

花

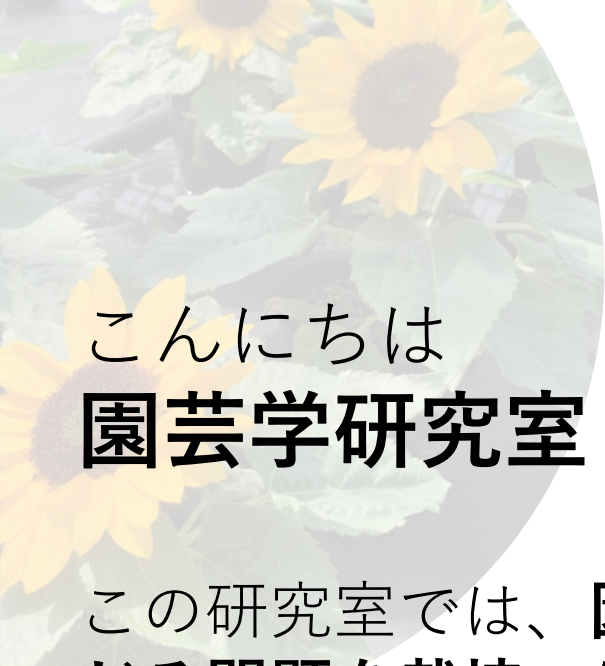
卉



園
景
研



研



こんにちは

園芸学研究室（田崎ゼミ）です！


この研究室では、**園芸作物の栽培・育種で生じる問題を栽培・生理学・分子生物学的に解明し、新規農業技術を開発することを目的に、研究に取り組んでいます。**

このポスターでは田崎ゼミで取り組んでいる

- ・ **栽培技術開発**
- ・ **光応答着色研究**
- ・ **接ぎ木プロジェクト研究**

の3つの内容を中心に、卒業論文の紹介と、それに関連した栽培技術・植物生理について紹介します。

最後に研究室の雰囲気分かるような写真も載せているのでぜひご覧ください！



目次

～栽培技術研究～

栽培技術紹介

- ・ 光と開花
- ・ EOD-FR技術

卒業論文紹介

- ・ 被覆資材とBAによるシクラメンの品質への影響
- ・ 高温温室におけるカーネーション切り花栽培方法の検討

～リンドウ・光応答着色プロジェクト～

色素や光の基礎知識

卒業論文紹介

- ・ リンドウの花弁着色を制御する光質の解析と着色回復因子の評価

～接ぎ木プロジェクト～

接ぎ木とは

- ・ 接ぎ木のメリット、接ぎ木方法
- ・ 接ぎ木活着までの過程

卒業論文紹介

- ・ 遺伝的距離と接ぎ木不和合性への評価
- ・ 野生種トマトを用いた接ぎ木不和合性関連因子の探索
- ・ in vitroカルス間接ぎ木の検討

～研究室活動アルバム～

- ・ 実際の試験の様子
- ・ 卒業研究に取り組む4年生

光と開花

環境制御による花卉の周年供給

光や温度環境は植物の生育を大きく左右します。環境を制御することで需要に合わせて効率良く出荷を行うことが可能になります。始めに植物生理とその性質を利用した栽培技術についてキクを例に説明します。

キクの性質

キクは中国原産の多年草で古くから日本に馴染みがあり、現在の日本において最も生産量の多い切り花です。輪ギクなど年間を通じて**仏花としての需要があり、通年の流通が求められています**。長日条件（明期 > 暗期）で**植物の背丈が伸び、短日条件（暗期 > 明期）で花芽を付けます**。



長日条件
出荷規格確保



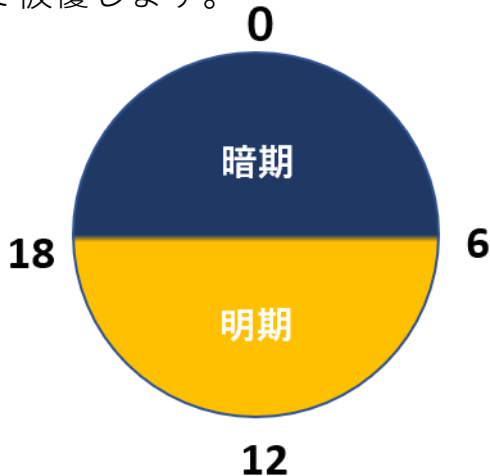
短日条件
花芽をつける



シェード（遮光）栽培

花を咲かせて早く出荷！

- 春～夏の長日条件下の朝夕に遮光することで**短日条件を作りだし、花芽分化を促進します**。
- 暗い時間が12時間程度になるよう**夕方18時～明け方6時まで遮光資材で被覆します。



- 夏場のシェード栽培は温室内の気温が高くなってしまいうため、**夜温の下がる高冷地等が適しています**。

電照栽培

花を咲かせず遅く出荷！

- 秋～冬の短日条件下の夜間に光照射することで**長日条件を作り出し、花芽分化を抑制します**。
- 使用する光源は様々で
 - ・白熱電球：安価
 - ・蛍光灯：省エネルギー
 - ・LED：省エネルギー + 長寿命とそれぞれの長所があります。



