイニンを用いた。

②気孔の観察・気孔開度の算出方法

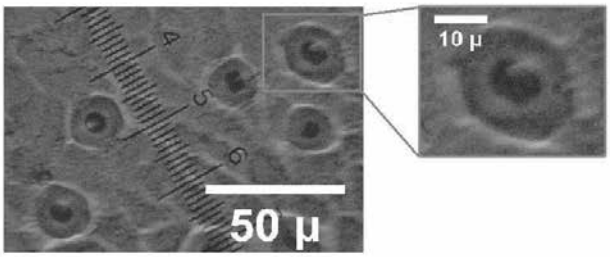
測定直前に採取した葉の裏側に液体絆創膏を塗布し、1～2分自然乾燥させて気孔の型を取る。その後、乾燥させた液体絆創膏をスライドガラスにのせ、光学顕微鏡で観察し、気孔の形を観察する。気孔開度は、開口部を楕円に近似し、画像処理ソフトImage Jを用いて長径と短径の比率を算出した。

③気孔開閉運動における光感受性比較方法

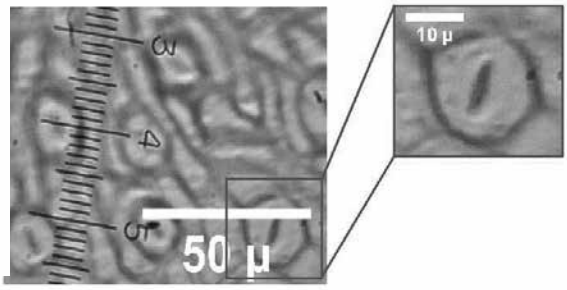
上部に植物育成用LEDライトを装着した暗箱を用意する。照度を変えて温度をデータロガーで記録しながら②に従い気孔開度を算出、照度の変化と気孔開度を比較した。

結果

気孔の開閉運動におけるホルモン・光の貢献度には植物間に差がある様子だった。また、同一個体の中でも陰葉に比べ陽葉は気孔開度が大きい様子だった。これは植物種に関係なく共通して見られるものだった。一方で、ナツミカンの陰葉と陽葉には特徴的な気孔開閉運動が観察され、他の生物に比べ運動能に乏しい植物にとって生物学的意義を見いだせる興味深い結果が得られた。(写真:ナツミカンの気孔の様子)



ナツミカン陽葉：サイトカイニン



ナツミカン陰葉：アブシシン酸

考察・今後の展開

本研究で確立した実験方法を様々な植物に適応し、比較する事で植物の環境適応についてさらに深い理解が得られると期待される。今後は、塩基配列に基づく分類により従来の系統分類が見直された植物を中心に、本実験方法を適用して近縁種との種々の条件における気孔開閉運動の相関を調べてゆく。

H-Q10

植物はなぜ酸性フォスファターゼを分泌するのか

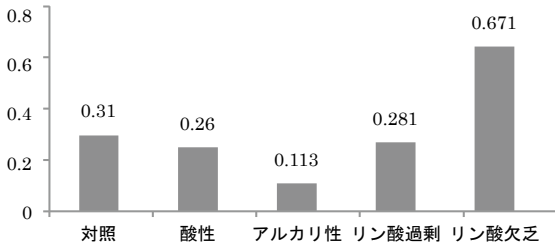
山梨県立韮崎高等学校

発表者　岡本和泉(2 年)　　指導教官　芦沢暁

1 動機　韮崎市の甘利山ではレンゲツツジが減少し問題になっている。原因としてレンゲツツジが環境にうまく適応できていないのではないかと考えた。そこで植物が根から本当に酵素を分泌しているのか、どのような性質の酵素なのかに関する基礎研究を行った。

2 方法　0.5 M Tris-HCL buffer（pH6.8）を入れたマイクロチューブに根を入れ、30 分シェーカーで揺らし、分泌される APase を採取し酵素液とした。pH4 に調整した buffer を用意し、酵素 APase、基質 p-NPP を Fig 3 の組成で混ぜた。40℃で 30 分反応させた後、0.1mol 炭酸ナトリウム（アルカリ）で発色させ生成物濃度を吸光度（430 nm）で測定した。

A　APase を分泌させる環境シグナルは何か



【方法】仮説を検証するため MS 液体培地を使い、ルーピンの水耕栽培を行った。

【結果】リン酸欠乏実験区の酵素活性が最も高く、APase 分泌量も高い結果となった。ルーピンが APase を分泌するのは、外部環境が酸性に傾くからではなく、リン酸が欠乏のしたことがシグナルとして働き、分泌されると考えられる。

B　リン酸のシグナルを根が感じとっているのか

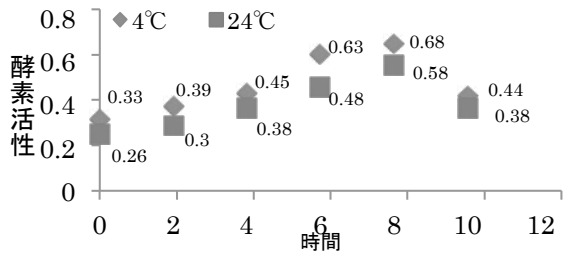
【方法】リン酸のシグナルを根が感じとっているのか欠乏区と標準区を併用し実験した。

【結果】標準区と欠乏区で 1.5 倍の差があった。欠乏区の APase の分泌が多かったことからルーピンの根が検知し、APaseno 分泌を調節することができる。

C　APase 残存活性

【方法】根から採取した APase を温度 24℃（室温）と 4℃に置き、2 時間ごとの APase の活性を測定した。

【結果】両方とも時間を追うごとに酵素活性が上昇し、10 時間目には減少するという結果を得た。



4℃の方が 24℃より酵素活性が高く保たれていたが、8 時間経過しても活性が高く保持されていて、24℃という室温でも活性は 4℃に対して 84%と高く維持されていた。

【考察】分泌型 APase はすぐに失活せずリン酸回収に有利である。

3 今後の課題

①リン酸欠乏シグナルによる APase の分泌には、遺伝子の応答が関係しているか RT-PCR で mRNA を検出することで調べたい。

②時間経過によって酵素活性が増加する理由についてさらに調べてみたい。

H-Q11

高温耐性に優れたイネの品種改良

Breeding of rice with excellent high temperature resistance

岐阜県立岐阜農林高等学校　流通科学科　作物研究　吉田朋実　　佐藤滴

Abstract

I want you to make delicious rice with high temperature tolerance from one's hand, to deepen a breeding and the interest concern about food education, since he is young, and to have an idea about agriculture.

はじめに

近年、地球温暖化による気温の上昇の影響でイネの高温障害が発生している。このことにより本校で収穫されたコシヒカリが白未熟(玄米の中心部が白く濁る)の被害を受け、品質の低下を引き起こしている。

目　　的

高温耐性に優れ、食味の良いお米の作出

計　　画

供試品種:ハツシモ SL×にこまる

実験方法:　9 月上旬：予備実験(交配技術の取得)

11 月～1 月:供試品種の選定

5 月中旬：調査区の設定

5 月下旬：定植

9 月上旬：交配

11 月上旬：採種

調査内容:開花期の調査

異なる品種を栽培し、交配のため開花時期を 2 週間ごとに播種時期を設定

〈調査区〉

1 区:浸種 5/9　播種 5/13 定植 6/10

2 区:浸種 5/23 播種 5/27 定植 6/20

3 区:浸種 6/6　播種 6/10 定植 7/3

9/13:人工交配の様子

調査結果

1)高温耐性に優れた品種調査

にこまる、はるもになど約 10 品種を選定し、岐阜県米麦改良協会より入手可能な品種を調査、更に再調査を行い、長崎県の品種『にこまる』に決定。

縞葉枯れ病の耐性が低いためハツシモ SL と交配。

2)開花期の調査

＜9 月 3 日＞

1 区:ハツシモ SL×　にこまる○

2 区:ハツシモ SL×　にこまる○

3 区:ハツシモ SL×　にこまる○

＜9 月 9 日＞

1 区:ハツシモ SL×　にこまる○

2 区:ハツシモ SL×　にこまる○

3 区:ハツシモ SL○　にこまる○

今後の課題

26 年度はハツシモ SL とにこまるの人工交配を行い採種した。27 年度に交配した種子を基に調査研究を行う。採種した種子を使用し、縞葉枯れ病に対する耐性と、にこまる、ハツシモ SL、交配した 3 品種の比較調査をする。

調査項目:生育調査:草丈、分げつ数

:収量調査:一穂粒数、収穫重量

:品質調査:白未熟の調査

:環境調査:気温、水温、最低最高温度

(特に開花期、登熟期)

:食味調査:官能試験、成分分析

:縞葉枯れ耐病性の検定

H-Q12

遺伝子組み換え大豆の分布調査　～私たちはどのくらい GM 大豆を食べているのか～

福島県立会津学鳳高等学校 大豆班　星 百合華　宮森 那知　宮森 日緒菜

1.研究背景

食品の不正表示のニュースが相次ぎ、食の安全への関心が高まっている。最近、GM **食品(遺伝子組み換え食品)**による健康被害に関する文献を読み、身の回りにどれくらい流通しているのか調査した。対象は和食で多く使用される大豆の加工食品を用いた

2.研究の概要

(1) 仮説: 日本の大豆の自給率は 8%である。主な大豆の輸入相手国であるアメリカでは、GM 大豆は全収穫量のうち 91%を占める。そのため日本の加工食品市場において GM 大豆の混入は避けがたいと考えた。また 36 検体のうち 16 検体に「遺伝子組み換えでない」という表示が無かった。そこで以下の仮説を立て、その検証をおこなった

仮説:検証する試料のうち半数の大豆加工食品の中には、GM 大豆が含まれている

(2) 検証試料

以下 36 品目の大豆加工食品を試料として用いた

納豆に付属されているたれ 4 品目、大豆油、醤油 3 品目、きなこ 2 品目、豆乳 2 品目、みそ 2 品目、豆腐 3 品目、大豆 3 品目、納豆 5 品目、ひじきの煮物(惣菜) 4 品目、大豆の水煮 2 品目、油揚げ 2 品目、スナック菓子、大豆シリアル 2 品目

(3) 検証方法

① 大豆の総 DNA 抽出: 農林水産省消費安全技術センターの遺伝子組み換え食品検査・分析マニュアルにしたがって粉砕処理をした。抽出は QIAGEN の DNeasy mericon Food kit を使用した

② 遺伝子の増幅: 遺伝子組み換え領域 RRS(Roundup Ready Soybean)と、内在性遺伝子領域 Le1 (lectin)について、PCR 法により増幅した

③ 遺伝子解析: アガロースゲル電気泳動法によりバンドパターンを確認した

3.結果

(1) 36 検体中 8 検体から RRS が検出された
(豆腐 C、ひじきの煮物(惣菜)B、大豆の水煮 B、油揚げ A、B、大豆シリアル A、B、スナック菓子)

(2) Le1 はすべての試料から検出された

(3) 固体かつ大豆の原型をとどめていない試料からは 5 検体検出された

(4) 大豆の原型ととどめている試料からは 2 検体検出された

(5) 「遺伝子組み換えでない」と表示されている試料からも RRS が検出された

(6) アメリカ産大豆を原料として扱う 4 品目中 1 品目からのみ RRS が検出された

4.考察

(1) 結果(1)より、大豆加工食品のうち約 22%は GM 大豆が含まれているといえる

(2) 結果(2)より、検体中の DNA は保存されていたと考えられる

(3) 結果(2)より、醤油、油、豆乳には GM 大豆は使用されていない可能性が高い

(4) 結果(2)、(3)、(4)より、豆腐 B、油揚げ A、B、大豆シリアル A、スナック菓子、大豆シリアル B、ひじきの煮物(惣菜)B には、GM 大豆が使用されていると考えられる

(5) 結果(5)に関しては、原材料に占める重量割合が 5%以下の場合、JAS 法による規約で「遺伝子組み換えでない」と表示をすることが許可されている。したがって GM 大豆が使用されている可能性がある

(6) 結果(6)に関しては、RRS 以外の遺伝子領域をもった GM 大豆が使用されていたと考えられる

5.結論

GM 大豆(遺伝子組み換え大豆)は私たちの食環境と深い関わりがある

6.今後の展望: Roundup Ready 以外の GM 大豆が使用されている可能性や、GM 大豆の濃度を調査する

H-Q13

コムギは地球温暖化に負けないのか

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 2年次
○佐藤奈緒・元川知歩

目的：今進んでいる地球温暖化は、CO_2 増加により天候の急変や病気の拡大を引き起こし、将来の生産量減少につながるとしている。一方世界の穀物生産地の３分の１は石灰質アルカリ土壌で、その主成分 $CaCO_3$ は CO_2 が増加すると Ca^{2+} が溶けだす。私は土壌中の Ca^{2+} 増加が有利に働くと、地球温暖化が穀物生産量の増加につながる可能性があると考えた。主要穀物であり石灰質アルカリ土壌で育てられるコムギを用いて、想定される高 CO_2 濃度の下、$CaCO_3$ 飽和水溶液を用い、成長を観察すれば、高 CO_2 濃度が成長に与える影響が分かり、またその環境で育ちやすい品種や培養水の pH が分かる。

実験方法：アフガニスタン在来種 LR-595 と SR-815 及び日本国内の改良種 Lalmi-2 の種子に種子消毒と 4℃での催芽を行ったものを用意した。実験区域として、カルチャーボールの入ったカップの底に出根用の穴をあけ、培養水の入った別のカップに重ねた。培養水は pH7.2 の水、pH8.5 の $CaCO_3$ 飽和水溶液、pH11 の $Ca(OH)_2$ 水溶液の 3 種類に Hyponex® (N:P:K=6:10:5) を入れたものを用意した。それぞれのカップに 8 種子、3 種類の培養水、3 つの品種、4 反復ずつを CO_2 濃度 500ppm と 1000ppm にした 20℃インキュベーターで栽培した。地上部をみるため葉の長さ・形状、光合成量をみるため気孔数(SUMP 法)、地下部をみるため上カップの底からの出根数・長さ・形状・培養水の pH 変化を測定した。

結果：現段階で、葉については、ほとんどの品種・pH 条件で、高 CO_2 濃度のときのほうがより、長さが 1cm ほど短くなっていた。根については、LR-595 は水のとき、SR-815 は $CaCO_3$ 飽和水溶液のときによく育っていたが、Lalmi-2 は CO_2 濃度によって違いが見られた。水の減りでは、ほとんどの品種・pH 条件で水の減りが確認でき、LR の気孔数では、すべての pH 条件において、高 CO_2 のほうが開いている気孔数の割合が大きいと分かった。現在調査を続けている。

H-Q14

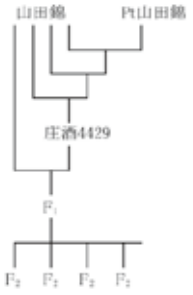
山形県に適した山田錦を探す

鶴岡東高等学校 2 年　慶應義塾大学先端生命科学研究所特別研究生

鈴木昌樹

<目的>　山田錦は現在、最も多く作付けされている酒米である。主に兵庫県など西日本で栽培されている。酒米として非常に優れていると言われているが、山形県で栽培すると出穂が遅いため米の粒が完全に実る前に成長が止まり酒米として活かせない。更に脱粒しやすいという性質があり収穫時に米が落ち収穫量が減ってしまう。山形県でも実際に栽培されているが西日本周辺との気候の違いなどから生じる米の成長差などがあり栽培には向いていない。本研究ではこれらの問題を改善し山形県での栽培に適している山田錦の選抜を試みた。

<材料および方法>



・材料: 山形県農業総合研究センター水田農業試験場において山田錦の突然変異に山田錦を 3 回戻し交配し、庄酒 4429 という系統を作出した。さらにもう一度、山田錦を交配し、F_2個体(215 個体)群を作出した(同試験場)。親系統の庄酒 4429 および山田錦、F_2個体(2013 年)および選抜した F_3系統(2014 年)を同試験場で栽培し材料とした。

・系統の選抜と評価: 2013 年に 215 個体のうち登熟までの期間が確保できる 8 月 14 日までに出穂したもの、脱粒性がやや難、難のものを選抜し、2014 年も栽培した。選抜した系統は稈長、穂長、穂数、収量構成要素、脱粒性、粒厚分布、心白率、心白発現率等の形質の評価を行った。

<結果および考察>

・系統の選抜:　2013 年では庄酒 4429 は 8 月 9 日、山田錦は 8 月 27 日に出穂し、F_2(215 個体)は出穂日が 8 月 14 日を基準に早生と晩生に大きく分かれた。早生と晩生の比は 55: 160 = 約 1 : 2.9 であった。メンデルの法則より、早生の遺伝子を a、晩生の遺伝子を A とすると aa: Aa: AA=1: 2: 1 になり、早生が劣性の形質であると考えられた。選抜の基準にした 8 月 14 日までに出穂した 55 系統を選抜し、山田錦より脱粒しにくい「脱粒性がやや難」以上のものを 10 系統選抜した。

