園芸学研究室
田﨑ゼミ

第22回収穫祭

文化学術展示

東京農業大学

はじめに

園芸学研究室 田﨑ゼミでは花卉を中心に以下のような研究を行っています。

- **光に誘導される花弁着色の分子メカニズムの解明**
- **トルコギキョウにおける蛍光体を用いた生育制御技術の開発**
- **シクラメン栽培における植物ホルモン処理が茎頂数に及ぼす影響**
- **接ぎ木不和合性に関する研究**

などなど

今回は秋から冬にかけて目にする機会が多くなる高級鉢花、**シクラメン**について、**その特徴や私たちが行っている研究内容を紹介します！**
（昨年度の展示である**光応答着色**に関する研究も付録しています！）

もくじ

シクラメンってどんな植物？

1. シクラメンってどこから来たの？
2. シクラメンの名前の由来は？
3. 花と葉の数ってどうやって決まってるの？
4. シクラメンってどうやって生産されてるの？
5. 植物ホルモンってなに？
6. シクラメンを使った卒業研究を紹介！

研究室活動紹介

1. 研究室の日常
2. 研究室の中をのぞいてみよう！

番外編：田﨑先生のメインテーマ！リンドウについて
（昨年度の展示と同じ内容を掲載しています）

1. リンドウのムラサキ色と光の関係
2. 植物の色素…アントシアニンってなに？
3. アントシアニンってどうやってできるの？？
4. どうして花は色とりどりなの？？

シクラメンってどこから来たの？

生まれは地中海沿岸

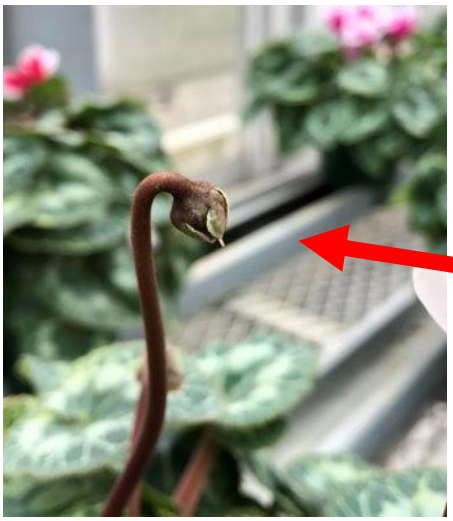
地中海沿岸地域(地図の緑色の部分)が自生地です。気温は日本と同じくらいですが、雨量は日本の３分の１で乾燥しています。

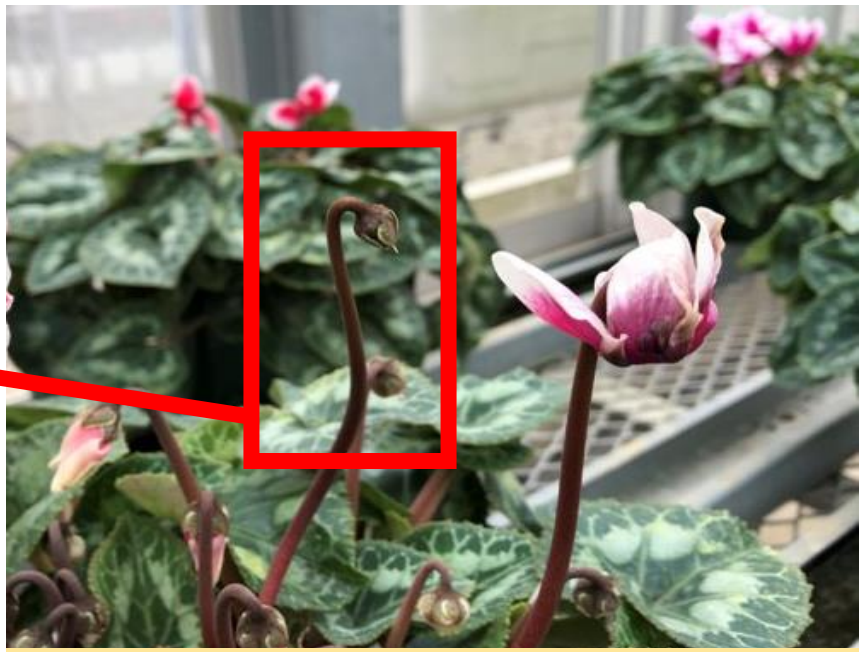
園芸品種は1種の野生種から品種改良された

約20種ある野生種シクラメンのうち、ペルシカム種の1種のみが品種改良され、園芸品種として利用されています。日本には明治時代に、ヨーロッパで品種改良されたものが導入されました。