愛知県キク農家さん撮影

- 赤色光630nmの波長が花芽分化の抑制に有効とされているため、**電照栽培では赤色のライトが使われています**。

花卉の省エネルギー生産技術 EOD-FR技術

次に、これから実用化が期待される光による生育制御技術について説明します。

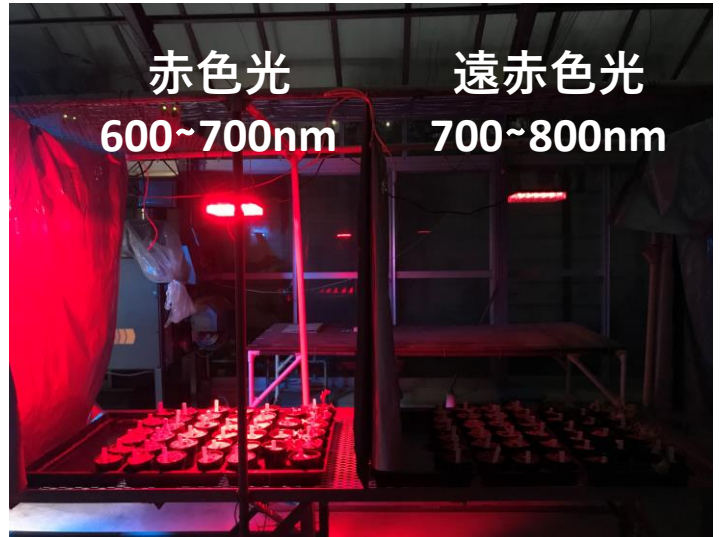
EOD-FR技術とは？

温度や光に対する感受性が高い日没時(EOD：End of Day)に遠赤色光（FR光）を照射することで、**効率的に開花や草丈伸長を促進し、栽培期間の短縮や光熱費の削減等の効果が期待できる**花卉生産技術をEOD-FR技術と言います。

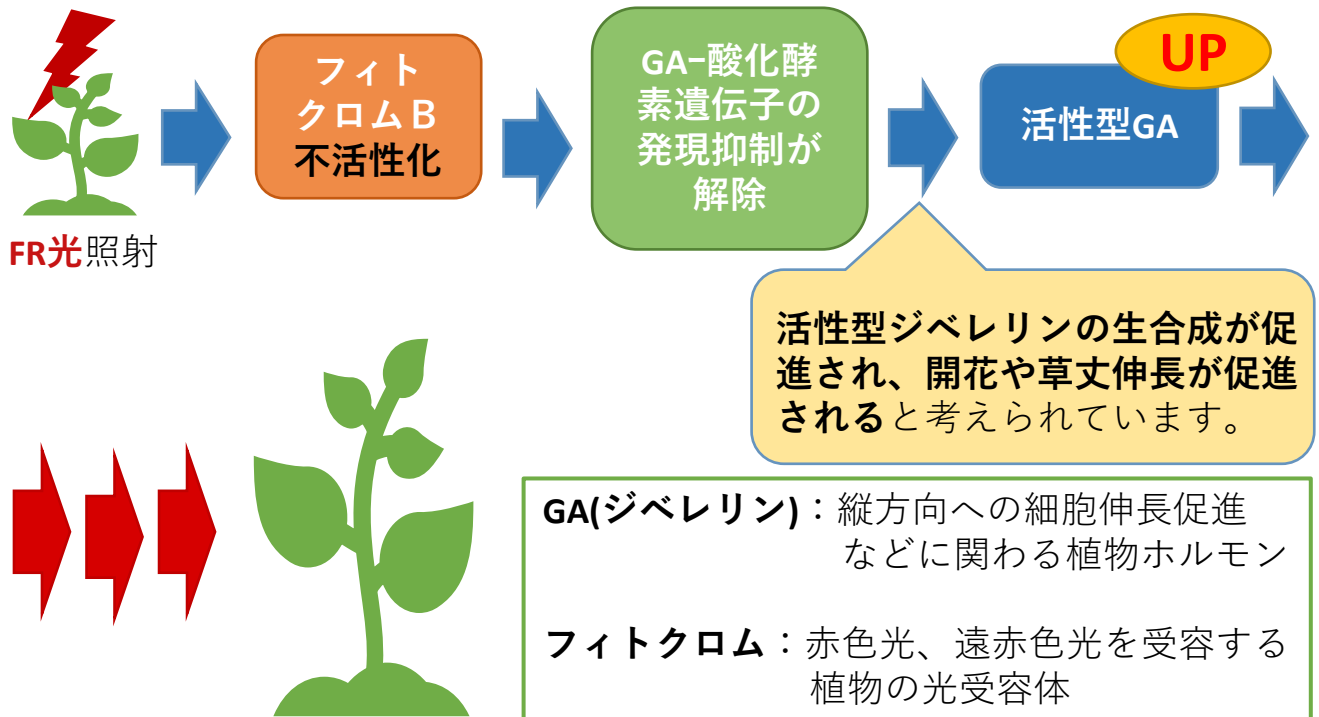
年間の施設利用率が向上し、お盆・母の日・卒業式など**需要が高まる時期に合わせて出荷することが出来る**と期待されています。

課題点

多くの植物で効果が得られていますが、植物種や品種によってその反応は様々なので、**生産現場で利用するには今後さらなる研究が必要**とされています。



どうして開花、草丈伸長が促進されるの？



参考・引用文献

- ・数種切り花類の開花および茎伸長に及ぼす明期終了時の短時間遠赤色光照射（EOD-FR）の影響（住友ら 2009）
- ・花き類におけるジベレリンの役割解明と生育・開花調節技術の開発（久松 完）

～卒業論文紹介①～

被覆資材とBAによるシクラメンの品質への影響

BA（ベンジルアデニン）はシクラメン栽培において花芽の増加を目的に使用される植物ホルモンですが、**品種や栽培環境により適切な量が異なり、これを間違えると奇形花などの異常がたびたび生じます。**

一方、農業生産で使用されるUVカットや特定波長を増大する**特殊フィルムの使用は光環境を改変し、開花の促進など様々な効果をもたらすことが期待できます。**本研究ではBA処理濃度を検討するとともに、光環境を改変する被覆資材がシクラメンの開花や品質に与える効果について調査しています。

目的

BA処理濃度の検討及び光環境を改変する被覆資材がシクラメンの開花や品質に与える効果について調査する。

材料



‘カーリーホワイト’



‘ブライトスカーレット’



‘イグニススカーレット’