・形質の評価:　2014 年は、庄酒 4429 が 8 月 12 日、山田錦が 8 月 29 日、選抜 10 系統は 8 月 5 日から 8 月 9 日までに出穂した。選抜系統の稈長は庄酒 4429 に近い形質であった。山田錦の稈長は長く、栽培時に選抜系統などと比べると倒れやすいと考えられた。穂数と一穂籾数において選抜系統では、穂数は多いが一穂あたりの籾の数が少なかった。山田錦の籾総数・籾収量は庄酒 4429 より少なく、選抜系統では両者の形質に近いものと遠いものに分かれた。庄酒 4429 と山田錦は穂数が同程度だったが、山田錦の一穂籾数は庄酒 4429 より少なかったため、山田錦の籾収量・籾総数が減少したと考えられた。脱粒率は山田錦が約 40%、庄酒 4429 は約 4%だった。ほとんどの選抜系統が約 4%程度だったが、脱粒率が特に高いものが 3 系統あった。粒厚分布、千粒重に関してはほとんどの選抜系統が庄酒 4429 と同程度であった。心白率・心白発現率は山田錦が庄酒 4429 よりも高かった。選抜系統の心白率・心白発現率は F_2に比べて F_3におけるばらつきが減っていたが、心白の小さい系統などがあり系統差があった。以上より山形県で山田錦の系統を酒米として栽培するには、籾総数・籾収量が庄酒 4429 に近い系統の中から心白率、心白発現率が高いものを選抜していく必要があると考えられた。

<謝辞>

本研究を進めるにあたり、多くのご指導、アドバイスをして頂いた慶應義塾大学先端生命科学研究所　冨田勝先生、若山正隆先生、山形県農業総合研究センター水田農業試験場　中場勝先生、阿部洋平先生、同土地利用型作物部　後藤元先生に感謝申し上げます。

H-Q15

御所柿のおいしさの謎に迫る！

奈良県立青翔高等学校　SS 探究科学　カキ班
北垣智哉、今井開斗、小石誠二、花井昭典、辻本敦紀、青木凛、美濃静香

【目的】カキはカキノキ科に属する東南アジア原産といわれる果実であり、日本には奈良時代に伝わったと考えられている。その中で**御所柿**は本校がある奈良県御所市発祥の柿で、甘柿の起源だといわれている。室町時代に突然変異により出現し、**織田信長**が食したとされる献立表にも記述が残っている。また、**正岡子規**の「柿食えば鐘が鳴るなり法隆寺」の句で詠われている柿も御所柿であるなど、歴史的に見ても非常に興味深い柿である。他の甘柿にはない多くの特徴があり、**上品な甘さ**で**滑らかで粘質な舌触り**をもつ。これらの特徴が何に起因するのか詳細は分かっていない。そこで、**「地域発祥の御所柿を多くの人に知ってもらいたい！」**と思い、御所柿の特徴解明へ向けて科学的にアプローチすることにした。

私たちはこれまでに行った官能試験や糖度測定から、糖度の割に御所柿が甘く感じられることを確認した。さらに、細胞面積の測定から、細胞が小さいために肉質が緻密になり、滑らかで粘質な舌触りに感じられるのではないかと考えた。しかし、この舌触りの特徴が細胞の大きさだけに起因するとは考え難い。そこで、今回は以下の実験を行った。

【実験方法】実験①果実をホモゲナイザーで破砕後、水抽出、ヘキサメタリン酸 Na 抽出、NaOH 抽出を行い、プロトペクチン、ペクチニン酸、ペクチン酸などの不溶性ペクチンと水溶性ペクチンを抽出した。ガラクツロン酸の検量線を作成し、各種ペクチン量を算出した。**実験②**果実を 8 等分して重量を測定し、80℃の乾燥機で 6 日間乾燥させた。乾燥後の重量を測定して水分含量を算出した。**実験③**果実をすりおろして果汁を調製し、シリカゲル薄層クロマトグラフィーで展開した。希硫酸につけて加熱する方法で糖成分を発色させ、ブドウ糖、ショ糖、果糖を R_f 値のマーカーとして用い、糖成分を調べた。

【結果と考察】実験①ペクチン量の測定の結果、果実の軟質化とペクチン量の減少に多少の関係は見られが、この相関だけでは果実の食感との関係を説明できなかった。他の要因が存在する可能性があるため、この可能性については今後の課題とした。**実験②**果実の水分含量を測定した結果、富有柿が 82.5±1.2%、御所柿が 79.4±1.0%であり、御所柿の方が水分含量は低い傾向がみられた。顕著な差が見られなかったのは、比較した品種によって熟成具合が異なるため安易な比較は困難である可能性がある。御所柿の熟成を待ち、再度検討する予定である。**実験③**御所柿が他の柿より甘く感じられやすい原因を探るために、糖組成の TLC 分析を行った。その結果、対照試料とした富有柿はショ糖を含むショ糖型の糖組成であり、御所柿はショ糖が検出されず果糖とブドウ糖を多く含む還元糖型の糖組成であることが判明した。また、完熟期の軟化した富有柿ではショ糖は検出されず、還元糖型であった。以上のことから、御所柿の上品な甘さは果糖に起因し、これまでに得られた結果と矛盾しない。

ポスター発表では、その他詳細を結果も合わせて考察したい。

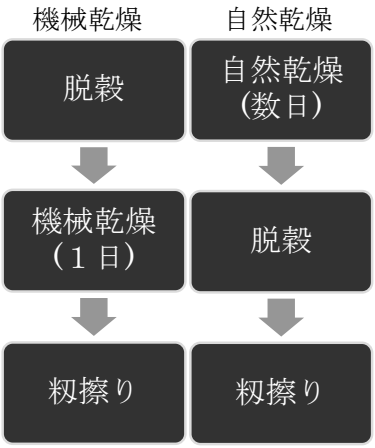
H-Q16

乾燥方法の違いによる米の品質の変化についての研究

明杖神奈　米本大樹（愛知県立稲沢高等学校）

目的　私たち稲沢高校作物部では、実習の中で籾を播くところから稲を栽培し、販売までを行っている。私たちが育てる米が、消費者の方により喜んでもらえるように工夫したいと思い、まず試験的に稲刈り後の乾燥方法による品質の変化について研究した。

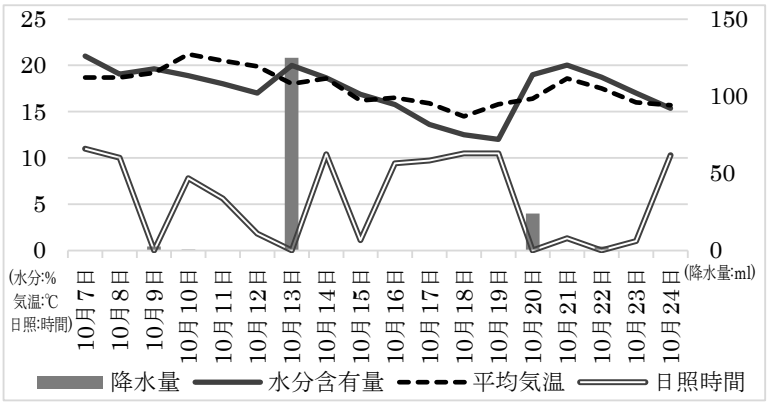
研究方法　刈り取ったばかりの籾には水分が多く含まれており、そのままでは貯蔵に不向きである。また米粒が膨らんでおり籾擦り機でもつまりの原因になってしまう。現在、乾燥方法は脱穀した籾を、灯油など化石燃料を燃焼させて行う機械乾燥が主流となっている。私たち稲沢高校も昨年度までは機械乾燥のみであったが、今年度は実験的に水田の 10a を稲架掛けと言う昔ながらの自然乾燥(写真１)で行い、乾燥の経過、食味値の変化を調べることにした。



研究結果

①　自然乾燥時の水分含有量の経過

毎日正午ごろ水分含有量を調査した結果、図－１のグラフの通りになった。このグラフから、雨天時に水分含有量が再び増加するものの、激しい雨であっても 20%ほどまでしか水分量が増えないことが分かった。



図－１：自然乾燥の経過

写真１：自然乾燥
(稲架掛け)の様子

	機械乾燥	自然乾燥
水分	15.1%	14.7%
蛋白	7.3%	7.2%
アミロース	19.5%	19.2%
脂肪酸	22mg	22mg
食味値	82	83

表－１：玄米の成分

②　自然乾燥と機械乾燥での成分差

成分分析を実施したところ表－１の成分表のように成分に差が見られた。自然乾燥米の水分含有量は機械乾燥より低いが、乾燥の目安とされる 14.5～16%程度に収まっている。

また食味値は機械乾燥米が 82、自然乾燥米が 83 と１ポイントの差が見られた。

まとめ　自然乾燥の籾は晴天時徐々に水分含有量を下げ、悪天時に水分含有量が増え乾燥に必要な時間が増えた。乾燥の方法で成分、食味値によい変化があることが分かった。

H-Q17

乾燥土壌で育つコムギは食糧危機を救えるか

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校　２年次
○元川 知歩・佐藤 奈緒

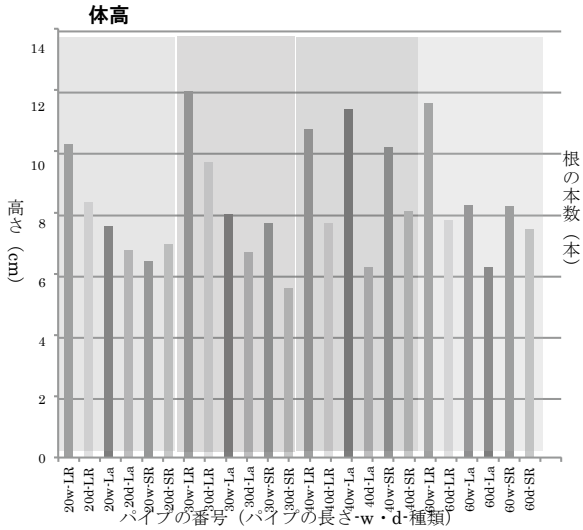
目的：世界の人口の 70 億人中約 10 億人は食糧危機の状態にあり、将来はより多くの食糧が必要になると思う。そのため、広大な乾燥地域でも栽培収穫可能な品種の発見や開発が必要である。私は比較的乾燥に強いにコムギに注目し、多くの品種の中に乾燥土壌でもある程度の地下水位があれば根を伸ばし生育できる品種があるのではないかと考えた。

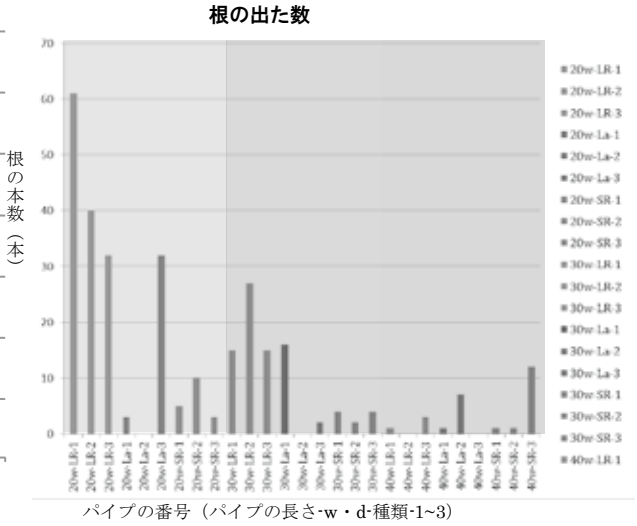
アフガニスタンの在来種コムギを 2 種類用意し実際の栽培条件をつくる。土壌上層約 2cm は日々の散水により保水されるが下層は乾燥し地下水とはつながらない条件である。この条件で栽培したとき、目的に合う品種ならば最短時間で乾燥した層を突破し根を直下に伸ばすのではないかと考えた。

実験方法:アフガニスタン在来種 LR-595、SR-815 と日本国内の改良種 Lalmi-2 の種子を用意し、手指消毒を行った。そして、途中の根の伸長について観察するために、長さ 20cm、30cm、40cm、60cm の直径約 8cm のパイプに芝用土を入れて高吸水水性樹皮のウォーターキープと混ぜた保水層を上部 2cm に被せた。このパイプを各品種 3 反復 1 セットとし、目的通り下層を乾燥させた DRY と、下層まで水を浸み込ませた WET の 2 セットずつを用意した。各パイプに 3 粒ずつ種子を播いて、ほぼ 40mL／2 日の割合で潅水した。3 つの品種、2 つの条件(WET と DRY)を 3 反復用意し同じ潅水量で同時に栽培を開始し、それぞれの長さでのパイプ下端に根が到達した日時、本数（右図）を記録した。

途中、地上部の成長の違いを観察するため、出芽本数、体高（左図）を測定した。また、乾燥によるストレスの影響を観察するため、葉の形状、気孔数(SUMP 法)を測定した。

結果・考察：根の本数については、DRY のパイプと 60cm のパイプでは一つも出ていなかった。このまま根が出なかったとしたら、乾燥した土地への適応力が低いと考察できると思う。WET のパイプにおいて、LR と Lalmi は 20cm のパイプから 40cm のパイプにかけて少なくなっていた。また、SR は 30cm から 40cm で増えているものがあり、根の伸びる速さが大きくなったのではないだろうか。体高については、ほぼ WET のほうが高くなっている。Lalmi は体高も高く、根の本数も多いが 40cm のときの根の本数は LR、SR よりも少ない。これは、Lalmi は成長が早いということが予想されるが、根を伸ばす能力についてはどうだろうか。データを増やして根を伸長させる能力はどの種類が発達しているのかを考察していきたい。現在調査を続けている。





北海道上川盆地に分布するミゾソバの葉緑体ゲノムの遺伝変異

北海道旭川西高等学校　ＳＳＨ課題研究ミゾソバグループ
阿部勇人 ・ 中原正登 ・ 宮下　陸 ・ 三木麟太郎 ・ 秋葉ののか ・ 新田瑠佳

目的：ミゾソバ（*Persicaria thunbergii*）はタデ科の一年生草本であり、国内では沖縄を除く全国の湿地や河川などに分布している。これまでに、横田ら（2010）は北海道を中心にミゾソバにおける葉緑体ゲノムの遺伝変異について調査した。しかし、上川盆地での詳細な調査は行われていない。そこで、本研究では上川盆地に分布するミゾソバの葉緑体ゲノムの遺伝変異を調べた。

調査方法：材料は 2012 年 6 月に旭川市永山町(1)、川端町(2)、神居町(3～5)、2013 年 6 月に旭川市神居町(6)、上川郡東神楽町(7、8)、2014 年 6 月に旭川市永山町（９）上川郡当麻町(10～13)から(図 1)、ミゾソバの葉を採取し、-80℃で保存した。保存した葉は SNET と Proteinase K を混合した溶液に浸漬させ、55℃で 1 時間加温し DNA を抽出した。抽出した DNA の *trn*S - *trn*G 領域を PCR 法により増幅した。増幅した PCR 産物を電気泳動により分離し、目的の DNA 断片を回収し、Wizard SV Gel and PCR Clean-Up System を用いて精製した。精製した DNA は Big Dye Terminator ver1.1 Cycle Sequencing KIT を用いてシークエンス反応を行なった。その後、ABI 310 Genetic Analyzer を用いて塩基配列を決定した。得られた塩基配列は MEGA4(Tamura *et al*.2008)で解析を行なった。

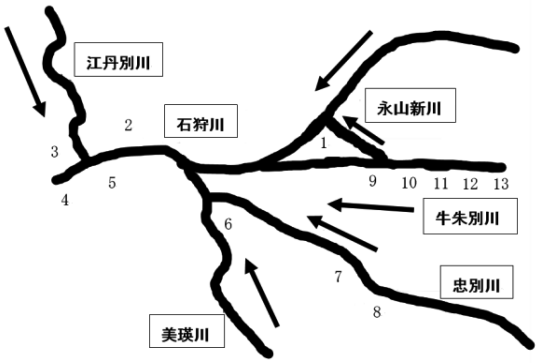


図 1. ミゾソバの採取地概要

結果

上川盆地に分布するミゾソバの葉緑体ゲノム *turn* S-*turn* G 領域には「AATGT」の塩基配列があるものと無いものが存在した(表 1)。これらは横田ら(2010)の報告したハプロタイプＡとハプロタイプＢに塩基配列が一致した。上川盆地に分布するミゾソバはほとんどがハプロタイプＢを示し、永山新川沿いでのみハプロタイプＡが見られた。

表 1. 各採取地における遺伝変異の分布

採取地	塩基配列	ハプロタイプ*
1 旭川市永山町永山新川	Ｔ－－－－－Ｔ	Ａ
2 旭川市川端町石狩川	ＴＡＡＴＧＴＴ	Ｂ
3 旭川市神居町江丹別川	ＴＡＡＴＧＴＴ	Ｂ
4 旭川市神居町石狩川	ＴＡＡＴＧＴＴ	Ｂ
5 旭川市神居町石狩川	ＴＡＡＴＧＴＴ	Ｂ
6 旭川市神居町忠別川	ＴＡＡＴＧＴＴ	Ｂ
7 上川郡東神楽町忠別川	ＴＡＡＴＧＴＴ	Ｂ
8 上川郡東神楽町忠別川支流	ＴＡＡＴＧＴＴ	Ｂ
9 旭川市永山町牛朱別川	ＴＡＡＴＧＴＴ	Ｂ
10 上川郡当麻町牛朱別川	ＴＡＡＴＧＴＴ	Ｂ
11 上川郡当麻町牛朱別川	ＴＡＡＴＧＴＴ	Ｂ
12 上川郡当麻町牛朱別川	ＴＡＡＴＧＴＴ	Ｂ
13 上川郡当麻町牛朱別川	ＴＡＡＴＧＴＴ	Ｂ

＊　横田ら（2010）で報告されたハプロタイプ

考察ハプロタイプＡは人工河川である永山新川の 1 か所でのみ確認されたことから、上川盆地には以前よりハプロタイプＡが存在していたのか、河川改修により外部からの持ち込まれたものか疑問が残った。