シクラメンの名前の由来は？

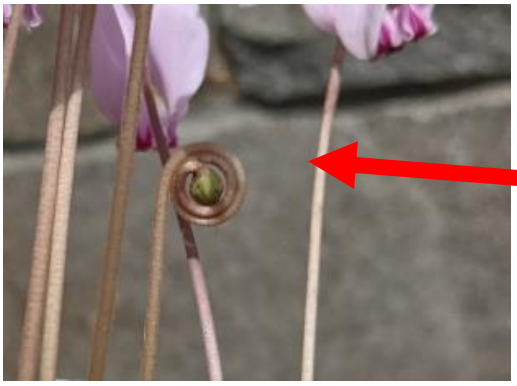
シクラメン（Cyclamen）という名前は、ギリシャ語の「螺旋」「円」を意味するkyklos（キクロス）に由来しています。これはシクラメンの塊茎が丸く、受粉後に花柄が螺旋状に巻くためそう呼ばれたとも言われています。しかし、ペルシカム種から育種された園芸品種は受粉後に花柄を巻くことはありません。
次のページをご覧ください。野生種の１つであるヘデリフォリウム種と園芸品種の花柄を比較してみましょう。

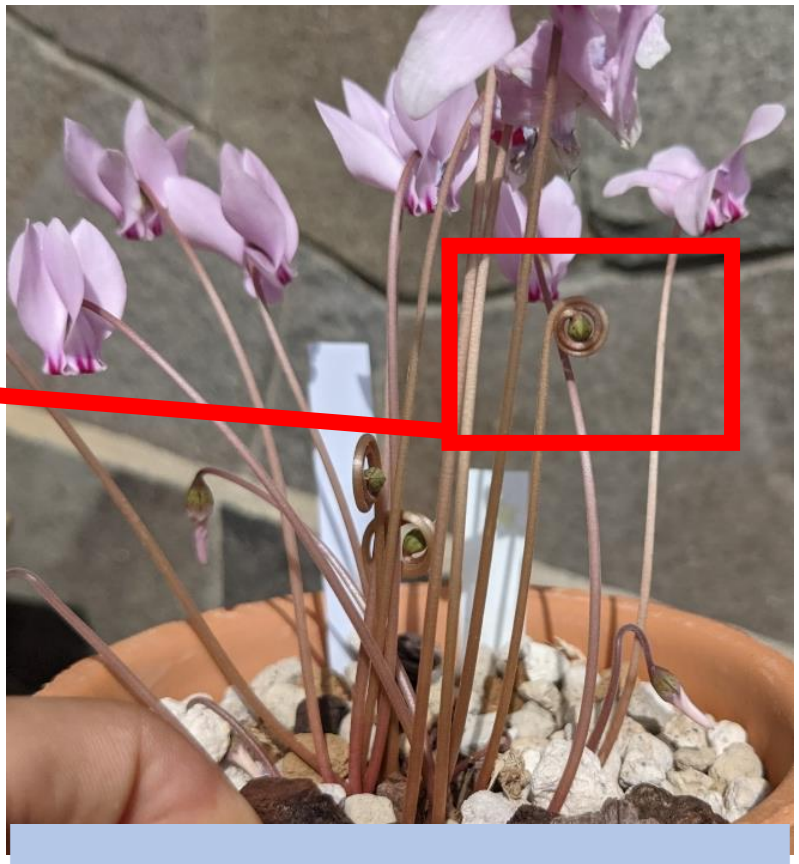




シクラメン・ペルシカムの園芸品種

ペルシカムの園芸品種は螺旋状に巻きません。





シクラメン・ヘデリフォリウム

花柄が螺旋状に巻く野生種もあります。

種によって形質が異なります。

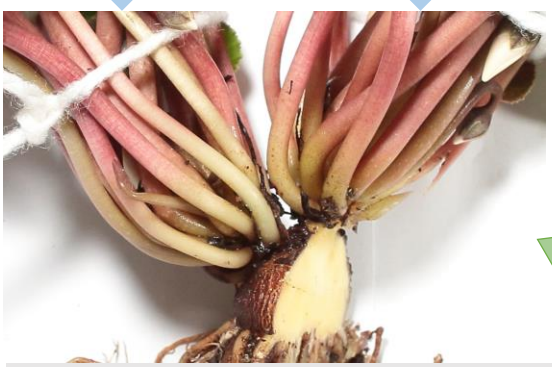
引用・参考文献：金浜耕基『鑑賞園芸学』,文栄堂,2013,p185

花と葉の数ってどうやって決まってるの？

下の写真を見て、シクラメンの花と葉の付け根がくっついていることがわかるでしょうか？シクラメンは**葉と花が対**になっています。そのため**葉の数が多いほどたくさんの花が咲きます。**

拡大すると、花と葉の付け根がつながっていることがわかります。