方法

2種類の特殊フィルムと25/50ppmの異なる濃度のBA処理を組み合わせ、両者の生育への影響の違いを調査する。

特殊フィルムとは？

太陽光スペクトルを変化させる材質のフィルムで、現在はフィルムA、フィルムBなどを試験に用いています。

フィルムA

BA25ppm

BA50ppm

フィルムB

BA25ppm

BA50ppm

ここからつなげる！

適切なBA処理と特殊フィルムの使用はシクラメンの生産の高効率化、高付加価値化につなげる事が出来るかもしれません！

～卒業論文紹介②～

高温温室における

カーネーション切り花栽培方法の検討

カーネーションの生育適温は15～25℃の間とされ、30℃以上になると花付きだけではなく生育自体も悪くなります。施設栽培では、高温対策として遮光や換気を行うことが一般的ですが、夏季高温下での安定した生産にはより効果的な技術が求められます。近年イチゴなどの栽培において根圏の冷却が生育や収量を改善する報告がされています（池田ら 2007）。一方で多くの切り花は地植えで生産していることから根圏冷却の効果は知られていません。そこで本研究では試験的にカーネーションを用いて根圏冷却の栽培を行っています。

目的

根圏部の冷却が、高温温室条件下でのカーネーション切り花栽培へ与える影響を調査する。

材料



◀スタンダード品種
‘ムーンライト’



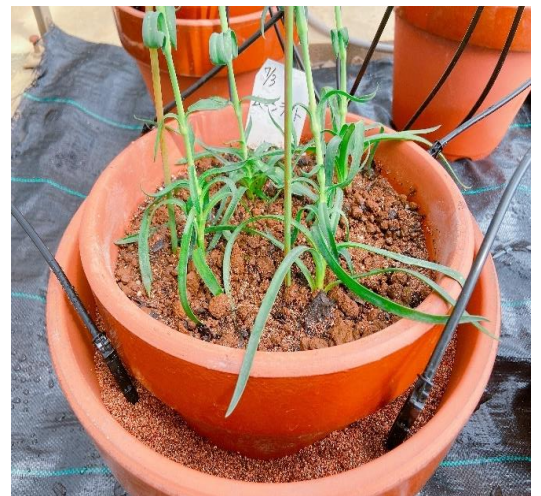
スプレー品種▶
‘ピジョン’

方法

気化熱を利用した根圏冷却方式！

本試験では2重にした素焼き鉢の間にバーミキュライトを詰め、そこへ定期的に灌水します。バーミキュライトが保つ水分が、夏の高温下で蒸発しながら中心の鉢の培土から熱を奪います。

この方法で3℃～6℃程度温度を下げる事ができます。



ここからつなげる！

これまでの調査結果から、根圏冷却はカーネーションの生育に大きく影響することが見えてきています。切り花生産における実用化はまだまだ先の話ですが、このように植物の生理応答を調べながら、現場への応用方法も模索していく予定です！

リンドウプロジェクト

～花色の改善と品質向上に貢献したい～

リンドウはアントシアニンの蓄積により鮮やかな青い花色を呈する花卉園芸植物の一つです。近年、リンドウの収穫から流通および小売店において花卉の着色不良が一部の系統で問題となっています。

私たちの研究グループで調べたところ、リンドウの花色着色は弱光環境下で弱まる、すなわち、花卉着色は光誘導されることが分かってきました。

アントシアニン蓄積の光誘導着色はリンゴやブドウの果皮で研究が進められていますが、花卉における光誘導着色の詳細はほとんど知られていません。



着色不良 正常な着色

リンドウプロジェクトでは、生産現場から美しく着色したリンドウの花を届けるために、リンドウ花卉の光誘導着色の仕組みの解明を目指して研究に取り組んでいます。

リンドウってどんな花？

リンドウ

学名 *Gentiana triflora*

分類 リンドウ科リンドウ属

原産地 日本



▲エゾリンドウ

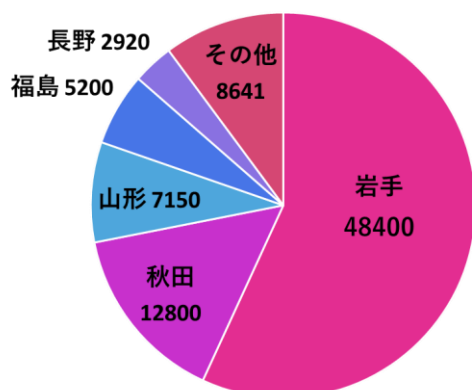


▲ササリンドウ

リンドウは岩手県など東北地方において生産が盛んな園芸植物です。生花の販売店でみるリンドウは主に**エゾリンドウ系統**と**ササリンドウ系統**に分けられます。系統の違いにより、流通時期が異なり、主にエゾ系統では7～10月、ササ系統では9～11月に出荷・利用されています。

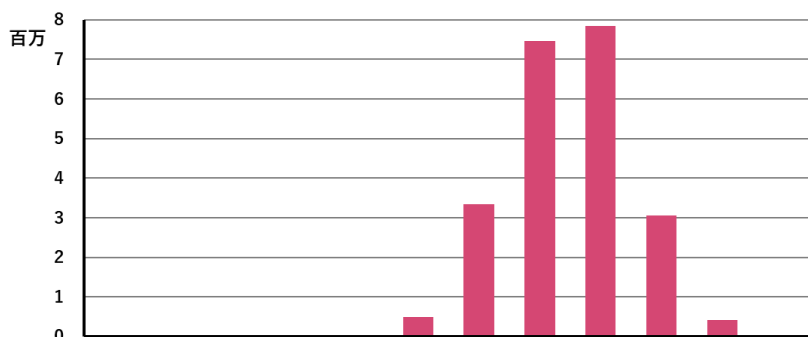
青紫色の花はお盆や彼岸向けに欠かせない仏花（仏壇、墓参りに供える花のこと）として普及していましたが、白、ピンク、淡いブルーなど様々な色が育種され、花束やアレンジメントなど幅広く利用されています。