今後、調査地をさらに上流域に広げ、これらの点を明らかにしていきたい。

H-R02

クロロフィル蛍光から推定する葉の背腹性

白梅学園高等学校（東京）・自然科学部
砂子坂美咲・市川みなも・早野双葉・久保田有紗（1 年）

１．目的

生物の授業で、葉の内部の構造はさく状組織と海綿状組織に分化し、光合成における光吸収で効率よく働いていることを学んだ。このように表側と裏側がはっきりしている『背腹性』のある葉ではクロロフィル蛍光に違いがあるのかを調べた。

２．材料

背腹性のある葉（ツバキなど）

３．実験方法

葉の表と裏からそれぞれ光（青色光）を当てて、発生するクロロフィル蛍光を自作装置で測定した。各実験は２０回行い、結果は平均値を用いた。

４．結果および考察

- ≪結果≫裏から光を当てた時の方が値が高かった。
  →≪考察≫この値の違いは、葉の表裏の形態の違いが原因であると考えられる。
  表側から光を当てるとさく状組織で発生したクロロフィル蛍光が、不規則な形をした海綿状組織で散乱してより吸収されるので葉の外に出る量は少なくなる。
  逆に、裏側から光を当てると海綿状組織で発生したクロロフィル蛍光が、規則正しく並んでいるさく状組織（光ファイバーのように光を通す）を通り抜けやすいので葉の外に出る量は多くなる。

この結果と考察から、次に、光が表裏に同じように当たる葉でのクロロフィル蛍光について、以下の仮説を立てて、続けて実験を行った。

≪仮説１≫光が表裏に同じように当たる葉では、背腹性のある葉とは違ってクロロフィル蛍光の値が表裏で同じようになる。

材料：垂れ下がった葉，巻いた葉，直立した葉など（例：ユーカリなど）

- ≪結果≫表から光を当てた時と裏から当てた時では、クロロフィル蛍光に違いがなかった。
  →≪考察≫表と裏のどちらから光が当たってもよいように、形態が表と裏とで似ていると考えられる。

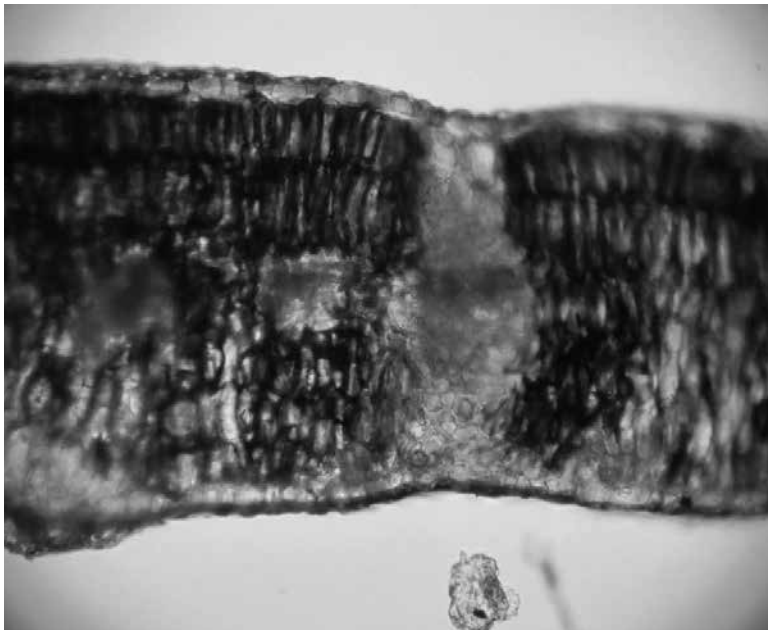
≪仮説２≫光が表裏に同じように当たる葉では、背腹性のある葉とは形態的に異なる構造を持っている。

- ≪結果≫顕微鏡で葉の横断切片を作製して検鏡したところ、表がさく状組織，裏が海綿状組織のように明らかな形態的な分化となっておらず、表と裏は同じような構造をしていた。
  →≪考察≫葉のどちらから光が当たってもよいようにさく状組織が両面にあり、その結果、より効率よく光合成ができると考えられる。

５．今後の研究課題

- 実際に背腹性のある葉およびない葉で、表側または裏側から光を当てた時の光合成速度を測定して比較したい。

H-R02



○ユーカリ・ポポス

H-R03

自作装置で測定した植物のクロロフィル蛍光

白梅学園高等学校（東京）・自然科学部
久保田有紗・早野双葉・市川みなも・砂子坂美咲（1 年）

１．目的

生物の授業で、植物の葉緑体に含まれるクロロフィルに紫外線などの強い光を当てると赤いクロロフィル蛍光が発することを習った。そのクロロフィル蛍光を測る装置を作製し、実際に植物の各部分がクロロフィルを持っているかを測定した。

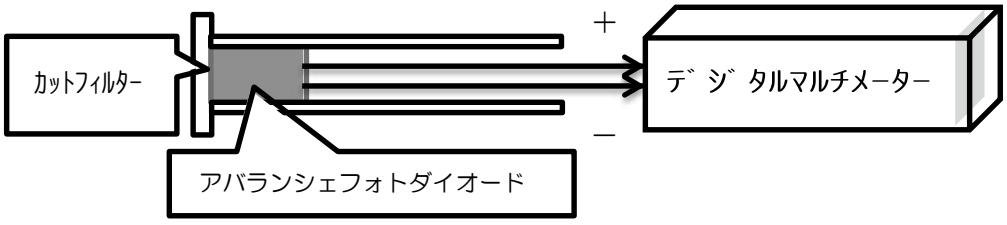
２．材料

いろいろな植物の各部分：　葉，根，茎，果実，花など

３．装置の作成および実験方法

≪使用したもの≫短波長カットフィルター（６１０nm 以上の波長の光を通す），
アバランシェフォトダイオード（増倍率１００倍），
デジタルマルチメーター，青色ＬＥＤ，黒ビニールテープなど

≪作成した装置≫



≪方法≫

①．葉や花弁はそのまま使用し、茎・根・果実等は表面を薄く削って使用した。
②．植物の各部分の表側からＬＥＤの青色光を当て、透過してくるクロロフィル蛍光（赤い光）を装置で測った。光量はデジタルマルチメーターで電流値として扱った。
③．各実験は２０回行って、結果は平均値を用いた。

４．結果および考察

葉：緑色をしているものはクロロフィル蛍光があった。
熱処理したホウレンソウではクロロフィル蛍光はなくなった。クロロフィルと結合しているタンパク質が変性した影響であると思われる。
秋に紅葉や黄葉した葉ではクロロフィル蛍光がなくなった。葉の色が変わる時にクロロフィルが褪色すると考えられる。
茎：緑色をしているものはクロロフィル蛍光があった。茎も光合成できると考えられる。
根：クロロフィル蛍光はなかった。土の中にあるので光合成できず、クロロフィルを持つ必要がないと考えられる。
果実：熟す前の緑色の時は蛍光があるが、赤や黄色等に熟すとなくなった。
登熟の過程で、クロロフィルが褪色すると考えられる。
花：つぼみ（緑色）の時は蛍光があるが、花が咲くと花弁ではなかった。
開花の過程で、クロロフィルが褪色すると考えられる。
※簡単な装置でクロロフィルの存在を測定することができた。

５．今後の研究課題

・　クロロフィル蛍光が確認できたものはクロロフィル・葉緑体を持っていると考えられるので、この結果が光合成能を表しているのかを確認するため、実際に植物の各部分の光合成を測定したい。

光合成タンパク質ルビスコを調べる

岐阜県立岐阜農林高等学校　生物工学科　遺伝子研究班
棚橋 優花 杉山 瑛理佳

１　はじめに

現在、光合成が注目されエネルギーや人工光合成などの研究が進んでいます。そこで、私たちは地球上で最も多い光合成タンパク質ルビスコに着目しタンパク質定性実験、電気泳動法を使って研究を進めました。植物が緑化するまでの時間を調べ、光とルビスコの合成の関係について研究しました。

２　実験方法

（1）タンパク質定性実験の方法

①タンパク質の抽出法
バイオラッド　タンパク質フィンガープリンティングキット(キット９)を使う。
DTT を加えたレムリーサンプル緩衝液に試料組織を加えタンパク質を抽出する。
②ポリアクリルアミドゲル電気泳動法
垂直型電気泳動装置に１５％ポリアクリルアミドゲルをセットし、サンプルをアプライする。
定電圧２００Ｖで１時間泳動する。
③染色と脱色
ゲルをクーマシーブルー染色液に入れ２４時間染色後、流水で３０分間脱色する。

（2）実験方法

①暗所で栽培したイネに直射日光を避けて自然光を当て、緑化するまでの時間を測定する
②植物の緑色部と非緑色部にルビスコが存在するかどうかをタンパク質定性実験で調べた。
③暗所で栽培したイネに自然光をあて、１時間ごとにサンプルを採取してルビスコの定性実験をした

３　結果

判定　○：確認できた、×：確認できない、△：一部確認できる

（1）イネの緑化する時間

暗所で栽培したイネを自然光下において１時間ごとに写真撮影してイネの緑化の観察をした

経過時間	１時間後	２時間後	３時間後	４時間後
緑化の程度 (実験の回数)	×××× ×××	×××△ ××△	×△△△ △△△	△○○○ ○○○

（2）緑色部と非緑色部におけるルビスコの存在

植物の部分	イチョウ		カエデ		ススキ	
葉の色	緑色	黄色	緑色	紅葉	緑色	黄色
ルビスコ	○	×	○	×	△	×

（3）ルビスコの合成される時間

経過時間	１時間後	２時間後	３時間後	４時間後
ルビスコ 50Kd	○　薄い	○　濃い	○　濃い	○　濃い

４　考察

イネは自然光下に置くと３時間後から緑化がはじまり、４時間後には緑化した。また、ルビスコは植物の緑色部にしか存在しないことがわかった。ルビスコは光に関係なくはじめから植物に存在するが、光によって合成される量が増えると考えられる。

５　今後の展望

赤や緑色などの波長を変えたLED照明を使って、ルビスコの合成量を測定する。
光を照射してから１時間後に１００KD のバンドが出現することから、このタンパク質を調べたい。

H-R05

植物が効率良く日光を受けるメカニズム

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校
櫻井　昌克
研究指導：中川知己（明治大学)、矢部重樹教諭

背景：植物は太陽の光を用いて葉で光合成を行うことで、生育に必要なエネルギーをまかなっている。一方で葉の生産や維持のためには光合成産物が必要である。したがって植物は、光合成産物の収支がプラスになるように葉を形成しなければならないと考えられる。しかし形成されてしまった葉が、その後で他の葉や植物などの陰になることは頻繁に起こると思われる。このような場合に植物はどのように対応するのだろうか？

目的：これまでに支柱に巻き付くアサガオを用いて実験した結果、アサガオは１枚１枚の葉が個別に葉を動かしている可能性を示す結果を得ている。今回はツル性植物ではないキャベツを用いて、太陽の向きに対してどのように葉の位置を調整しているのかを調べた。

結果：キャベツを窓際で育てると、葉は全て太陽の当たりやすい窓側に向いて成長した。これを 180 度回転させて観察した結果、アサガオと同様に 3 日ほどで葉は再び窓側に向きを変えることが判った。次に葉の左半分・右半分・上半分を切断した葉の動きを調べたが、これらは全て太陽の方向にむき直すことができた。またアルミホイルをかけて単独では太陽の方向が分からない状態にした葉は、アサガオとは異なり太陽の方向に葉の向きを調節できることが判った。そのためキャベツの葉はお互いに太陽の方向についての情報をやり取りしていると考えられる。しかしその一方で、葉を全て切り取った場合、葉柄は向きを変えなかった。また全ての葉をアルミで覆った場合は全ての葉が太陽の向きと関係無く、上方向に向きを変えた。キャベツの葉の動きを見直すと垂直方向と水平方向の２種類の動きがあるので、複雑に葉の向きを調整する仕組みがあるのかもしれない。

一枚だけアルミホイルをかけたキャベツ　左図実験開始時　右図二日後

H-R06

すごいぞ！オブツーサ！！
～透明な細胞を持つ窓植物の戦略～

横浜サイエンスフロンティア高等学校
中尾　遥奈
研究指導　中川知己（明治大学）　矢部重樹教諭

背景

植物の葉や根には、それぞれ緑や白の色がついている。しかし、多肉植物の一種であるハオルチア・オブツーサ(和名:雫石)は、葉の表皮側面は緑色であるが先端の表皮は透明であり、この先端の透明な表皮は「窓」と呼ばれている。また、内部の葉肉部分は透明なゼリー状をしている。

インターネットの情報によると、南アフリカのみを生息地とするオブツーサは、乾燥を避けるために地中にもぐって窓の部分だけを地表に出して生息し、その窓から光を取り入れて土の中で光合成をしているとされている。

目的

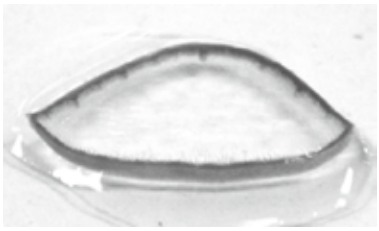
実際に窓や内部の葉肉部分を光がどのように進むのかを調べた。

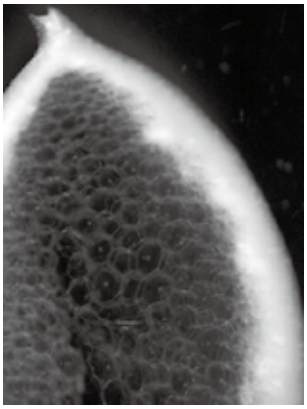
結果と考察

最初にオブツーサの葉の透明な組織を観察したところ、核と思われる影が観察できたので、透明な部分は細胞で構成されていることがわかった。

次に、「窓」からレーザーを照射したところ、光は透明な組織をただ通過するだけでなく、葉全体に拡散した。また、葉肉部分だけを取り出してレーザーを照射した場合も光は拡散した。したがって、オブツーサの透明な組織は、光を通過させるだけでなく拡散させる性質があることがわかった。

オブツーサは陰性植物なので強い光に弱いと思われるが、地中に潜っても強い光自体は弱まらない。したがって、取り込んだ光を拡散させて弱めながら側面の葉緑体全体で光合成をしているのではないだろうか？また、透明な組織の細胞が六角形のような特殊な形をしていることから、この特殊な形が光をダイヤモンドのように屈折させているのではないだろうかと考えた。





ボルボックスのプロトプラスト化

埼玉県立浦和第一女子高等学校　SSH2年
樋口　佳苗

＜目的＞　ボルボックスは細胞群体である生物の一つである。ボルボックスの場合、もともとは単細胞生物であった緑藻類が何千個も集まっていることで群体として生息している。またボルボックスは発達した細胞群体をつくるため生殖細胞が分化し、細胞間に分業が見られる。これらのことから細胞群体は単細胞生物と多細胞生物の中間的形態を持っていると言える。それをうけ、私はボルボックスの細胞をつないでいる細胞質連絡を切断するか取り除くことができるのであれば、細胞単体であっても単細胞生物と同様に生きていられるのではないかと考えた。プロトプラスト化を試みたのは、植物の細胞壁内に細胞質連絡と似た性質をもつ原形質連絡が存在するからである。今回は細胞を一つずつ分離させることができるのかを検証し、出来た場合その細胞を培養することで細胞単体での生存が可能かどうかを知るのが目的である。

＜実験方法＞　試料：ハイポネックスを使用して継代培養をしているボルボックスを使用

① プロトプラスト調整用酵素液とプロトプラスト洗浄液・KMC 液を作る
② プロトプラスト調整用酵素液にボルボックスを入れて、5、10、30、60 分毎にそれぞれ 10 個体以上取り出し、プロトプラスト洗浄液につける。
③ 取り出した時間ごとにプレパラートを作成し顕微鏡で様子を観察する。
④ 時間ごとに分けて培養液に戻し、翌日プレパラートを作成して前日の様子と比較する。

＜結果＞　程度や割合に差が見られたが、いずれの時間もボルボックスの細胞質連絡が無くなる部分が現れた。5 分では小さな穴があいているように細胞質連絡がなくなった個体が 10%ほど見られた。10 分では 5 分のときと同様の変化を示すものに加えて、真二つに割れるように一周分の連絡が無くなる個体も見つかった。30、60 分は 10 分と比較するとあまり違いは見られなかった。
翌日の観察ではすべての時間において細胞単体で動き回るボルボックスが確認された。但し 5 分では分離している個体の割合が低く、10、30、60 分は 5 分よりも高確率で分離していた。

＜考察＞　プロトプラスト調整用酵素液にボルボックスをつけたところ、その直後は大まかにしか細胞質連絡を除去することができなかったが、翌日には細かく分離していた。このことから酵素が細胞質連絡を切断するには約一日という時間がかかることが分かった。

酵素液につけている時間が 5 分であったものと 10 分であったものの差が大きかったのに対し 10 分から 60 分の間では差がほとんどなかった。このことから今回使用した濃度の酵素液につけておくのは 10 分間で十分だと思われる。

また 10 分以上酵素液につけたにもかかわらず二日経過しても原型をとどめている個体もあるなど個体差が激しかった。このことから現在も完璧な分解はできていない。

H-R08

ヒカリモの黄金色の膜と栄養塩類・光との関係の研究

茨城県立日立第一高等学校　生物部
井上 晴香・山﨑 朝子・大宮 悠・佐々木 華恋

はじめに：　東滑川海浜緑地には，複数の洞穴があり，泥，枯葉，雨が染み出した水が溜まっている。そして，水面に黄金色の膜を形成するヒカリモが生息している。ヒカリモは，不等毛植物門黄金色藻綱に属する，淡水性の単細胞生物で，黄色みがかった葉緑体を持つ。ヒカリモは，水中を泳いでいる状態（以下，遊泳相とよぶ）と水面に疎水性の柄を持って立ち上がる状態（以下，浮遊相と呼ぶ）があり，多数の浮遊相が現れたとき，光を反射することで水面が黄金色に見える。しかし，ヒカリモによる黄金色の膜は，一年中観察できる洞穴とできない洞穴がある。それらの洞穴内の水質には違いがあるのか，また，ヒカリモと光の関係についても調べることにした。この研究は，日立市と協力し，保護を目的として行っている。