葉と花は、塊茎（球根）に生じる**複数の茎頂**から発達します。茎頂が多いほど葉の数が増加し、それに伴い花の数も増加します。



▲塊茎（球根）を分割したもの

シクラメンの塊茎（球根）には**一つの主芽**と**複数の側芽**が存在し、そこから**複数の茎頂**が形成されます。

シクラメンの**葉枚数を増やす**人為的に制御する方法として**植物ホルモン**の一種である**サイトカイニン**を処理しています。この植物ホルモンについてはこの先の章で説明します。

引用・参考文献：大平民人 執筆「農業技術体系 第10巻」,農山漁村文化協会,1995, p7

シクラメンってどうやって生産されてるの？

・栽培の流れ

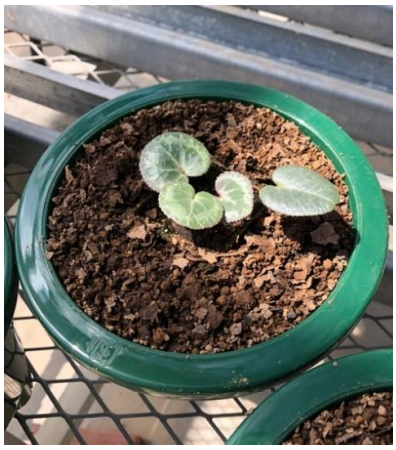
1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
種まき				鉢上げ				葉組み		鉢物シクラメン出荷開始	
										ガーデンシクラメン出荷開始	

種まき(播種)

暗黒下で出芽を1ケ月程待ちます。

鉢上げ

本葉が2-4枚展開したら大きな鉢へ移植します。



5号鉢に移植されたシクラメン

葉組み

日本での栽培の特徴は葉組みです。葉組みとは乱雑に伸びている葉を整理することです。これを行うことにより出荷時の見た目が良くなります。このような手間がシクラメンの品質を向上させ、高級鉢花として評価される理由となっています。