2019年のリンドウの出荷量



農林水産省 2019年 統計より 出荷量：千本

2019年の東京卸売市場でのリンドウの取扱数量

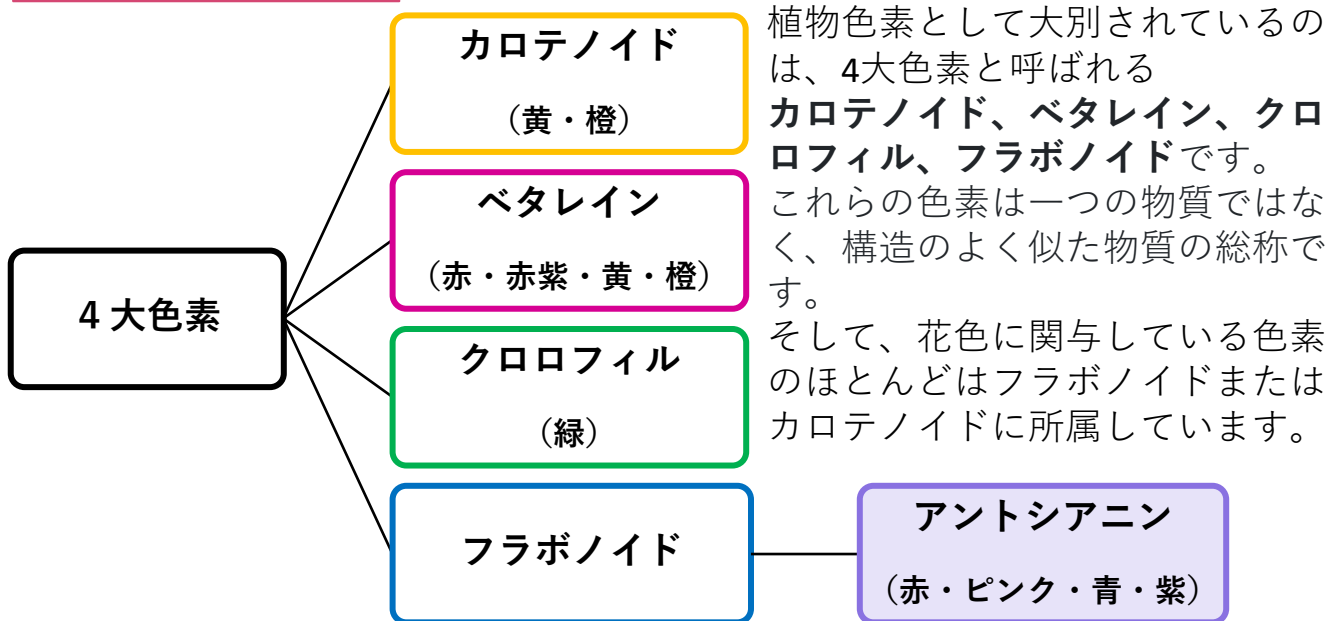


東京中央卸売市場 市場統計情報より

色素や光の基礎知識

田崎ゼミでは植物における光応答着色の仕組みについて研究しています。まずは色素の基本について説明します。

植物の色素の種類

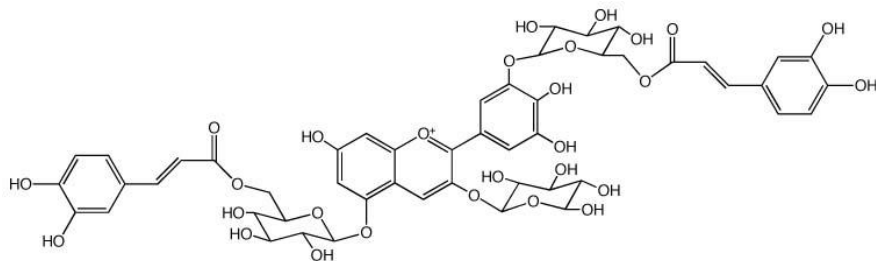


花色はこれらの多くの種類の色素により発色しています。クロロフィルも斑点模様に参加しています。

アントシアニン色素とリンドウの花色について

フラボノイドの一種であるアントシアニンはその構造によって、淡黄色、橙色、赤色、青色、紫色など多くの色を示します。これらの色素が細胞の液胞内に蓄積し、その色素の組成や量による、あるいはpHや金属イオンの影響などの影響を受けることで、植物は様々な色調を示します。

リンドウの花色はアントシアニンの一種である**ゲンチオデルフィン**が蓄積することで濃い青紫色を呈しています。



▲ゲンチオデルフィンの構造



引用・参考文献

・有村 源一郎 西原 昌宏著『植物のたくらみ 香りと色の植物学』,ベレ出版社, 2018

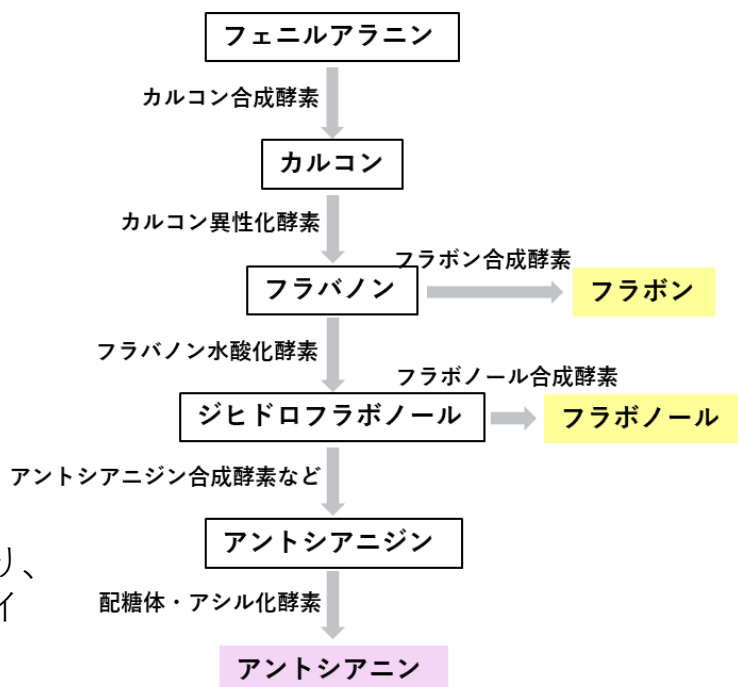
・武田ら編『植物色素 フラボノイド』,文一総合出版, 2013

園芸学研究室 (田崎ゼミ) 担当: 藤原・永田

アントシアニンの生合成

フラボノイドの一種であるアントシアニンは、右図に示す通りフェニルプロパノイド合成系を介して、各種酵素によりカルコン、フラバノン、ジヒドロケンフェロールを経てアントシアニン基本骨格（アグリコン）であるアントシアニンが合成され、さらにそこに糖や有機酸による修飾を受けて合成されます。