目的：　ヒカリモの黄金色の膜と東滑川海浜緑地の洞穴内の水の栄養塩類との関係を調べるとともに，光（強さ･色・光の当たり方）との関係を調べる。

実験方法: ヒカリモがこれまでに観察された洞穴 3 カ所について，表面観察・水温・ｐＨ測定，デジタルパックテスト（共立理化学研究所）を使って水質検査を行う。項目は COD，NH_4-N，NO_2-N，NO_3-N，PO_4-P，SiO_2である。
　光（強さ・色）との関係を調べるため，透明なプラスチック容器にヒカリモを水ごと採取し，そのままにしたもの，新聞紙，アルミホイルで包んだもの，赤，青，黄の色つきセロハンで包んだものを人工気象器(温度 18℃，明暗周期 12 時間)に静置し，ヒカリモの膜および浮遊相の有無を調べる。また，光の当たり方による影響を考え，ヒカリモを水ごとビーカー，紙コップ，お椀，白塗りおよび黒塗りの茶碗，プラスチック容器，缶の 7 つの容器に入れ，膜の有無を観察する。

結果と考察：　洞穴内の水質は，COD で測定範囲を超えることが多い。8 月の低下に伴い NH_4 - N，NO_2 - N の値が高くなった。夏に有機物の分解が活発だと考えられる。ヒカリモの膜が薄い，または見られない時期に PO_4 - P の値が高くなっていた。
　光の強さの実験では，有用な結果が得られなかったが，1 週間では変化がないが，1 ヶ月後にはヒカリモは観察できなくなった。光の色のついては，青のセロハンでヒカリモの膜が長い期間観察されたが，やはり 1 カ月後にはヒカリモが観察されなくなった。しかし，生物資料室の直射日光が当たらない場所で行った 7 つの容器の実験では，全ての容器で 1 ヶ月後もヒカリモの膜が観察され，特にお椀や黒塗りの茶碗で黄金色の膜が観察された。

まとめ：　洞穴内の水質には季節的な変動傾向が見られる。その中で，ヒカリモの膜が薄いまたは観察できない時期に PO_4-P に値が高くなっていた。光との関係の実験の際，人工気象器内では 1 ヶ月経つとヒカリモは観察されなくなる。生物資料室にお椀や黒塗りの茶碗で保管するとヒカリモの黄金色の膜が 1 ヶ月以上観察された。

今後の課題：　今後も継続的に観察し，ヒカリモと栄養塩類の関係や，ヒカリモの黄金色の膜と光の関係について調べていき，それらの結果を生かして学校でヒカリモの黄金色の膜を観察できるようにしたい。

シャジクモ・ミルフラスコモによる放射性物質回収の基礎研究

福島成蹊高等学校　自然科学部
菅野 由真・柳澤 愛・石井 知希

目的：イトシャジクモに関する論文の中でイトシャジクモの体表面に水溶液中のカルシウムイオンを吸着するという記載があった。そこから、シャジクモにもイトシャジクモ同様にカルシウムイオンを吸着し、カルシウムと同じアルカリ土類金属であるストロンチウムイオンも吸着するのではないかと考え研究を行った。本研究では、培養したシャジクモ（図 1)、ミルフラスコモ（図２）を塩化ストロンチウム水溶液中に浸し、その表面を観察し、吸着物質の有無を調べた。

図１　シャジクモ

図２　ミルフラスコモ

実験方法：市販の黒土と赤玉土と純水を用いて、２L のペットボトルで培養を行った。培養したシャジクモとミルフラスコモをハイポネックス 0.1%を含む 0.01mol/L の塩化ストロンチウム水溶液に入れ、観察した。同じ条件の溶液に様々なモールを入れ、観察した。シャジクモとミルフラスコモに吸着した白い物質をメンブランフィルターを用いてろ過し、乾燥させ、塩酸を用いて溶かし炎色反応を行った。

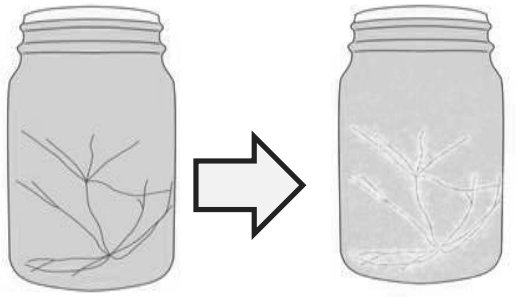


図３　シャジクモ, ミルフラスコモに白い物質が付着する様子

結果：シャジクモ、ミルフラスコモには表面に白い物質が付着した。モールには白い物質が付着しなかった。このことから、体表面に白い物質が付着するのは、シャジクモ、ミルフラスコモ特有の現象だと分かった。また、炎色反応より、ストロンチウムイオンの深赤色が見られたため、シャジクモとミルフラスコモの表面に付着した白い物質にはストロンチウムが含まれている可能性が高まった。

考察：シャジクモとミルフラスコモの表面に付着した白い物質にはストロンチウムが含まれている可能性が高いことから、シャジクモ、ミルフラスコモが光合成をする際生成した炭酸イオンが水溶液中のストロンチウムイオンと反応し、炭酸ストロンチウムを形成し、吸着していると考えられる。

放射性物質から作物を救う

福島県立磐城高等学校　生物部
草野 敦大

１．目的

植物は与える肥料により吸収する放射性物質の量に差があることを知った。そこで、放射性物質吸収を最も抑制することができる肥料の組み合わせを調べることにした。その際、実際の農業への影響も考え、作物の品質についても調べることにした。

２．方法

3300 Bq/kg 乾物重の土と 1000 Bq/kg 乾物重の土を等量ずつ混合した土で、硫酸アンモニウムと硫酸カリウムを肥料として、次の①～⑥の条件で、コマツナ（*Brassica rapa* var. *perviridis*）を栽培した。①：硫酸カリウム 5.0 g、②：硫酸カリウム 10.0 g、③：硫酸アンモニウム 5.0 g、④：硫酸アンモニウム 10.0 g、⑤：硫酸カリウム 5.0 g および硫酸アンモニウム 5.0 g、⑥：肥料なし。その後、収穫後のコマツナの生重量、SPAD 値を測定した。また、ゲルマニウム半導体測定機を用いて植物が吸収した放射性物質（Cs134、Cs137）の量も測定した。

３．結果

コマツナの生重量について、硫酸カリウムを与えたサンプルは肥料なしと比較すると重さは変わらず、硫酸アンモニウムを与えたサンプルは肥料なしと比較し重くなった。また、SPAD 値について、硫酸カリウムを与えたサンプルは肥料なしと比較し値はあまり変わらず、硫酸アンモニウムを与えたサンプルは肥料なしと比較し高い値となった。

植物体の放射性物質量について、硫酸カリウムを与えたサンプルでは、放射性物質量が肥料なしと比較すると少なく、硫酸アンモニウムを与えたサンプルでは、放射性物質量が肥料なしと比較すると多かった。また、両方の肥料を与えたサンプルは最も放射性物質量が多かった。

４．考察

硫酸アンモニウムは、コマツナの生重量を増加させ、葉緑素の量を増加させたと推測された。このことより、硫酸アンモニウム（窒素肥料）はコマツナの品質を良くするうえでは欠かせないといえる。硫酸カリウムは、これらに変化を与えなかったと推測された。

次に放射性物質吸収について、カリウムは、セシウムと同族元素であるため元素間の競合を起こし、セシウム吸収を抑制したと推測された。また、アンモニウムイオンは、土壌鉱物に吸着したセシウムイオンと交換されたため、土壌水分へセシウムイオンを溶出させ、コマツナのセシウム吸収を促進したと推測された。

５．参考文献

・植物による土壌浄化の可能性：www.chart.co.jp/subject/rika/scnet/42/sc42-3.pdf

ミカヅキモによる汚染水から放射性物質の除去の可能性

福島成蹊高等学校　自然科学部
石井 知希・菅野 由真・柳澤 愛

目的：先輩達が原発事故後、学校近くの茶屋沼にて微小生物を調査し、ミカヅキモ（*Closteriumu moniliferum*）を発見した。ミカヅキモの文献で、ミカヅキモにはバリウムイオンを分離固定する仕組みがあり、同じアルカリ土類金属であるストロンチウムイオンも同じく分離固定することが分かったので、発見したミカヅキモで汚染水中の放射性ストロンチウムの除去ができないだろうかと考え、研究に取り組んだ。先行研究により、塩化ストロンチウム水溶液中に、ミカヅキモを入れるとその溶液の電気伝導度が低下する現象が観察された。本研究では、電気伝導度の低下する前後のミカヅキモを電子顕微鏡で観察し、電気伝導度の低下の原因を調べることにした。

実験方法：ミカヅキモの個体数を計測して、そのミカヅキモを塩化ストロンチウム水溶液とともに、透析用セロハンチューブ中に入れ、同濃度の塩化ストロンチウム水溶液中に放置した。放置する前後の塩化ストロンチウム水溶液の電気伝導度を測定した。塩化ストロンチウム水溶液に入れていないミカヅキモと塩化ストロンチウム水溶液に入れ、電気伝導度が低下した溶液中のミカヅキモを電子顕微鏡で観察し、比較した。
※今回使用したミカヅキモは*Closteriumu moniliferum*と*Closterium lunula*である。

結果：塩化ストロンチウム水溶液中にミカヅキモを放置した翌日に、どちらも電気伝導度が低下した。電気伝導度が低下した前後のミカヅキモの電子顕微鏡写真（右図）を比較したところ、低下後のミカヅキモの末端空砲に結晶が観察された。元素分析の結果、Sr、S、Oが検出された。このことからミカヅキモが水溶液中のストロンチウムイオンを吸収し、硫酸ストロンチウムとして末端空砲に固定していることが明らかとなった。

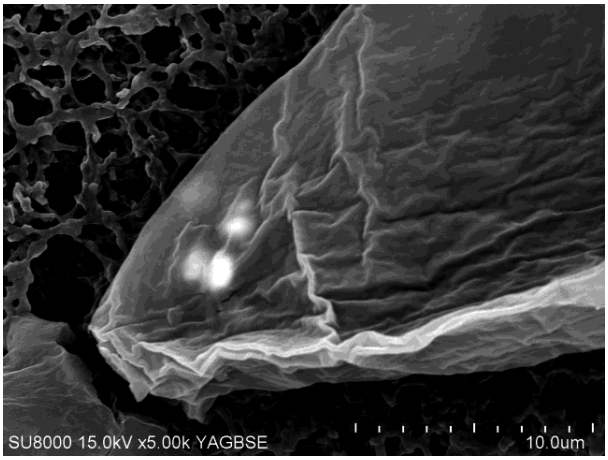


図　電気伝導度が低下後のミカヅキモの電子顕微鏡写真

考察：ミカヅキモを塩化ストロンチウム水溶液中に放置すると、水溶液中のストロンチウムイオンを吸収することから、電気伝導度の変化を調べることでストロンチウムイオンの吸収状況を測定できる可能性が高まった。また、ミカヅキモを透析用セロハンチューブ内に入れることによりストロンチウムイオンを吸収したミカヅキモを簡単に回収することが可能となった。

水質浄化システム「バイオエンジン」の研究

青森県立名久井農業高等学校　TEAM FLORA PHOTONICS
嶋守雄大

１　目的

近年、アンモニア態窒素やリン酸を多く含む生活排水が湖沼に流れ込む影響で富栄養化となり藻類が繁殖する水質汚染が問題となっている。ホテイアオイやアシによる浄化技術もあるが、都市公園では景観を悪化させることもあり導入されていない。そこで草花サンパチェンスを使って美的景観形成と水質浄化の両面を備えた新しい植物による水質浄化システム「バイオエンジン」を開発することにした。

２　実験方法

（１）パワーユニットの開発
サンパチェンスにブラシナゾールを散布し光感受性を高め、変化を探る。

（２）過給器の開発
サンパチェンスに効率よく過剰栄養分を吸収させるため、微生物ビーズを鉢内に設置するとともにエアレーションを行い、その変化を探る。

（３）実用化試験
パワーユニットと過給器を組み合わせ、水槽及び池での水質変化を探る。

３　結果

気孔が多く浄化能力が高いサンパチェンスに薬剤ブラシナゾールを散布すると二酸化炭素吸収量が増え、蒸散量も多くなった。また硝酸菌は納豆菌に比べアンモニア態窒素を植物が吸収できる硝酸態窒素にかえる能力が高いこともわかった。そしてサンパチェンスと硝酸菌ビーズを組み合わせた水質浄化用「バイオエンジン」で汚染水を浄化したところ、ホテイアオイよりも浄化能力が高くなることがわかった。

４　考察

サンパチェンスの光合成能力を引き出し、さらに微生物やエアによって浄化過程をサポートすることにより、水生植物のホテイアオイに匹敵する浄化能力を持たせることに成功した。このシステムはさらに水上できれいな花を咲かせるため都市公園の景観形成にも役立つものと思われる。

H-R13

会津メダカから見る遺伝的攪乱 ～ ご当地メダカを守れ ～

福島県立会津学鳳高等学校 メダカ班 高木 菜々　夏井 優果 花見 佳奈子 皆川 有香 矢澤 香凛 亘 菜音

1. 研究背景

キタノメダカ（*Oryzias sakaizumii*）は日本在来の淡水魚である。しかし、現在は絶滅危惧Ⅱ類に指定されるまでに個体数が減少した。
さらに近年は、遺伝的攪乱の進行が新たな問題となっている。これは、亜種レベルでの交雑により、固有の遺伝的純系が失われる現象のことである。**(Fig.1)** 人為的な要因で交雑することに起因する。
会津地域に生息する野生メダカである「会津メダカ」に焦点を当て,遺伝的攪乱の調査をおこなった

Fig1.遺伝的攪乱の進行

2. 仮説

会津地域においても、かつて河川環境の回復を目的としたメダカ放流がおこなわれていた。また、大量に飼育されている緋（ヒ）メダカが、遺棄された可能性も考慮して、以下の仮説を立てその検証をおこなった

> 仮説: 会津メダカは外来メダカとの交雑により遺伝的攪乱が進行している

3. 検証

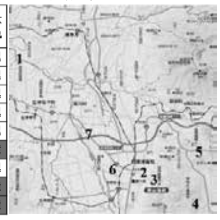
(1) 検証方法 : PCR-RFLP 解析法に基づく系統分類で、計 64 タイプの亜種を同定する手法が確立している。（Takehana ら,**2003**） 我々もこの方法を採用し、採取したメダカを解析して検証をおこなった

(2) 手順

a. メダカの総 DNA 抽出 **(Fig.2)**
b. PCR 法による遺伝子断片の増幅 **(Fig.3)**
c. RFLP 法による系統解析**(Fig.4)**

Table1 メダカの採取結果

No.	採取地	個体数	体色
1	坂下長井	14	黒
2	湯川中流	8	黒
3	小田山	7	黒
4	東山	12	黒
5	赤井谷地	3	黒
6	柳原町	3	黄
7	神指町	5	黒
C1	ヒメダカ(本校)	7	黄
C2	ヒメダカ(P.S.)	15	黄



4. 結果

(1) 試料の採取

会津若松市を中心に **27** ヶ所で探索し、**7** か所から **52** 頭のメダカを採取した**(Table1)**

(2)解析結果

① 採取した個体の体色は、柳原町のみ黄色体色で、他は全て黒体色であった**(Table1)**
② RFLP 法によるによるバンドパターンを解析した結果、同一の採取地からは、全て同一のバンドパターンが確認できた
③ 試料は **6** グループに分類された**(Table2)**

Table2 採取地ごとの遺伝子タイプ

No.	採取地	制限酵素処理パターン *Hae* Ⅲ	*Mbo* Ⅰ	*Msp* Ⅰ	*Rsa* Ⅰ	タイプ	
1	坂下長井	A	A	A	A	A1	会津メダカ①
2	湯川中流						
3	小田山						
4	東山						
5	赤井谷地	B	A	B	A	A8	会津メダカ②
6	柳原町	S	F	E	E	B35	交雑種
7	神指町	K	F	E	E	B11	外来種
C1	ヒメダカ(本校)	M	F	E	E	B18	交雑種
C2	ヒメダカ(P.S.)	H	F	E	E	B42	外来種

5. 考察

(1) 柳原町で採取した個体は本来黒体色であるところが黄体色であった。
したがって、この調査区には交雑種が野生化していると考えられ、攪乱が進行していることが示唆された。**(Fig.2)**

(2) 湯川中流・小田山・坂下長井・東山・赤井谷地の調査区では、会津メダカが採取できた。**(Fig.2)**

(3) 長井の会津メダカは、同じ川の上流に外来種が生息していることから、今後攪乱の可能性が危惧される。**(Fig.2)**

(4) 同様に、湯川中流・小田山においても、阿賀川の支流であることから、両者の下流域に生息する交雑種による攪乱が懸念される。**(Fig.2)**

Fig.2 遺伝的攪乱の進行

6. 結論: 以上のことから、我々は以下を結論とした

> 結論 : 会津メダカは、外来メダカとの交雑により遺伝的攪乱が進行している

農業用水上流部における水環境の調査

岡山理科大学附属高等学校　科学部
石原武・越智亮介・佐野佑・川上達也

１．目的：岡山市北区玉柏～北方間を流下する旭川合同用水は、岡山市南部に広がる農地を潤す農業用水として重要な用水である。上流部は旭川本流から取水した直後である為、清浄であると推測されるが、コンクリート護岸で覆われている地点や生活排水が流入している地点など水環境の整備が不十分であると考えられる地点があった。一方、砂や泥が堆積し石垣が見られる地点もあり、これらの環境が水質に与える影響を明らかにするために研究を行った。