特にこの修飾は植物種により異なり、様々な花色バラエティを生み出すイベントの一つになっています。



花の色の見え方

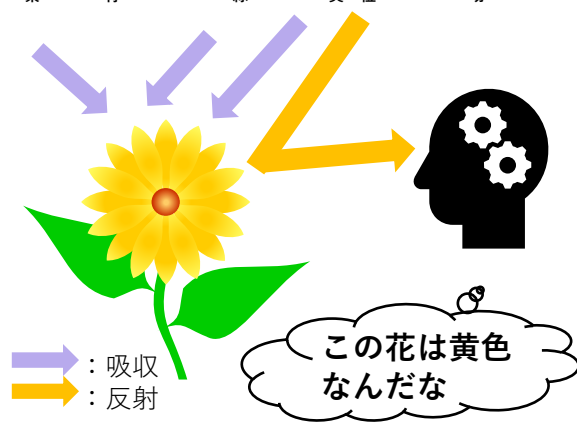
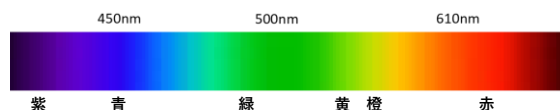
どうして私たちは花の色をみることができるのでしょうか。

私たちが見ている花の色は、光が深く関係しています。

光とは様々な波長の電磁波の集まりのことです。異なった波長の光は、人間の目に異なった色として映ります。人間が色として認識できるのは右に示す**可視領域**と呼ばれる波長範囲です。

私たちが見ている花の色とは、**色素から反射した可視光領域内の光の色**ということになります。

可視光領域(およそ380~780nm)



植物は光の刺激を**光受容体**と呼ばれるタンパク質で感知しています。この光受容体は花芽分化やアントシアニン着色など、様々な生理応答に寄与しています。リンドウにおける花卉着色も、おそらくこの光受容体が光を受けて促進されていると考えられ、私たちはその仕組みについて解析を行っています。

フィトクロム

赤色・遠赤色光を吸収するタンパク質（光受容体）である。**赤色光吸収型 (Pr型)**と**遠赤色光吸収型 (Pfr型)**の2種類がある。

クリプトクロム

青色光を吸収するタンパク質（光受容体）である。茎の伸長成長抑制に関係している。

フォトトロピン

青色光を吸収するタンパク質（光受容体）である。光屈性を引き起こす。また、気孔の開口、葉緑体の定位運動に関係している。

～卒業論文紹介～

リンドウの花弁着色を制御する光質の解析と着色回復因子の評価

私たちはリンドウの着色不良問題を解決することを最終目標に、光受容体から着色に至る経路を解明すること、また暗条件下においても着色を回復させる技術の開発を目指して取り組んでいます。

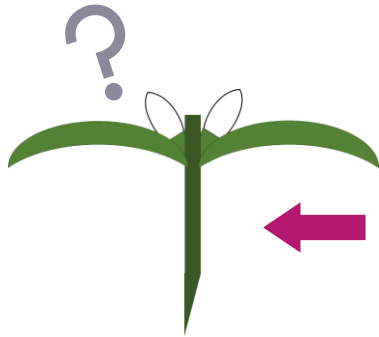
本研究では、着色を促進する光波長域を特定するためにLEDランプを用いてリンドウ切り花への光照射実験を行っています。また、**ジャスモン酸**や**スクロース**処理※が暗条件下においてリンドウ花卉の着色回復に寄与するかどうかを検証しています。

～処理する光の種類～

- ・ 白色光(RGB：青赤緑*色光の混合)
- ・ 青色光(Blue：450nm)
- ・ 赤色光(Red：630nm)
- ・ 暗黒区

(*緑色光(Green：518nm))

ジャスモン酸処理区 × スクロース溶液なし
無処理区 × スクロース溶液あり



白色光

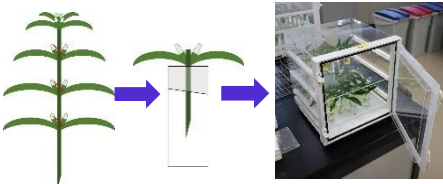
青色光

赤色光

暗黒区

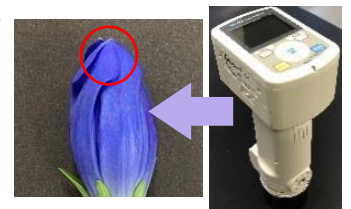
実験の様子その1

リンドウ切り花へのジャスモン酸処理はデシケーター内で行います



実験の様子その2

色の違いを客観的に評価するために色を数値化することのできる分光測色計を用いて花弁表面を測定します



これまでの試験結果から、暗条件下におけるスクロース処理は着色を回復させる効果を示すことが見えてきました。しかし、光照射下ほどの花弁着色はどうか認められないようで、着色への光の影響の大きさがより明確になってきました。私たちは今後、この光による着色の誘導経路をさらに詳細な解析を進め、暗条件下でも鮮やかに発色する技術開発や品種開発を目指します。

※参考文献

これまでの先行研究において、植物ホルモンの一種である**ジャスモン酸**のあるいは**スクロース**といった糖の切り花への処理がアントシアニンの蓄積を増加させることがカーネーション、バラ、トルコギキョウ、スイートピーなどにおいて知られています(Park et al, 2013; Rudell et al; 2002; Saniewski et al, 1998; Mizukuchi et al, 2005; Parups・Chan, 1973; Ichimura and Korenaga, 1998; Ichimura and Hiraya, 1999; Minakuchi et al, 2007)。