２．実験方法：旭川合同用水の 7 地点で 4 月～9 月を灌漑期、10 月～翌 3 月を非灌漑期として毎月 1 回、年間を通して水質調査を行った。パックテストで COD を中心に測定を行った後、汚濁物質の濃度(mg/L)×流量(m^3/s)の式を用いて負荷量を求め、環境への負荷を推定した。また、目視により河床及び護岸の占有率を求め、環境省・国土交通省によって指定されている指標生物をもとに水質階級を判定した。

３．結果：灌漑期においては、取水地点から 1.6km 流下した地点で水環境に高い負荷がかかっており、さらに、5.1km 流下した地点までに大きく減少していた(図 1)。河床・護岸の占有率について着目すると、環境負荷が大きい 1.6km 地点は泥の割合が大きくなっていた。環境負荷が少ない 2.8～5.1km 地点は砂・小石の割合が大きくなっていた。また、石垣の割合が大きくなるほど負荷量が減少していた。また、非灌漑期においては、多くの月で環境負荷は小さかった(図 2)。生物調査の結果、河床がコンクリートの地点では生物が採集できなかったが、砂や泥が多い地点で生物を採集し、20 種の水生生物を確認した。水質階級はすべての地点で II となった。

４．考察：用水の上流部においても水質が悪化しうる地点があること、逆に水質が浄化されている地点があることが明らかになった。また、その要因としては、河床と護岸の占有率が大きく関わっていることが示唆された。また、灌漑期に負荷量が高く、非灌漑期に負荷量が低くなったことから、農業活動が水質に影響していることが推察された。生物調査では、コンクリートの河床などによる影響のため、十分な生物数が確保できなかった。

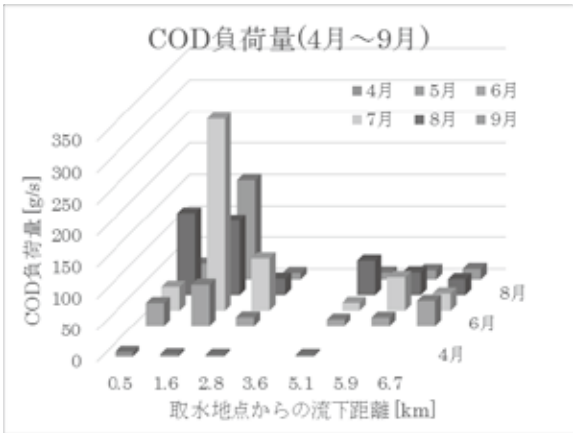


図 1. COD 負荷量(4 月～9 月)

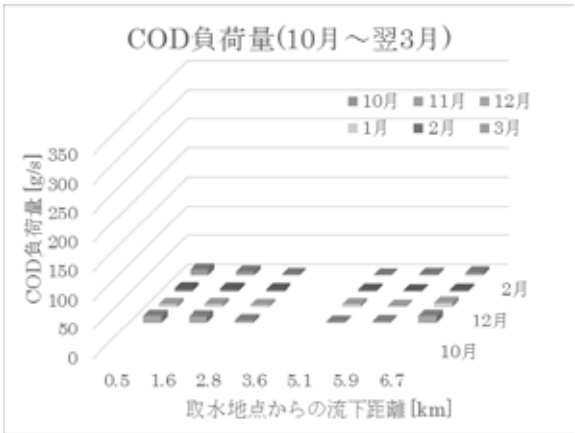


図 2. COD 負荷量(10 月～翌 3 月)

ミミズと耐水性団粒の関係 ～効率的なミミズ採取法の確立～

福島県立会津学鳳高等学校 SSH 探究部　武田大介　浅川芽衣　高畑康平　杉山有暉　西條彩莉　武藤豊人

1. 研究背景

ミミズは分解者として、土壌形成や物質の循環にかかわる大切な存在である。ミミズの分布と土壌環境の関係を調査しようとした我々は、ミミズ採取自体が困難な問題に直面した。したがって、今回は前段階として**「効率的なミミズの採取法の確立」**をテーマに研究を行った

2. 研究概要

(1) 仮説 :ミミズに関する文献を調査する中で、ミミズのみが直径 **2mm** 以上の**耐水性団粒**を糞として排出する事が解った。**(Fig.1)** したがって、表土の観察を行えばミミズの生息数を推定できると考え、以下の仮説を立て、検証を行った

Fig.1 耐水性団粒

仮説: 耐水性団粒の質量とミミズの生息数は、比例する

(2) 検証方法: 調査区を設定して、土壌分析と採取したミミズの頭数の結果から両者の関係を確認した。
ミミズの種に由来する耐水性団粒形成能力の差異の可能性も考慮して、種の同定を行った

3. 検証

(1) ミミズと土壌の採取
調査地に **50×50×20cm** の方形枠を設定し、土壌とミミズを採取

(2) 土壌の分析
① 目の細かさが違う **3** 種類のふるいにかけて土の粒子を **F1~F4** の**4** 段階に分類 **(Fig.2)**
②全体に占める、耐水性団粒**(F1)**の乾燥重量を計量

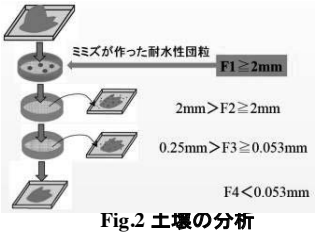


Fig.2 土壌の分析

(3) ミミズの同定
a. 形態上の同定:外見上と解剖により、種を同定した
b. DNA **解析による同定**:ミトコンドリア DNA の CO1 遺伝子領域の解析に基づく同定により、形態による同定の確認とした

Table1 土壌分析の結果

地点	F1質量(g)	F2質量(g)	F3質量(g)	F4質量(g)
大町中央1	217.50	45.08	7.43	0.08
大町中央2	17.50	54.97	6.32	1.35
妻賀神社	17.76	56.88	14.13	1.23
東部公園	175.34	150.70	14.88	2.56
諏訪公園	20.91	30.29	8.37	2.43
城西町公園	53.05	226.39	12.05	4.22
日新町公園	11.36	138.57	12.57	0.06
八乙女神社	56.37	133.17	15.85	0.51
総合運動公園	24.31	14.25	1.44	0.68
長浜	99.14	104.18	12.13	2.85
畑A	96.97	37.36	7.77	1.67
東山①	47.86	36.30	4.58	0.55
東山②	66.40	63.74	50.23	2.78
大塚山	32.95	64.85	9.87	0.54

4. 結果

(1) ミミズと土壌の採取: 会津若松市内 **14** 地点で実施し、計 **221** 頭のミミズを採取した
(2) 採取した土壌の分析: 耐水性団粒の質量は、採取地ごとに差異が認められた**(Table1)**
(3) ミミズの種の同定
a. **形態上による同定** : 幼体を除く全ての個体を同定し、**11** 種類を確認した
b. DNA による同 定 : 幼体を除く全ての個体を同定した

5. 考察

(1) 形態と DNA 解析によるそれぞれの同定結果について、幼体及び判別不能な個体を除いた **144** 頭中 **138** の個体で一致した(一致率:**95.8%**)したがって、形態による同定は、十分信頼性が高いといえる
(2) 耐水性団粒の質量とミミズの頭数は、ほぼ比例した(Fig.3)
(3) 数カ所の調査区で、団粒の質量とミミズの頭数の傾向が合致しない理由として、天候により土が乾燥してミミズが移動したためと考えられる**(Fig.3)**

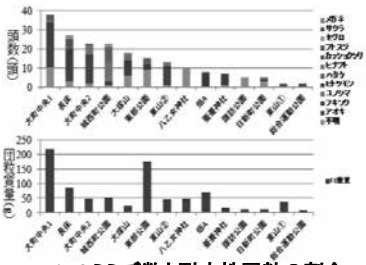


Fig.3 ミミズ数と耐水性団粒の割合

6. 結論

直径 **2mm** の耐水性団粒の質量は、ミミズの生息数とほぼ比例関係にあるといえる。したがって、我々は以下を結論とした

結論: 耐水性団粒の質量とミミズの生息数は比例する
したがって、ミミズ生息数の指標となり得る

海藻類からのバイオエタノール製造

福島県立磐城高等学校　生物部
濱松 郁美

1. 研究動機

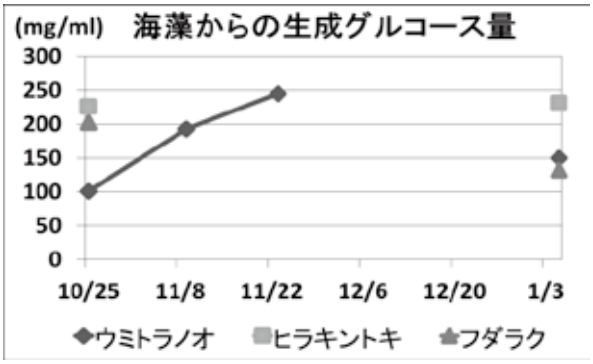
日本は現在、再生可能エネルギーの開発という課題を抱えている。私たちは海藻からバイオエタノールを生産することができればその解決の一歩に繋がると考えた。本研究では、バイオエタノールの製造過程のなかで海藻の糖化に焦点をあて、海藻から生成される糖量の季節変化を調べた。

2. 方法

2014 年 10 月~2015 年 1 月の大潮ごとに、福島県いわき市久ノ浜町の海岸で、ウミトラノオ *Sargassum thunbergii* 、フダラク *Pachymeniopsis lanceolata*、ヒラキントキ *Prionitis patens* を採取した。採取した海藻を 105℃で 18 時間乾燥させて粉末状にし、クエン酸ナトリウム Buffer とセルラーゼを添加した。混合液を 55℃で 24 時間放置した後、フェノール硫酸法で液中のグルコース量を測定した。

3. 結果

11 月はフダラク、ヒラキントキの生育を確認することができなかった。12 月は悪天候のため海藻の採取ができなかった。ウミトラノオからの生成グルコース量は、10 月 2 の時点では 3 種中最も少なかったが、10 月から 11 月まで増加傾向が見られた。1 月は生成グルコース量が減少した。ヒラキントキの生成グルコース量は、10 月と 1 月で 3 種中一番高かった。採取した 2 回のなかではあまり変化が見られなかった。フダラクの生成グルコース量は、10 月から 1 月にかけて減少傾向が見られた。



4. 考察

11 月にフダラク、ヒラキントキの生育を確認できなかったのは、この二種類は一年生の海藻であり 11 月は生育しない期間であるためだと考察した。ウミトラノオからの生成グルコース量が 10 月から 11 月にかけて増加したのは、ウミトラノオの生活環に関係すると考えた。成長期の海藻は体組織が柔らかく、糖化されやすい。ウミトラノオは 10 月で二度目の成熟期が終わり、11 月に短期間の成長期に入る。よって、11 月に生成した糖量が増加したと推測された。

5. 参考文献

水圏植物を原料とするバイオエタノールの製造 - Ⅶ　（高木俊幸ら）
広島湾に生息する海藻類の炭素・窒素含量とその季節的変化（吉田吾郎ら）

6. キーワード

海藻　バイオエタノール　ウミトラノオ　ヒラキントキ　フダラク

岡山市におけるキマダラカメムシの生態調査

岡山理科大学附属高校
加藤良彦　柴田将吾　光實想支

(1)目　的　:

・多くの地域で都市温暖化が進行している。この気候の変化は様々な生物に影響を与え，昆虫では高緯度地域への分布拡大や年間発生世代数の増加がみられる。
・キマダラカメムシ *(Erthesina fullo)*はカメムシ目カメムシ科の外来の大型昆虫で，近年になり九州地方での分布の拡大が報告されている。
・最近では，キマダラマメムシは本州にも分布を拡大し，定着しつつあり，特に岡山県では，2003 年に初確認され，2005 年には岡山市街地でも生息が確認されている。
そこで私たちは，キマダラカメムシについて以下の調査を行った。
① 岡山市におけるキマダラカメムシの個体数調査
② 気温の違いでキマダラカメムシの個体数に違いがあるか

(2)調査場所:

岡山市内旭川沿いの3地点（深水公園・三野浄水場・三光荘）

(3)調査方法:

①サクラの樹木の地上～2mまでの範囲を，一本の樹木につき，
二人一組で，最低 90 秒 間，成虫・幼虫それぞれの個体数を調査した。
②気温は「おんどとり」（温度センサー内蔵）を各場所に 1 個ずつ設置した。

(4)調査期間 :7月～10 月の4か月間各調査場所ごとに約2週間間隔で7回調査した。

(5)結果・考察:

・全調査場所でキマダラカメムシが観察されたため，岡山市の生息場所は拡大していると考えられる。
・昨年の調査結果より，気温が高い場所ほど キマダラカメムシの個体数が多いと予測したが，今回の調査結果から気温は個体数を決める決定的な要因とはいえなかった。
・今後，個体数に大きく影響を与えると思われるその他の生物学的要因や環境要因を調べる必要がある。
・旭川沿いの，南部の三野浄水場と，北部の深水公園では個体数のピークに2～3週間前後のずれがあった。
・年間世代数も異なると思われる。これは2つの場所の 約2℃の気温差が影響していると考えられる。

野生酵母の分離

福島県立磐城高校生物部１年　佐々木萌

はじめに

自然界にはパンや清酒などの発酵食品によく利用される*Saccharomyses cerevisiae*の他にも多数の野生酵母が生息しており、パン製造に用いた場合に独特の風味を醸すなど、*S.cerevisiae* とは異なる特性を持つ。そのため、近年、野生酵母を利用した発酵食品の開発が盛んである。私は今回、身近な場所からも特性を持つ野生酵母が分離できるかどうか調べることにした。

実験方法

実験Ⅰ　磐城高校の庭から採取した植物の一部(キウイフルーツ果実、スイセン花弁、スイセンおしべ、ツバキ花弁、ツバキおしべ、アップルミント葉)を試験管に分注したYPD液体培地5mLに浸し、密閉して30℃で3日間培養する。この間、毎日気体の発生や培地の濁り、ゆがみの確認をする。また、3日目に開栓し、エタノール臭の確認をする。

実験Ⅱ　実験Ⅰで3日間培養した液体を1.5mLチューブにとり､滅菌水を加えて1%に希釈する。その希釈液0.1mLをYPD平板培地に滴下し、塗布する。密閉し、30℃で4日間培養する。コロニーの有無の確認をする。

結果

実験Ⅰ　キウイフルーツ、スイセン花弁、スイセンおしべ、ツバキ花弁、ツバキおしべを用いた場合で培地の濁りが確認できた。また、キウイフルーツの液体培地のみ、ゆがみが確認できた。気体発生はどの培地でも確認できなかった。エタノール臭は、キウイフルーツの培地からのみ確認できた。

実験Ⅱ　酵母菌のコロニー(光沢のない白色)は確認できなかった。酵母菌以外のコロニー(無色透明)は、キウイフルーツ、ツバキ花弁、ツバキおしべの培地で確認できた。

考察

実験Ⅰの結果より、キウイフルーツの液体培地中の酵母菌がアルコール発酵をしたと考えられる。したがってキウイフルーツには酵母菌が生息していると考えられるが、実験Ⅱでは酵母菌のコロニーが確認できていない。その原因として、酵母菌の増殖力の弱さ、液体培地の希釈度が高かったことなどが考えられる。

今後の展望

①希釈度を変えて実験を行う。試料が多く採取できるものは集積培養を行う。②サンプル数を増やす。時期による結果の違いも確かめる。③今回は、*S.cerevisiae* の培養に適した培地を使用したため、別の培地を同時に用いて実験を行う。④植物以外の試料(例:土)からも分離を試みる。

参考文献

木下富雄、田中麻有（2007）パン用野生酵母の分離、茨城県工業技術センター研究報告第39号

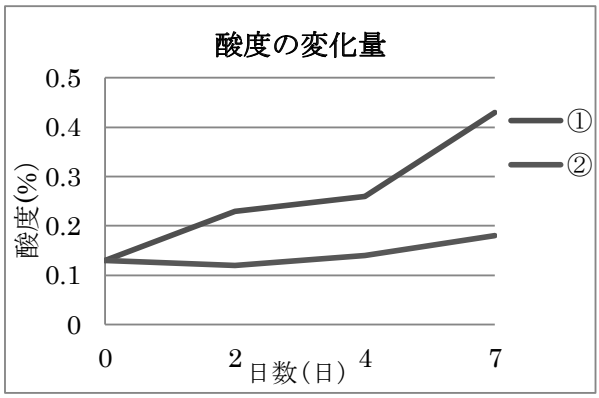
自家製ヨーグルトの安全性の検証

玉川学園高等学部
堀　祐里香

目的：以前家庭で牛乳にヨーグルトを入れ放置し、自家製ヨーグルトを作った時に異臭を放っていたことがあり、自家製ヨーグルトの安全性に不信感を抱いていた。そこで、今回の研究では自家製ヨーグルトの安全性を検証するとともに、安全な自家製ヨーグルトを作る方法を調べることにした。

方法：ヨーグルトが異臭を放っていたのは、牛乳が発酵せずに腐敗してしまったためだと考え、牛乳の腐敗に菌が関係しているのか調べることにした。方法として、無菌状態に保った牛乳と、空気中の菌を混入した牛乳を放置し、それぞれの酸度を測定した。次に様々な条件下で、ヨーグルトを種として牛乳で自家製ヨーグルトを製造し、違いを調べた。更に菌による汚染の有無を調べるため、作成したヨーグルトを LB 培地で寒天培養した。

結果：牛乳を放置した結果、酸度はグラフのようになった。(①菌混入、②無菌)
様々な条件下でヨーグルトを製造した結果、
外部から混入した菌が多いものほど、
生成する乳清の量は少なかった。
滅菌した器具を使用して製造したヨーグルトには菌は見られなかったが、
不衛生な環境で製造したヨーグルトには
多数の菌が見られた。



考察：酸度が 0.18 以上になると腐敗しているという基準(1)があるため、グラフより、2 日目の時点で①(空気中の菌を混入させた牛乳)は腐敗しており、②(無菌状態の牛乳)は腐敗していなかったことが分かる。様々な条件でヨーグルトを製造した実験については、外部から混入する菌が増えるほど乳酸菌の増殖が抑制され、生成する乳酸の量は減る。そのため、混入した菌が多いヨーグルトほど乳清の量は少なかったのだと考えられる。また乳酸菌が生成する乳酸の pH が低いことも含め、使用する器具を殺菌すれば菌は減少し、より安全性の高いヨーグルトの製造に繋がると考えられる。

結論：牛乳の腐敗には空気中の菌が関係している。乳酸菌が生成する乳酸によって pH を下げることで、他の菌の増殖を抑制しているが、使用する器具を殺菌し、空気が触れる時間を短縮するなどの工夫を施すことで、安全性の高いヨーグルトを作ることができる。

参考文献：(1) http://www.mac.or.jp/foodrelation_law/food/food_milk.htm
SUNATEC 食品衛生法、食品分析開発センターSUNATEC

松葉の機能性研究

静岡県立静岡農業高校　松葉研究班

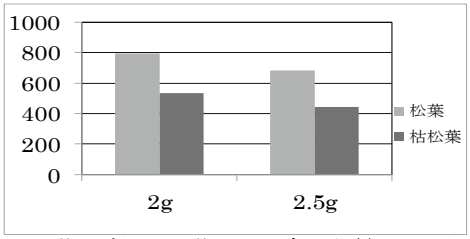
柚木みなみ・海野琴未・乾夏樹・中田潤之介・増田彩香・望月桃子

1　研究の目的

世界文化遺産の三保松原にある松が、景観を保つため年間に大量に伐採されている。また、廃棄に多大な費用がかかる。そこで廃棄される松葉を利用できないかと考え、機能性を調べることにした。

2　枯松葉の効能の枯松葉分析

結果

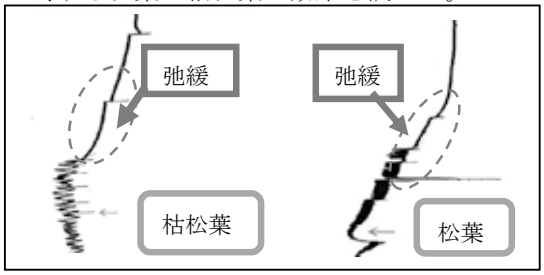


松葉２ｇ	７０％	枯松葉２ｇ
797ABS	→→→	533ABS

枯松葉は、**松葉の７０％の抗酸化力をもっている**ことがわかった。

3　松葉と枯れ松葉が及ぼす血管への作用分析

ラットの大動脈の血管平滑筋細胞に、メタノール・KHB で溶解した松葉パウダー溶液を投射し血管に対する松葉と枯松葉の効果を調べた。



結果

松葉、枯松葉ともに血管の平滑筋の弛緩を確認できた。　　↓

松葉は血管を弛緩させる効果があり、そのことから

4　青松葉と枯松葉のケルセチン含量比較

さらに、興味深いことに枯松葉は、松葉よりも血管弛緩作用が強いことを発見した。

強い抗酸化作用があるケルセチンが、青松葉よりも枯松葉のほうが多く含まれていると仮説を立てた。

ＨＰＬＣでケルセチン含量の分析を行った結果、枯松葉の方がケルセチン量が増加していた。

青松葉のケルセチン量＝18.6mg

枯松葉のケルセチン量＝**33.4mg**

約 1.8 倍

5　　皮膚に感染する菌の抗菌作用の検証

糸状菌を培養し画線法で実験の起こった結果、菌の発生が見られなかった。

〈ブランク〉

〈水溶性松葉〉

〈粉末松葉〉

6　考察

以上の検証結果から松葉には血管弛緩作用と抗酸化作用による生活習慣病予防の力、糸状菌などの菌に対する抗菌作用の効果を松葉が持っていると考えられる。

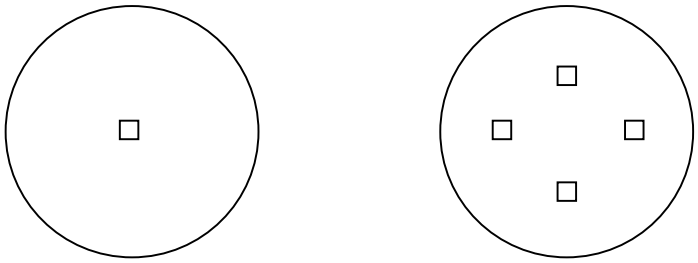
ヒラタケの菌糸培養

市川学園市川高等学校　2年
照川悠海

目的：キノコの拮抗性を調べている際、ヒラタケを純粋培養すると他のキノコとは異なる特徴を発見した。また、ヒラタケ菌糸の成長速度が他のキノコより著しく速いため観察がしやすい。ヒラタケを用いた純粋培養を行い、特徴を探るためこの実験を行った。

手順：①じゃがいも・スクロース・寒天粉を用いた寒天培地を作った。
②クリーンベンチ内でヒラタケの外に触れていない部分をメスで２ｍｍ角に切り、寒天培地に以下の通り置いた。

（ⅰ)培地の中央に１つ　　（ⅱ)等間隔になるように４つ



③密度、保存温度による違いを調べるため、以下の条件で保存し、だいたい２日おき程度に成長率を測った。

Ⅰ…②(ⅰ)を 25℃のインキュベーター内で保存
Ⅱ…②(ⅱ)を 25℃のインキュベーター内で保存
Ⅲ…②(ⅰ)を 37℃のインキュベーター内で保存
Ⅳ…②(ⅱ)を 37℃のインキュベーター内で保存

結果：成長率は、Ⅲ＞Ⅳ＞Ⅰ＞Ⅱとなった。
最終的な結果は上記のようになったが、最初の数日間は 25℃に保存した方が 37℃に保存したヒラタケより成長が早かった。また、25℃に保存したヒラタケより 37℃に保存したヒラタケの方が伸びた菌糸の密度が高く、厚みがあった。

考察：結果より、ヒラタケは 25℃より 37℃の方が成長が早いことがわかった。
最初の数日間の成長率の違いや、伸びた菌糸の密度の違いなどから、ヒラタケは成長する際、25℃の場合は横に成長し、37℃の場合最初は上に菌糸が伸び、限界が来たところで横に向かって成長するのではないかと考えた。

土壌微生物のはたらき～美味しいトマトを作ろう～

神奈川県立神奈川総合産業高等学校　　SSH 課題研究 I （バイオ科）
小形　幸司・萩原　紗羅・柳原　みず季

目的　**土壌微生物が植物にどんな影響を与えるのか、土壌微生物が住みやすい環境、そうでない環境を作り、成長させながら観察を行う。**

仮説　**土に含まれる菌が多いほうが成長も味もよくなる。**
雑草を生やすことで、日陰を作り菌が活発になりやすい環境を作ることで菌が増えてよりよくなる。
菌が多く、雑草が生えているプランターが成長も味もよくなる。

方法　**土壌微生物のはたらきを知る為に条件を変えて、植物を育てる比較実験をする**
①黒土のみ　②黒土＋蚕のフン　③黒土＋蚕のフン＋雑草
④黒土＋腐葉土　　⑤黒土＋腐葉土＋雑草　　（④と⑤黒土 1：腐葉土 1　）
プランターを五つ用意　ほとんど同じ大きさのミニトマトの苗を用意
各プランターにトマトの苗を 3 つずつ植えた。雑草は勝手に生えてくるものとする。
水やりは週 3 回、各プランター同じ量与えた。
菌の数の確認は普通寒天培地を用いて観測する。

結果
実験開始から一ヶ月後
トマトの数：①29 個　②28 個　③33 個　④10 個　⑤9 個
苗の高さ：①67cm　②75cm　③75cm　④52cm　⑤50cm
味の比較をするため、収穫したトマトを食べてもらい、味や見た目のアンケートを取った。
①糖度 9.9　中くらい　酸っぱい、果汁が少ない感じがした
②糖度 10.4　きれい　大きい　赤い　甘い、トマトっぽい味と匂い
③糖度 10.9　小さめ　甘い、とろみがある、フルーツに近い
④糖度 8.1　酸っぱい
⑤糖度 6.5　酸っぱい

考察
なぜ④と⑤のトマトはあまり成長しなかったのか
・腐葉土の量が多すぎた。　調べたところ、黒土 7：腐葉土 3 がベストだった。
③のトマトが一番おいしかったのはなぜか
・雑草の根やトマトの根からの分泌液（糖、アミノ酸、ビタミンなど）が微生物のえさになり、微生物が増えた。その微生物が蚕のフンや土中の有機物を分解し、トマトが取り込みやすくなった。キノコが生えたのは有機物があり、分解が行われている証拠だ。
・雑草が水分を吸い取ったから
トマトは水分が少ないほうが甘くなる
②のトマトが立派だった理由
・③と比べると雑草がないぶん水分と栄養がトマトに行ったから。

現在行っている研究
・冬に育てられる手頃な野菜の二十日大根を、今回の実験結果を生かして育てる。
・（トマトの実験で失敗してしまった普通寒天培地を用いての菌の計測）
・（土と肥料の比率を７：３に変更しての育成）

H-S02

マメ科植物と共生する根粒菌、その実態を追う

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校
吉備 沙羅
研究指導　中川知己（明治大学）　矢部重樹教諭

目的

生物が生きる上で窒素は大量に必要であるが、ほとんどの生物が大気中に山ほどあるＮ２を利用することができない。そのためわれわれは植物に肥料として窒素化合物(アンモニアや硝酸)を与えなければいけない。

一方で根粒菌のような微生物は窒素固定により、Ｎ２から直接アンモニアを合成することができる。しかしこの反応は酸素に非常に弱いため酸素呼吸や光合成と両立が難しい上、大量のエネルギーを必要とする。マメ科植物は根に根粒を形成し、根粒菌を共生させることで光合成産物の提供と引き換えに根粒菌に窒素固定をさせている。

本研究は根粒菌が共生状態にあるときどこで生息しているのか、そして共生関係が途絶えたあと根粒菌はどのように脱出するのか、という点に着目し走査型電子顕微鏡、および蛍光顕微鏡を用いて観察したデータをもとに考察した。

実験方法

根粒菌感染させたミヤコグサをそのままの状態、および地上部を切断し共生を絶った状態の試料を走査型電子顕微鏡で観察した。

組織の破壊を最小限に抑えるためにあらかじめ１回目にホルムアルデヒドとグルタールアルデヒドの混合液で、２回目に酸化オスミウムによって化学的に固定した。

現在蛍光顕微鏡を用いて上記実験と同様のサンプル、さらに人工的に根粒を潰すことで根粒菌の所在、実態を観察している。

結果

走査型電子顕微鏡で根粒内に根粒菌を観察することができた。しかし１個体のミヤコグサでも、ある根粒内ではシンビオソームに包まれた根粒菌、別の根粒内ではシンビオソームに包まれていないむき出しの根粒菌が観察された。蛍光顕微鏡による観察では、地上部を切断した試料で特に発光が観察された。

考察

シンビオソームに包まれている根粒菌と包まれていない根粒菌はミヤコグサ１個体で形成された別の根粒内でそれぞれ観察されたことから、前者は初期に形成された古い根粒、後者は後期に形成された新しい根粒であると推察した。初期の根粒内で確認されたむき出しの根粒は共生関係が終了し、脱出の準備段階にあるものであると予想した。

アーバスキュラー菌根菌によるヤマユリの成長促進

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校
SLⅡ環境分野　宮﨑智葉

目的：神奈川県の県花であるヤマユリは、近年個体数が減少している。保護も行っているが、ヤマユリは花が咲くまで５年もかかるほど成長が遅い。そこで、ほとんどの陸上植物の根に共生でき、リンを植物に供給するといわれているアーバスキュラー菌根菌（以下 AM 菌）によって成長が促進されるのではないかと考えた。私は、ヤマユリが AM 菌によって成長が促進されるのかを調べることを目的として実験を行った。

実験１：生育環境と AM 菌の調査
自生ヤマユリの地上部の長さや葉数を計測し、そのユリの上根と周りの土壌を採集した。上根は染色し、AM 菌の共生率と共生数を測定した。土壌は可給態リン酸含有量とpHを測定した。同様の事を栽培された苗でも行った。
実験２：AM 菌の共生効果
2-1 種子
ヤマユリの種子を温度処理法で発根させたのち処理区に分けて栽培した。処理区は、肥料の濃度 3 段階と AM 菌有無の６つである。1 ヵ月後に全長や総重量を計測し、AM 菌を加えたものは AM 菌の共生も調べた。
2-2 苗
8 本の苗を 4 本ずつ AM 菌有と無の区に分け、一か月毎に球根周囲長などを計測した。

結果１：生育環境と AM 菌の調査
全ての個体に AM 菌の共生が確認されたが、ヤマユリの生育と土壌と共生に関連性は見られなかった。しかし、自生苗と栽培苗を比較したところ、自生苗のほうが可給態リン酸含有量は少なく、共生が多かった。
結果２：AM 菌の共生効果
2-1 では AM 菌有と AM 菌無を比較したところ､総重量と全長がともに AM 菌を与えたものが大きく、総重量にはｔ検定で有意な差があった。（図１）
リン酸濃度「低、中、高」の三段階に分けて AM 菌を与えて栽培した区では、低や中にくらべ、高では個体あたりの共生数が極端に少なくなっていた。総重量のグラフも同様に低や中にくらべ、高では極端に少なくなっていた。（図２）
2-2 では AM 菌有の苗は球根周囲長が増加、４つとも開花、３つ結実した。しかし、無の苗は球根周囲長が減少、１つしか開花せず、結実は１つもなかった。（図３）

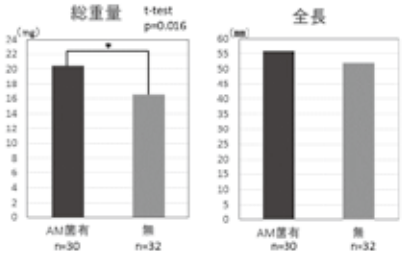


図 1：AM 菌有と無

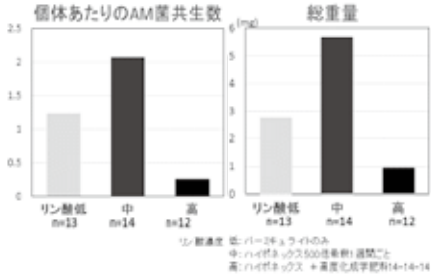


図 2：リン酸濃度の違い

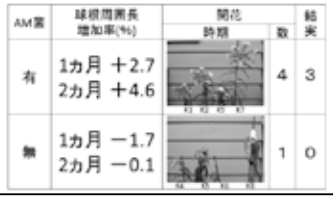


図 3：AM 菌の苗に対する効果

考察
結果１より生育環境と AM 菌の調査から自生ヤマユリに AM 菌が共生している。しかし、違いが小さいのか、ヤマユリと土壌と共生に関係性は見られなかった。
結果２より AM 菌によってヤマユリの成長が促進される。
また、自生苗と栽培苗の比較やリン酸濃度を変えた種子の実験から、土壌中のリン酸含有量が多すぎると、AM 菌の共生が抑制されると考えられる。

H-S04

ノイバラに付く虫こぶの観察

市川高等学校 2 年　渡部稔基

目的:ノイバラに付く虫こぶはバラハタマフシと呼ばれ、次の事が知られている。形成者はバラハタマバチ。バラハタマフシは一室一幼虫だが、数室に分かれているものは同居蜂によって加害を受けている。このノイバラに付く虫こぶについて、以下の 2 点を調べた。

①虫こぶ形成者を実際に確かめる。

②虫こぶが植物に与える影響を調べる。

《実験 1》 ①虫こぶ形成者を実際に確かめる。同時に蛹化の条件も調べる。

方法:虫こぶを 40 個集めて 10 個ずつ次の 4 つの条件に分け、一つずつシャーレに入れて保管し、約 1 週間ごとに観察した。羽化した成虫はエタノールで固定し標本にした。これによって低温が蛹化に与える影響を調べることが出来る。

	虫こぶの開閉	培養温度
A	開けた状態	25℃
B	開けないまま	25℃
C	開けた状態	10℃
D	開けないまま	10℃

結果 1:これまでに一室と多室でそれぞれ 1 頭ずつ羽化した。

結果 2:開いた 20 個の虫こぶのうち、一室のものが 10 個、多室のものが 10 個であった。

結果 3:多室、すなわち同居峰の幼虫に注目すると、10℃のインキュベーター内の幼虫はすべて生きているのに対し 25℃のインキュベーター内の幼虫は全滅していた。

考察:・ 結果 2 よりバラハタマバチは約 50%の確率で同居蜂による加害を受けると思われる。

・結果 3 より同居蜂の幼虫は低温にならないと死んでしまうと分かる。暖かいと代謝が進むので養分が不足するのではないかと考えられる

《実験 2》②虫こぶが植物に与える影響を調べる。

方法:虫こぶが付いているノイバラの枝 20 本と付いていないノイバラの枝 20 本について、虫こぶの数、葉の数、実の数をそれぞれ数えた。

結果:

虫こぶが付いているノイバラ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	平均
虫こぶ	0	0	0	1	0	0	0	4	0	4	7	0	0	1	3	8	0	2	0	1	1.55
葉	43	7	0	0	7	6	7	21	4	10	0	21	18	15	30	9	8	16	6	15	12.2
実	0	16	6	20	0	0	0	1	0	4	41	3	6	2	5	1	0	2	0	2	5.45

虫こぶが付いていないノイバラ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	平均
葉	87	16	0	10	5	4	1	0	33	57	4	43	0	2	19	10	14	2	0	0	15.4
実	24	6	48	40	38	16	24	10	8	31	7	21	23	22	34	12	13	5	10	2	19.7

考察:平均値より、虫こぶが付いているノイバラの方が葉も実も少ないことが分かる。よって虫こぶによる何らかの影響で葉や実が減ってしまうものと考えられる。

H-S05

マングローブの抗菌作用について

東京都立科学技術高等学校　科学研究部生物化学班
スーパープロジェクト IRIOMOTE
村松さらら

1．研究の動機

マングローブとは、熱帯・亜熱帯域の海岸、河口、入り江などの砂泥干潟に生育する植生の総称である。これらの樹木の群落をマングローブ林、マングローブ林を構成する植物のことをマングローブ植物と呼ぶ。私たちは昨夏、沖縄県西表島へ行き、マングローブ植物であるヒルギ科植物の観察や、その散布体の採取等を行った。その後、採取した散布体を水の中で育てたところ、継ぎ足しはしているものの一度も水を変えていないにも関わらず、散布体が枯れるまでは水が腐らなかった。このことから私たちは、散布体は水に抗菌作用のある物質を出しているのではないかと考え、以下の実験を行った。

2．実験方法

1）大腸菌や納豆菌を対象とした抗菌作用の確認をする。

① 平板寒天培地に大腸菌を塗布する。

② 平板寒天培地に納豆菌を塗布する。

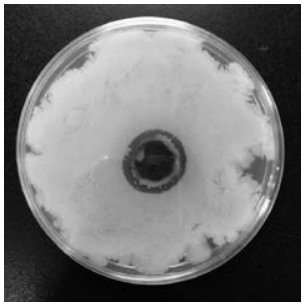
③ 散布体と、散布体を成育させた水をろ紙に染み込ませたものを、培地の中央に置く。

④ インキュベーターの中で培養し、阻止円を確認する。

2）散布体の成分及び、散布体を成育させた水に含まれている成分を調べる。

3．結果

オヒルギの散布体の輪切りを置いたものに、阻止円が確認できた。(右の写真を参照)



オヒルギの上部を
輪切りで置いた培地

4．考察

ヒルギ科植物の散布体には抗菌作用があると考えられる。採取した水及び、散布体の成分の結果も加えたマングローブ植物の抗菌作用、抗菌物質について今大会で報告する。

5．展望

マングローブ及びマングローブ植物は森林資源、水産生物の産卵場、波浪・高潮・津波などに対する陸岸の保護、塩害対策などの様々な面で研究され、利用されている。しかし、マングローブ植物(ヒルギ科植物)の抗菌作用については未だ解明されていない。マングローブの抗菌作用の研究を進めることで、私たちは新たなマングローブの利用方法を確立していきたいと考える。

6．参考文献

中村武久・中須賀常雄 著「マングローブ入門」めこん社 1998

高麗寛紀 著「よくわかる最新抗菌と殺菌の基本と仕組み」秀和システム 2012

HACCP 対応抗菌環境福祉材料開発研究会

「安心・安全・信頼のための抗菌材料」米田出版 2010

治郎丸ホウレンソウ普及活動に関する研究について

～ベト病にかからない栽培方法と成分分析について～

佐藤　凪彩、佐藤　瑠奈（愛知県立稲沢高等学校）

【目的】愛知県尾張地方でホウレンソウの営利栽培が始まったのは大正時代からである。当時の中島郡稲沢町の民間で育成された一代交配種「治郎丸ホウレンソウ」は稲沢市治郎丸が原産であり、愛知県の伝統野菜として認定されている。しかし、ベト病に弱く現在は営利栽培が行われていない。そこでベト病対策栽培方法の確立と治郎丸ホウレンソウの成分分析を行い、Ｆ１耐生品種との成分の違いの検証を行った。

【方法】①畝の高さの違いによる収量の違い

治郎丸ホウレンソウはベト病に弱いことから、畝を作り排水性を良くすることにより防止できないか考え、平畝栽培、畝の高さ５㎝、１５㎝の試験区を設け栽培、調査を行った。

【結果】

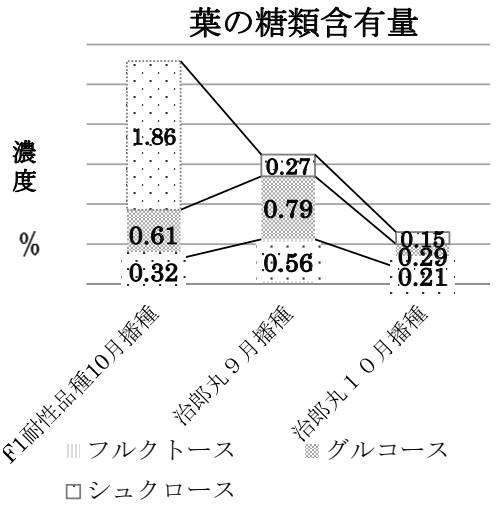
畝の高さ	平　畝	5 ㎝	15 ㎝
収穫量	1.2kg	2.5kg	3.2kg

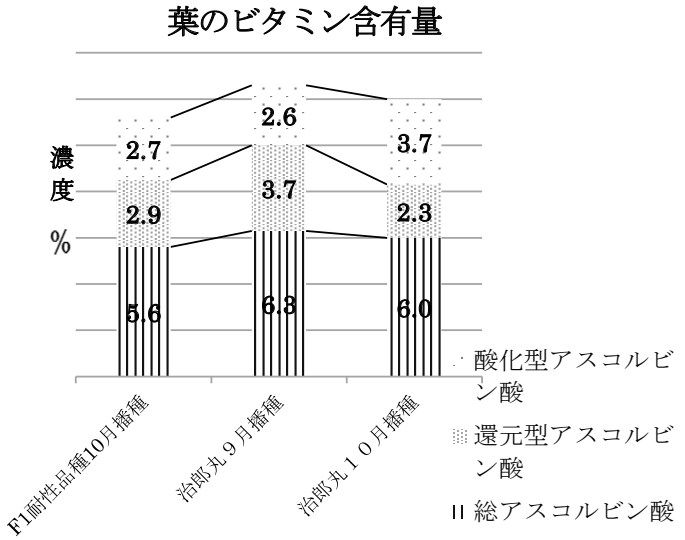
平畝は排水が悪く、畑に水溜まりができた。そのため土の跳ね返りがあり、ベト病に感染しやすかったと考える。しかし畝が高いほど、排水がよく、土の跳ね返りが少ないことからベト病に感染する割合が少なく、収量の増加に繋がった。

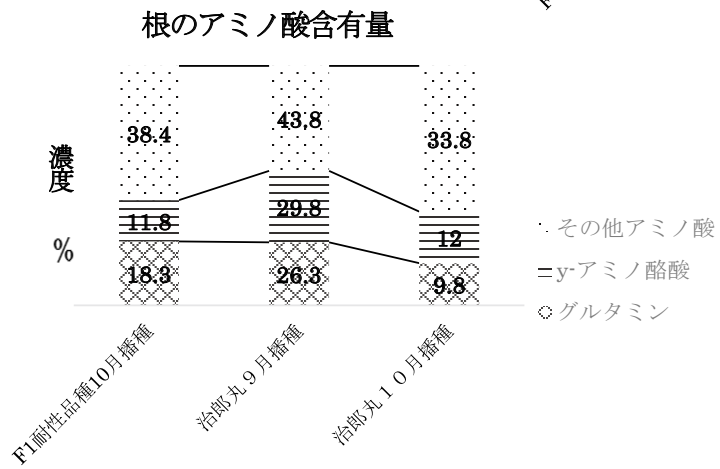
【方法】②治郎丸ホウレンソウの成分分析（中部大学と共同で行った）

治郎丸ホウレンソウとF1耐性品種のホウレンソウの成分の違いを知るために、葉、根の部位において有機酸、ビタミン、糖、アミノ酸について分析を行った。播種は９月、１０月におこない、１１月下旬に収穫を行った。

【結果】







糖類含有量は、治郎丸ホウレンソウの葉の部分において、グルコースよりも1.2倍の甘さがあるフルクトースが、９月播種で一番多いことがわかった。ビタミンCにおいては、９月播種が 6.3%と多いことがわかった。また根のアミノ酸含有量は、人間の疲れ、ストレスを解消するグルタミン、γ-アミノ酪酸が多いことがわかった。以上のことから治郎丸ホウレンソウは Ｆ１品種より甘くビタミンが豊富であり、健康野菜として今後普及していきたいと考える。

H-S07

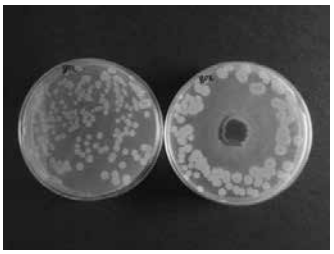
梅干しの抗菌効果

玉川学園高等部
岡田　紗弥

目的：
お弁当のご飯の上に梅干しを入れることが多い。その理由を、味や色どり以外に聞くと「お弁当を腐らせないため」と認識している人が多い。このことから、梅干しには抗菌効果があるのではないかと思い、抗菌効果の検証とその原因について調べることにした。

実験方法：
（1）LB 培地に大気中の菌や大腸菌を塗り伸ばしたものに、梅干しや梅干しの抗菌効果の原因と考えられる成分をのせ、その抗菌効果や抗菌範囲を確認した。
（2）梅干し以外の梅の加工品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）抗菌効果に関係あると考えられるクエン酸が、梅干しの中に本当に含まれるのかを確かめるために、クエン酸を遊離させた。

結果：
（1）梅干しには抗菌効果があり、大腸菌や大気中の菌に対してその効果が確かめられた。梅干しの抗菌効果の原因特定では、食塩とクエン酸を用いて実験を行ったが、食塩には抗菌効果はなく、クエン酸に抗菌効果が確認できた。
（2）塩漬けに限らず他の梅食品でも抗菌効果が確かめられた。
（3）クエン酸の純度は求められなかったが、梅酢からクエン酸を抽出することが出来た。



（左）大腸菌のみ
（右）大腸菌の上に梅干し

考察：
LB 培地全体ではなく、梅干しの周りだけ抗菌されていたことから、抗菌範囲は梅干しから液がしみだした範囲にのみ抗菌効果があるということがわかった。梅干しの何の成分に抗菌効果があるのかを調べるために、梅干しの成分のうち食塩とクエン酸について大腸菌を用いて抗菌効果を確かめた結果、クエン酸では濃度が上がる程強い抗菌効果が確かめられ、食塩では抗菌効果はなかった。このことから、梅干しの抗菌効果にはクエン酸が関係していることが分かったので、塩漬けしていない他の梅食品でも抗菌効果があると予想し、梅酢や梅ジュースでも実験したところ、抗菌効果が確かめられた。クエン酸に抗菌効果が確かめられたのは、クエン酸にタンパク質を凝固させる働きがあるため、菌のタンパク質を凝固させたためだと考えられる。

H-S08

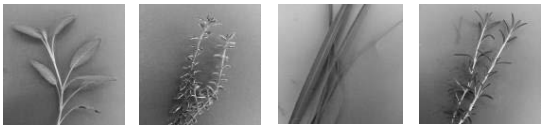
ハーブを用いた抗菌スプレーの作成のための研究

茨城県立日立第一高等学校　２年 SS クラス
滑川　裕那

はじめに：　ハーブと呼ばれている植物にはさまざまな効果・効能があることが知られている。最近，ハーブの抽出液を使った人体に安全な抗菌スプレーの存在を知った。そこで，その抗菌効果に注目し，抗菌効果の強いハーブの抽出液を使えば，より効果が高い抗菌スプレーを作ることができると仮定し研究することにした。

目的：　抗菌効果の強いハーブの抽出液を使った効果の高い抗菌スプレーを作成するため，ハーブの抗菌効果を調べる。

実験方法:　強い抗菌効果があるとされる，コモンセージ（*Selvia officinalis*），シルバータイム（*Thymus spp.*），レモングラス（*Cymbopogon citrates*），ローズマリー（*Rsmarinus officinalis*）を実験材料とする。



（←実験材料のコモンセージ，シルバータイム，レモングラス，ローズマリー）

＜実験１＞実験に使うハーブに抗菌効果が本当にあるかどうかを調べため，寒天培地に大腸菌懸濁液(LB 液体培地と大腸菌)を展開し，そこにすり潰した実験材料サンプルと，比較対象とした石，消しゴムそれぞれ 0.5ｇをのせて，37℃のインキュベーターで 20 時間培養する。＜実験２＞寒天培地を LB 寒天培地にかえて，37℃のインキュベーターで 20 時間培養する。＜実験３＞コロニーのできる過程を見るため，36℃にセットしたヒーターの上に LB 寒天培地を置き，カメラで 10 分おきに撮影する。＜実験４＞市販の精油を用いて，37℃のインキュベーターで 20 時間培養する。また，インキュベーター内で実験３と同様に写真で撮影する。

結果・考察：　＜実験 1＞全ての寒天培地にコロニーがひとつも見られなかった。栄養源を含まない寒天培地だと，大腸菌は増殖できないと考えられる。＜実験２＞全てのサンプルの周りにコロニーが見られた。栄養源が豊富な条件下では，ハーブの抗菌効果より大腸菌の繁殖する力が勝っているのか，または，ハーブに抗菌効果がないのか，どちらも考えられる。＜実験３＞ヒーターで下から温めたため，シャーレの蓋に結露し詳しく観察できなかった。また，実験１～３ですり潰したハーブは，熱で乾燥してしまった。＜実験４＞タイムの培地には全くコロニーが見られず，セージ，レモングラス，ローズマリーの培地には，サンプルの周りにコロニーが見られなかった。また，コロニーはサンプルから遠いところほど形成されていたのが観察できた。

まとめ：　実験１～３では，ハーブが乾燥してしまったためか，有用なデータを得られなかった。精油を用いたとき，サンプルの乾燥を防ぐことができ，セージ，タイム，レモングラス，ローズマリーに抗菌効果がみられた。

今後の課題：　抗菌効果のある成分の抽出方法などをさらに検討し，最終的に，人体に安全でより効果の高い抗菌スプレーを作成したい。

H-S09

Allelopathy

佐賀県立致遠館高等学校　２年 平原雅史 松林陽太 清水利玖

１．目的

・植物が生き残るうえで、他の植物にどのくらい影響を与えているかを調べる。

・アレロパシー物質の抽出方法とその効果を調べる。

２．実験方法

使用器具

・90㎜シャーレ　・乳鉢　・乳棒 ・こまごめピペット　・200㎜ビーカー ・レタスの種　・寒天　・ろ紙 ・エタノール　・アセトン　・植物の根

実験方法

セイタカアワダチソウ、サクラの根をすりつぶし、 エタノールを加え、湯せんしてエタノー ルを飛ばしてアレロパシー物質を抽出。そして、20℃の恒温器にシャーレを入れ、１週間後の発芽した根の長さを観察した。

サクラ抽出液はろ紙を濡らしてろ紙が乾いた後、多めの水を入れて実験する。セイタカアワダチソウ抽出液はビーカーに寒天培地を作り、濃度を変えて実験した。レタスの種は 10 粒まいた。毎日の発芽数を記録した。

３．結果

サクラ(ろ紙)

水量(mL)	２３(木)	２４(金)	２５(土)	２６(日)	２７(月)	２８(火)	２９(水)
１０(水)	０	データなし	１５	１７	１９	１９	１９
５	０	０	０	２	８	９	９
１０	０	４	８	１０	１３	１３	１４
１５	０	７	９	１４	１７	１８	１８

セイタカアワダチソウ

濃度(%)	２３(木)	２４(金)	２５(土)	２６(日)	２７(月)	２８(火)	２９(水)
０	０	８	８	８	９	９	９
２５	０	９	９	９	１０	１０	１０
５０	０	０	１	３	５	７	８
１００	０	０	０	０	０	０	０

５．考察

サクラの方は、水の量が少ない方が発芽数が少なく、抽出液で行った実験の方が水だけもののより発芽数が多かったため、成功と言える。

セイタカアワダチソウの方も、抽出液の濃度が高い方が、発芽数が少なく、成功したと言える。

インターネットを使って実験方法を調べたが、エタノールの代わりにアセトンを使ったり、寒天培地の代わりにろ紙を使ったりと、いろいろな点で改善を図れたのは良かったと思う。

今回は、自生している植物がアレロパシーを引き起こしていることを確かめられた。しかし、今後は環境の変化や植物の成長期と成長後での分泌量の変化など調べていきたいと思う。