接ぎ木プロジェクト ～切って・接いで・強くする～

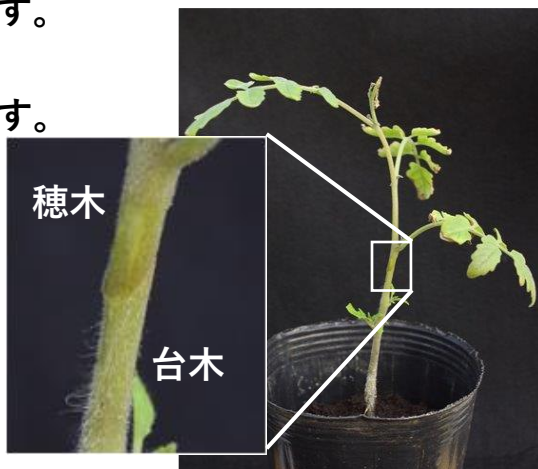
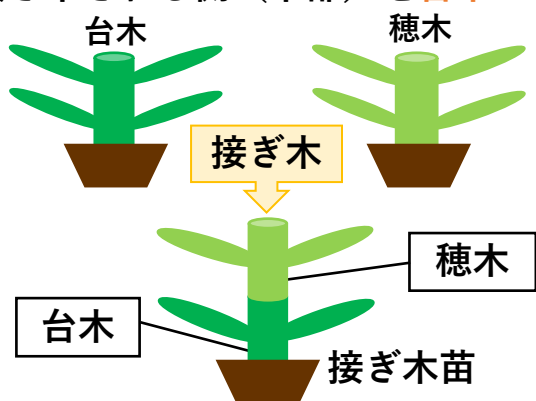
東京農業大学の戦略研究プロジェクトの一環として田崎ゼミで取り組んでいる接ぎ木の研究内容を紹介します。接ぎ木は園芸において重要な栽培技術です。まずは接ぎ木の基本から説明します。

接ぎ木って何？

接ぎ木とは、植物体の一部である**茎や枝**を切り取り、別の根のある植物に接ぐことで、**1つの植物体を作る方法**です。

接ぎ木する側（上部）を**穂木**

接ぎ木される側（下部）を**台木**と呼びます。



▲実際の接ぎ木苗（合わせ接ぎ）

接ぎ木するメリットは？

病気に！環境に！強くなる

- 耐病性のある品種を台木に使うことで**病気に強い接ぎ木苗**ができます。
- 寒さに強い品種、暑さに強い品種を台木に使うことで**耐寒性・耐暑性を持った接ぎ木苗**ができます。
(キュウリ・トマト・ナスなどの苗によく用いられます)

繁殖しやすい

種子のできない植物や挿し木での繁殖が難しい植物は、接ぎ木をすることで容易に**増殖させる**ことが可能です。

そのほかにも…

- **生育・開花・結実の促進**
 - **穂木の品種特性が維持される**
 - **樹勢の調整**
- などがあげられます

代表的な接ぎ木方法と特徴



合わせ接ぎ…同じ太さの台木と穂木を**同角度**に削り、癒合させる方法です。



割り接ぎ…**中心部に切れ込み**を入れた台木に、**基部を楔形**に切った穂木を差し込む方法です。



切り接ぎ…穂木と台木に**切り込み**を入れ、合わせる方法です。



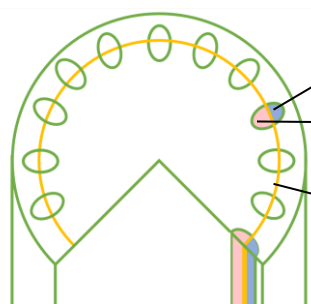
呼び接ぎ…穂木・台木とも**根が付いた状態**で接ぐ方法です。
活着後に必要な部分を残して切断します。

(乾燥に弱い草本植物に用いられます)

接ぎ木活着までの過程

接ぎ木の活着過程をより理解してもらうために、まずは茎の構造から説明していきます。

茎の構造（双子葉類）



師部

木部

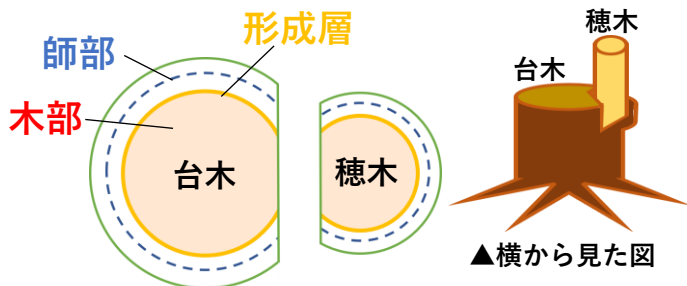
形成層

茎や根の断面は外側から**師部**と**木部**に分かれており、その間には細胞分裂を行う**形成層**があります。形成層が成長していくことで根や茎は肥大していきます。**接ぎ木の活着には形成層が大きな役割**を担っています。

活着の過程

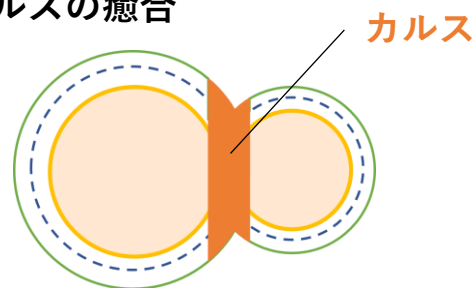
ここでは代表的な接ぎ木方法である、木本植物における切り接ぎを例に接ぎ木活着の過程を紹介します。

1.接ぎ木時（切り接ぎ）



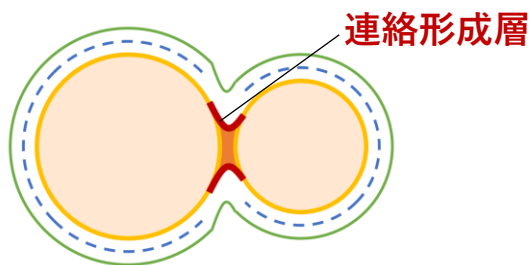
枝の横断面の外側から中心に向かい師部、形成層、木部があります。接ぎ木を行うときは穂木・台木それぞれの削傷面の形成層同士を密着させる必要があります。