アレロパシーの特徴を探る

茨城県立日立第一高等学校　２年 SS クラス
古橋　朋弥

はじめに：アレロパシーとは，植物が自分の成長を妨げるものから自分の身を守るために化学物質を放出し，他の植物や微生物に対して阻害的又は促進的な作用を及ぼすことである。庭に植えてあるミントが徐々に拡張し，その周りに他の植物が生息していないことに気付いた。その効果がアレロパシーということを知り，発芽抑制効果のアレロパシーを持つ植物は，自身と同じ生育環境（日照条件）のものだけに効果が見られるのか。それとも，異なる生育環境の植物にも効果が見られるのか気になった。

目的：発芽抑制効果のアレロパシーがある陽生植物の場合，好光性種子に対し，陰生植物は嫌光性種子に対し効果が見られ，逆に、アレロパシーがある陽生植物（陰生植物）の発芽抑制効果が嫌光性種子(好光性種子）に見られるのかを調べる。

実験方法:　アレロパシーを持つ植物には，陽生植物のアップルミント，サクラ，陰生植物のドクダミを用いる。発芽させる植物には嫌光性種子とされるカイワレ，好光性種子とされるホウレンソウを用いる。
（抽出液の作成)①葉をすりつぶし,乾質量で濃度 10%溶液となる水を加え,その後，ガーゼで抽出液を絞り出す。②シャーレに，抽出液でしめらせた脱脂綿をのせ，その上に発芽させる植物の種子をのせる。③毎日水を補給し，１週間後に発芽した種子の数を数える。濃度が変化しないようにするため，抽出液は１回目のみ加える。
（予備実験）アレロパシーを確認するためカイワレの種子を 10 粒のせ，暗所に置く。
（実験１）シャーレにカイワレ，ホウレンソウの種子を 20 粒のせ，明所，暗所それぞれに置く。

結果・考察：

表１．実験１の結果による発芽率（%）

アレロパシーを持つ植物 ＼ 発芽させる植物	カイワレ（明所）	カイワレ（暗所）	ホウレンソウ（明所）	ホウレンソウ（暗所）
アップルミント（陽生）	５．０	２５．０	０	５．０
サクラ（陽生）	２．５	１０．０	２．５	１０．０
ドクダミ（陰生）	１２．５	１７．５	０	７．５
水	４０．０	９７．５	３５．０	２２．５

※対象実験として，水だけのものも行った。8 月と 11 月とで 2 回実験を行った結果。

実験結果よりアップルミント，サクラ，ドクダミの葉には発芽抑制効果のアレロパシーがあると考えられる。発芽抑制効果に陽生植物，陰生植物の関係は無く，暗所より，明所で育てた方が，発芽した種子の数が少なかったため，明所の方が，発芽抑制効果がみられる。しかし，カイワレは嫌光性種子のため，光によって発芽が抑制されたとも考えられる。

まとめ：　アップルミント，サクラ，ドクダミにアレロパシーがあると考えられ，発芽抑制効果は，明所において特にみられた。

今後の課題：　アレロパシーを持つ植物と影響を受ける植物の関係について，さらなる検証実験と検討をしていきたい。

H-S11

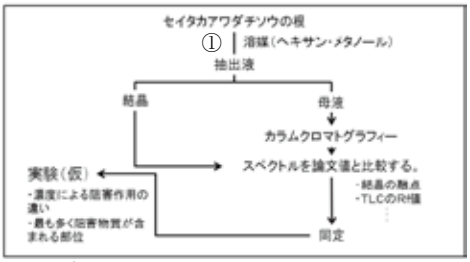
セイタカアワダチソウを利用した生物農薬の研究

茨城県立並木中等教育学校　科学研究部
遠山 大樹・軽部 亮佑・今矢 智彬

【研究目的】

セイタカアワダチソウは,耕作放棄帯や住宅の空き地などで見られる繁殖力の強い植物である。セイタカアワダチソウは,自身が生合成する化学物質（アレロケミカル,cis-DME）を根から分泌して他の植物の生育を阻害する作用（アレロパシー）を持っているといわれている。私たちはこの作用を利用した生物農薬の作成を目的として研究を行うことにした。

【実験方法】

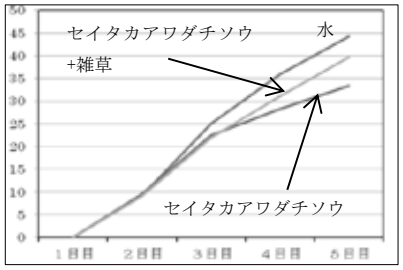


実験 1：右図の①の過程を工夫して効率よく cis-DME を抽出する方法を探る実験を行った。粉末にしたセイタカアワダチソウの根をメタノール,ヘキサンに浸けて,cis-DME の抽出を試みた。まず,ヘキサンに浸けた抽出液をエバポレーターで濃縮し,シリカゲルクロマトグラフィにかけて 10 分ごとに溶液を採取する。それを分光光度計にかけてスペクトルを論文値と比較する。（実験 1.1）メタノール,ヘキサンに浸けたものを同じように濃縮し,その濃縮液を水蒸気蒸留という方法を用いて cis-DME を取り出す。そして,スペクトルを比較する。（実験 1.2）加えて,実験 1,2 から導き出した cis-DME を抽出するのに最も良い方法に基づいて,cis-DME を結晶として取り出す実験を行った。（実験 1.3）

実験 2：アレロケミカルはセイタカアワダチソウのどの部分から放出されるのか,今回は根に焦点を当て,水耕栽培を用いて実験を行った。水（コントロール）,セイタカアワダチソウ,セイタカアワダチソウ+雑草（ヨモギ）をそれぞれ水耕栽培し,どの栽培液で育てたカイワレダイコンが成長を阻害されるかを調べた。

【結果】

実験 1.1, 実験 1.2 において文献値(1)[1]の cis-DME の吸光スペクトルと同じピークが確認された。実験 1.1 に関して, シリカゲルクロマトグラフィ 0~10 分の液のみにおいて cis-DME のピークが見られた。実験 1.2 に関しては溶媒がヘキサン, メタノールのいずれの場合においても抽出された。この 2 つの結果を踏まえ, 実験 1.3 として, ヘキサンを溶媒とし, 水蒸気蒸留を経た留出液から cis-DME をジエチルエーテルへ移動, 結晶化させる実験を行った。実験 1.3 はセイタカアワダチソウの根の粉末 1kg で行った。この実験では,予想に反して,水蒸気蒸留の過程で,留出液面上に黄色針状結晶が析出した。その結晶の吸光スペクトルを測ると右のような結果が得られた。留出液の残りの部分にも cis-DME のピークは確認された。その留出液をジエチルエーテルと混ぜると,ジエチルエーテル層から cis-DME のピークが確認できた。そのジエチルエーテル液を冷蔵庫へ入れたところ,cis-DME は晶出しなかった。



実験 2 に関しては,予想に反して,セイタカアワダチソウとヨモギの水耕栽培キットから抽出した水からは,セイタカアワダチソウのみよりも強い効果が観察できなかった。

【考察】

実験 1.3 において,水蒸気蒸留の過程で cis-DME が晶出したのは,今回のこの抽出方法で多くの物質が抽出され,溶けきれなくなった cis-DME が結晶化したものだと考えられる。cis-DME は疎水性なので,疎水性溶液のジエチルエーテルへ移動したことは,それが理由だといえる。冷蔵庫で cis-DME が結晶として析出しなかったことに関しては,水蒸気蒸留時に,ある程度の量が結晶としてすでに析出しているため,溶液内に結晶化するほど十分な量が溶けていなかったと考えられる。実験 1 から,セイタカアワダチソウの根を 1.18mm 程度に砕き,それを有機溶媒（ヘキサン）を用いて抽出し,その抽出液を水蒸気蒸留すると cis-DME が単離でき,十分な量があれば結晶が得られるといえる。実験 2 に関して,+雑草でアレロパシーの効果が下がったのは,ヨモギがアレロケミカルを吸収したからだと考えられる。

---

[1] AKIO KOBAYASHI, SHIGEO MORIMOTO,YOSHIARI SHIBATA,KYOHEI YAMASHITA and MAKOTO NUMATA,1980, C10-POLYACETYLENES AS ALLELOPATHIC SUBSTANCES IN DOMINANTS IN EARLY STAGES OF SECONDARY SUCCESSION, Journal of Chemical Ecology, Vol. 6, No. 1

植物のアレロパシー活性の研究

安田女子高等学校　ＳＳコース
相川 紗輝※　尾川 奈月　谷村 玲央菜　寺西 優希

【１】目的

様々な植物のアレロパシー活性の有無を確認し、度合いの違いを調査する。また、活性成分の特定を進め、除草剤への応用を目指す。

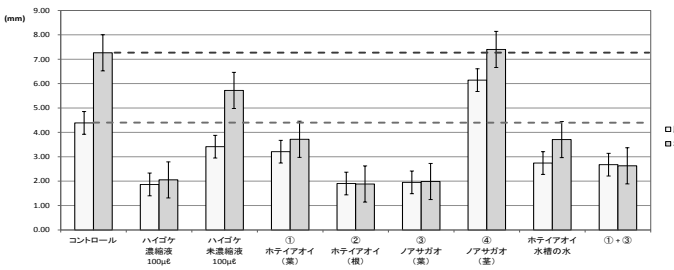
【２】方法

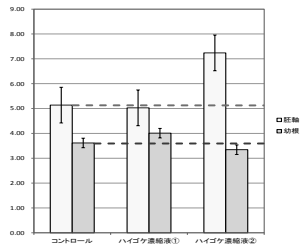
◇ゲルを使った実験：採取した植物を乾燥させ、粉末状にした試料 0.7ｇを 75℃の湯 50mℓに入れる。ガラス棒でかき混ぜた後、ろ過する。この抽出液を 0.5%ゲルに混ぜ、レタスの種子（品種はシスコ）を播種する。恒温器（24 度、暗所）に 3 日間入れた後、取り出して胚軸と幼根の長さを測定する。コントロールの結果と比較し、アレロパシー活性の有無や度合いを調べる。

◇コットンを使った実験：コントロールの結果が不安定になることがあったので、ゲルの代わりにコットンを使用することにした。

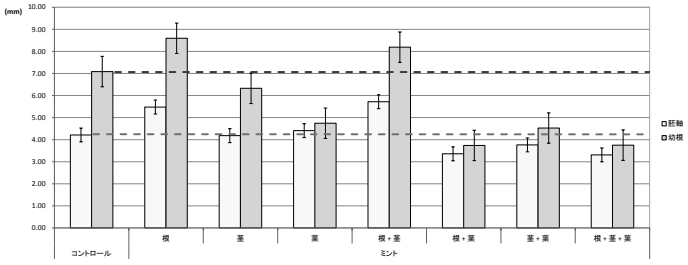
◇ハイゴケの濃縮液の作り方：細かく切ったハイゴケに水または薬品を加え、抽出液をつくる。その後、ロータリーエバポレーターを使用して濃縮する。

【３】結果



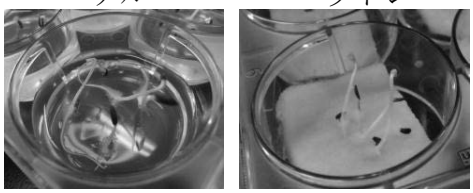


測定の様子



発芽の様子

ゲル　　コットン



ミントは根に促進作用、葉に阻害作用が見られた。ミックス実験から葉が加わると阻害は強くなる。ホテイアオイは根、ノアサガオは葉に阻害作用が見られた。ロータリーエバポレーターで作製したハイゴケの濃縮液は、未濃縮液より阻害が強い。ジエチルエーテルで抽出・濃縮したものには阻害作用は見られなかった。

【４】考察

体の各部で活性の度合いが異なることが分かった。種によって、活性成分の含有率が異なると考えた。活性の強い部分を見つけることで、効率良く抽出が可能になり、成分特定に早くつなげられると考える。ミックスによる効果は、除草剤応用への助けになる。

H-S13

セイタカアワダチソウの部位による
アレロパシー作用の違い

市川高校 2 年　　伊美　拓真

＜目的＞

アレロパシーとは、ある植物が他の生物に対して何らかの作用を起こす効果のことであり、セイタカアワダチソウのアレロパシーは他の植物の成長を阻害する作用を持つ。今回、セイタカアワダチソウのどの部位でアレロパシー物質が生成されているのか、またどの部位から放出されているのかに注目した。そこで、セイタカアワダチソウの部位ごとの抽出液が植物の種子の発芽にどのような影響を及ぼすか調べた。

＜方法＞

① セイタカアワダチソウを根、茎、葉、花、枯れ葉、の 5 つの部位に切り分けた。
② それぞれ 25 g ずつ量り、 1 種類ずつフードプロセッサーに入れた。
③ そこに水とエタノール(99.5%)をそれぞれ 50mL ずつ加えた。
④ それをフードプロセッサーにかけ、できた液をこした。
⑤ できた液はビーカーに入れ、80℃のお湯で 2 時間湯煎した。このときビーカーの上にはろ紙を敷いた。また、水とエタノールのみを加えたビーカーも一緒に湯煎した。
⑥ シャーレにろ紙を敷いてネギの種 20 粒ずつ撒き、蒸留水、エタノール＋水、5 種類の抽出液の 7 種類の液 5mL ずつを加えた。
⑦ 25℃のインキュベーターに入れ、数日おきに発芽数と芽の長さを調べた。

＜結果＞

(1)「蒸留水」と「エタノール+水」は発芽本数、芽の長さともにほぼ同じだった。
(2)抽出液を加えた 5 つのシャーレではすべてにおいて、発芽本数、芽の長さともに対象実験と比べてデータの値は小さかった。特に芽の長さにおいては発芽抑制が顕著であった。
(3)発芽本数、芽の長さ共に一番低いデータが出たのは葉の抽出液であった。

＜考察＞

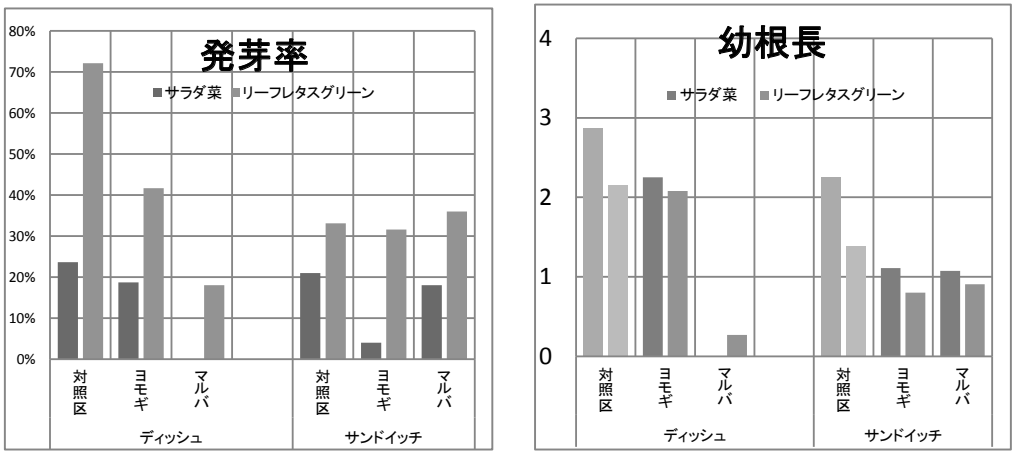
(1)今回の実験手順による植物の発芽への影響はなかったと思われる。
(2)セイタカアワダチソウのアレロパシー物質はセイタカアワダチソウのすべての部位に含まれているのではないかと推測できる。また、このアレロパシーは植物の発芽ではなく成長において強い効果を示すと思われる。
(3)葉でアレロパシー物質の生成または保存を行っているのではないかと考えられる。また、葉にアレロパシー物質が 1 番多かった理由として葉の落葉によってアレロパシー物質を地上に広げているのではないかという事が考えられる。

H-S14

ケープタウンアサガオ(ipomoea indica)の他感物質によるレタス(他の植物)の発芽、生長への影響

横須賀学院高等学校　理化学部
由利谷七海 福地奈菜子 小杉悟 貫洞友輝 丸山衣美理 渋谷岳斗 根本陵輔
武内浩輝

ケープタウンアサガオ(ipomoea indica)は、1990 年代に鑑賞用の園芸植物として導入された栄養生殖性の多年生草本で、私達の学校のある三浦半島では 5m 近くある木や電柱全体を覆うほどの旺盛な繁茂力がある。これらの現象の背後には他感物質の影響があると考え、私達は検討を開始した。他感作用とは他感作用を持つ植物が、他の植物に対して発芽抑制や、生育促進など様々な影響を及ぼすことを他感作用と定義する。[1)]私たちは発芽率及び初期生育の抑制効果に観点を置き、ケープタウンアサガオ由来の他感物質の関与を考えて色々な検定を行ってきた。この検定の結果より(下図)、ケープタウンアサガオには水溶性の不揮発性の他感物質を持つ可能性が高まった。



この抑制効果をより明確なものにするために、統計学的検定を行う。

方法　…１帰無仮説〈ケープタウンアサガオを用いたレタスの生長と対照区のレタスの生長に差はない〉をたてる。
２１での期待値と実際の観測値のずれからカイ二乗値を定め
この検定結果の生じやすい確率を求める。
３有意水準をもとに帰無仮説を棄却するか採択するかを判断する。

上記の方法を用いて抑制効果があるのか検討中である。

１）藤井義晴『アレロパシー―他感物質の作用と利用―』p23-36　農文協　2000

日本植物生理学会第 56 回年会　高校生生物研究発表会

発行 2015 年 3 月 16 日

編集　一般社団法人日本植物生理学会第 56 回大会実行委員会
高校生生物研究発表会担当
東京大学 経塚淳子
東京大学 杉山宗隆
東京大学 楢本悟史
東京大学 吉田明希子
東京大学 徳永浩樹

印刷　中西印刷株式会社

JSPP