2.カルスの癒合



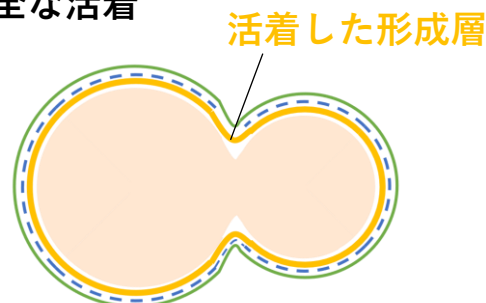
形成層が傷つくと、傷を治すために「カルス」と呼ばれる未分化状態の細胞組織が形成されます。その後、**穂木のカルスと台木のカルスそれぞれが接触面の隙間を埋めるように発達**し双方のカルスが癒合します。

3.連絡形成層の分化



癒合したカルスの中に、穂木・台木それぞれの形成層を結びつける**連絡形成層**が分化します。分化した連絡形成層から維管束が分化・発達します。

4.完全な活着



連絡形成層から分化した維管束と台木・穂木にあった維管束が連絡して、養水のやり取りが行えるようになります。これが**活着**です。

健全な接ぎ木個体を得るためには、罹病していない植物個体を使用すること、そして植物個体に適した接ぎ木方法の選択と環境管理が大切です。

参考文献

- ・小池洋男 編著『だれでもできる果樹の接ぎ木・さし木・とり木ー上手な苗木の作り方』, 農文協, 2007
- ・町田英夫 編『接ぎ木のすべて』, 誠文堂新光社, 1978

～卒業論文紹介～

接ぎ木は基本的に穂木と台木が近縁であると成立しやすく、遠縁になるにつれて成立しにくいとされています。接ぎ木が成立するメカニズムは未だ不明な点が多く、接ぎ木が成立しない状態を「接ぎ木不和合性」と呼びます。これを打破する接ぎ木農薬の開発を目指し、田崎ゼミではナス科植物を研究材料に以下の3つの研究テーマに取り組んでいます。

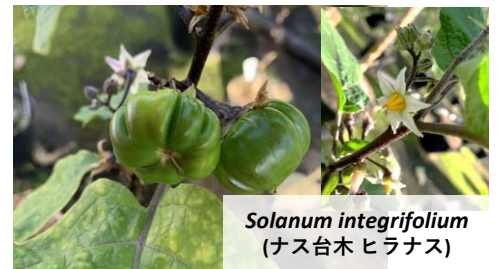
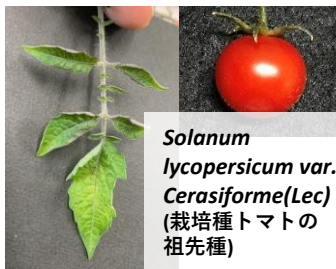
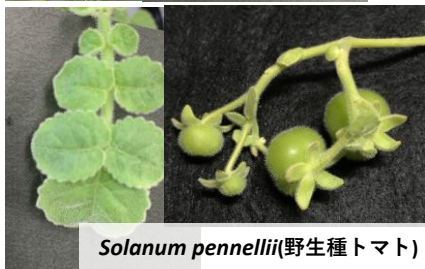
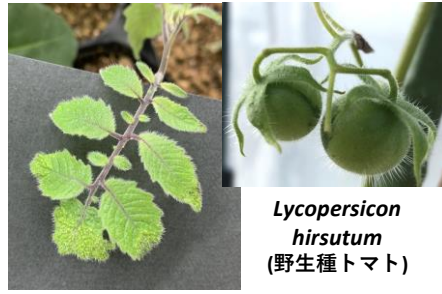
- 目的**
- ・ 接ぎ木農薬の開発
 - ・ 穂木・台木間の認識メカニズム解明
 - ・ 異科属植物間での接ぎ木実現

材料 ナス科植物（主に野生種トマト）

ナス科植物を使うメリット

- ・ 園芸の主要品目であり、栽培種で接ぎ木技術がすでに確立されている
- ・ 生長が早く、扱い易いことから研究に適している など

接ぎ木プロジェクトで供試するナス科植物の一部を紹介します。



テーマ① 遺伝的距離と接ぎ木不和合性への評価

穂木・台木の関係に遺伝的距離があると接ぎ木は成立しにくい?!

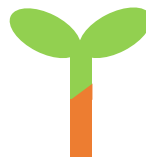
近縁種の組み合わせ



穂木：トマトA
X
台木：トマトB

成功率：??%

遠縁種の組み合わせ



穂木：トマトA
X
台木：タバコ

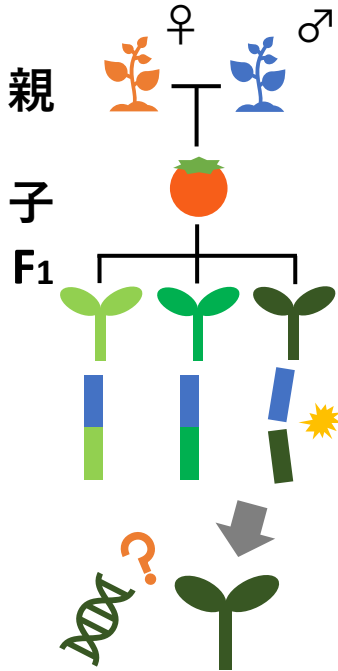
成功率：??%

ナス科植物近縁種・遠縁種の組み合わせで接ぎ木成功率を調査する

ナス科における遺伝的距離と接ぎ木不和合性の関係を明確化する

～卒業論文紹介～

テーマ② 野生種トマトを用いた接ぎ木不和合性関連因子の探索



接ぎ木成功率が低い野生種トマトの組み合わせ

接ぎ木成功率の低い野生種トマトの組み合わせを交配、得られた果実から種子 (F1) を播種し育成する

育成したF1と親系統とを接ぎ木し、成功率の低い個体を選抜する

成功率の分離した交配後代を用いて接ぎ木不和合性に関連する遺伝因子を探索

→その後、接ぎ木関連遺伝子を抑制あるいは促進するような化合物を選抜し、それを農薬候補として解析を進めます

テーマ③ *in vitro*カルス間接ぎ木の検討

穂木と台木をつなぐカルス(未分化状態の植物細胞)に着目

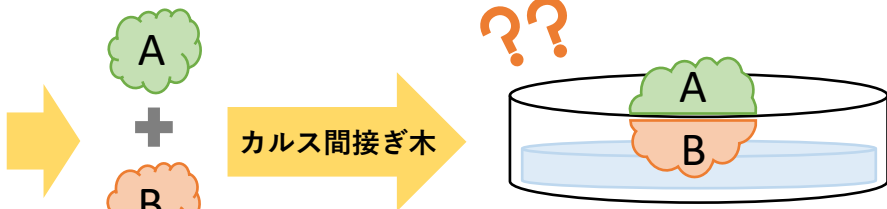


植物ホルモン添加培地

数週間後



葉から誘導されたカルス

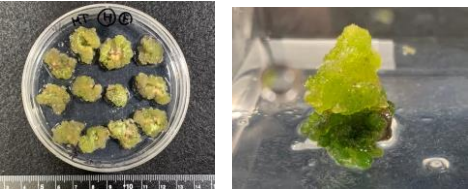


カルス間接ぎ木

カルスAとカルスBの接触面における形態形成を明らかにする

→小スケール(試験管内など)で細胞間コミュニケーションを解析するための土台となります

カルス細胞間の認識機構を詳細に分析



▲葉から誘導されたカルス、カルス間接ぎ木の様子

これから・・・

これらの研究を通じて接ぎ木に重要な遺伝子やそれを制御する化合物が発見されれば、接ぎ木技術の飛躍的進歩につながるかもしれません。接ぎ木プロジェクトから未来の農業・園芸のさらなる発展に貢献するために頑張っています！

研究室活動アルバム

ここでは園芸学研究室（田崎ゼミ）での研究室活動を写真で紹介していきます！



被覆資材を用いた
試験の様子



企業共同研究も推進
しています！



接ぎ木試験の様子



育成した挿し芽個体を用いて
接ぎ木試験をしています。



研究室活動アルバム

LEDを用いた
試験の様子



LED照射下における植物の生育、
着色、開花を調査しています。



培養室



遺伝子組み換え植物や培養個体を
維持・管理しています。



研究室活動アルバム

研究で使用する機器



HPLC (高速液体クロマトグラフィー)



遠心機



クリーンベンチ



マイクロプレートリーダー



オートクレーブ



分光測色計



インキュベーター



分光光度計



マイクロピペット

チップ

研究室活動アルバム

卒業論文の研究に取り組む4年生の姿です！



鉢上げ作業



トマト誘引



花持ち調査



シクラメンに灌水



カーネーション
開花調査

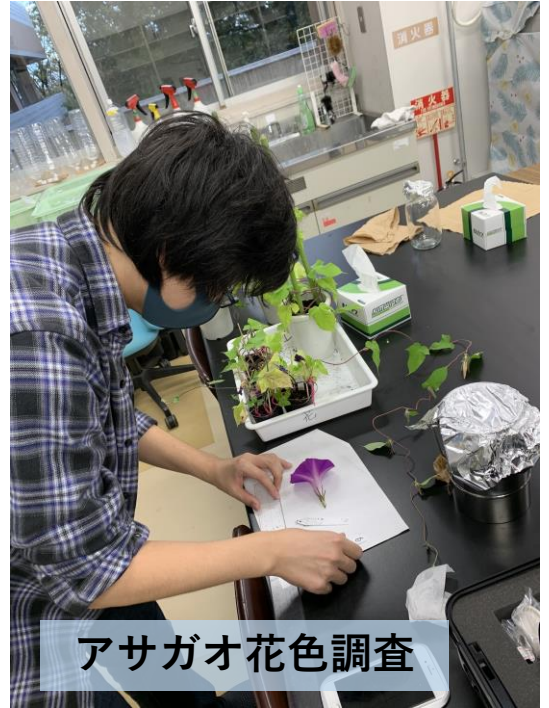


草丈調査

研究室活動アルバム



花卉サンプリング



アサガオ花色調査



草丈調査



組織培養



シクラメン
葉枚数調査



アントシアニン色素抽出

引用文献・参考文献・参考URL

1. 数種切り花類の開花および茎伸長に及ぼす明期終了時の短時間遠赤色光照射（EOD-FR）の影響（住友ら 2009）
2. 花き類におけるジベレリンの役割解明と生育・開花調節技術の開発（久松 完）
3. 穴戸 純 著『知らないと話せない花業界用語500』, 誠文堂新光社, 2014
4. 有村 源一郎 西原 昌宏著『植物のたくらみ 香りと色の植物学』, ベレ出版社, 2018
5. 農研機構, 花き研究所：色素の基礎知識（12月4日）
6. 安田 齊著, 『花色の生理・生化学』, 内田老鶴圃, 1993(増補訂正2版)
7. コミカノルタ, 色色雑学-楽しく学べる知恵袋（12月4日）
8. 紫外光から遠赤色光まで, 多様な植物光受容体（徳富ら2015）
9. 農研機構, 花き研究所：フラボノイド（11月24日）
10. 武田幸作・斎藤規夫・岩科司著『植物色素フラボノイド』, 文一総合出版, 2013
11. 土橋 豊 著『増補改訂版 ビジュアル園芸・植物用語辞典』, 家の光協会, 2010 P186
12. 腰岡 政二 編著『花卉園芸学の基礎』, 農文協, 2015 P102, P103
13. 小池洋男 編著『だれでもできる果樹の接ぎ木・さし木・とり木ー上手な苗木の作り方』, 農文協, 2007
14. 町田英夫 編『接ぎ木のすべて』, 誠文堂新光社, 1978

おわりに

園芸学研究室（田崎ゼミ）の卒業研究、研究室の活動についてご紹介させていただきましたがいかがでしたでしょうか？

『おもしろい！』『知らなかった！』と感じていただけたら幸いです。
今年は収穫祭が開催出来ませんでしたでしたが、このポスターを通して研究室の様子が分かっていただけたと思います。

また収穫祭にお越しいただき、実際に展示をご覧いただける日を心待ちにしています。

最後までご覧いただき、ありがとうございました。

園芸学研究室（田崎ゼミ）室員一同