また、茎頂が露出しているタイミングで植物ホルモン(GA,BA)を噴きつけます。

葉組み前のシクラメン

葉組みをしたシクラメン

出荷

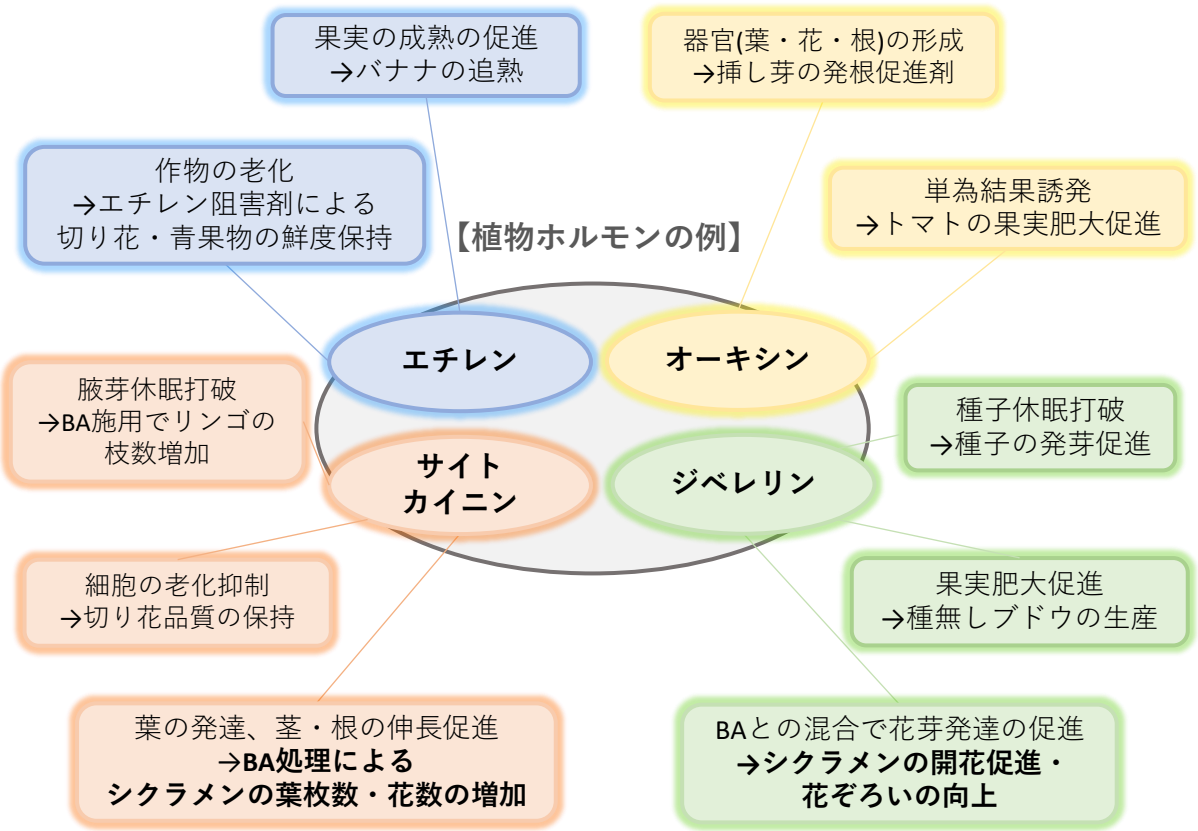
10-12月にクリスマス等の贈答用で多くの需要があります。葉組みの効果で側面は葉がコンパクトなドーム状に整えられており、その中央に多くの花が集まっているものが好まれます。

出荷直前のシクラメン

園芸学研究室（田﨑ゼミ）

植物ホルモンってなに？

植物は人間や動物と違って、環境の変化に対してすぐに生息地を変えることはできません。そこで、環境の変化に敏感に反応して根や茎を伸長させ、花芽を発達させ、果実をつける特性を持ちます。このように環境の変化に敏感に反応した時に、植物の体内でつくられ、植物の生長・発達を調節する物質が「**植物ホルモン**」です。私たち人間は、この植物ホルモンを作物の生産に活用することで、その発達を制御し、生産効率や品質を向上させています。



シクラメン栽培では、葉枚数や花数の増加を目的に、**ジベレリン（GA)**と、サイトカイニンの一種である**ベンジルアデニン（BA）**を使用します。

引用・参考文献
市村一雄, “切り花における収穫後の生理機構に関する研究の現状と展望”, 農研機構, https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/archive/files/naro-se/NIFS10-02.pdf , （最終閲覧日2021年10月13日）
浅見忠夫・柿本辰男『新しい植物ホルモンの科学 第3版』, 講談社, 2016, p. 20, 36, 51-52, 85-86.
今西英雄『花卉園芸学ー新訂版ー』, 川島書店, 2012, p119, 181-182, 187.

園芸学研究室（田﨑ゼミ）

シクラメンを対象とした卒業研究を紹介！

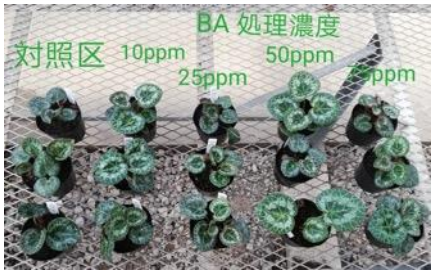
ここまで植物ホルモンについて説明してきましたが、私たちのゼミではシクラメン栽培で使用する植物ホルモンBAが茎頂数（成長点の数）に与える影響を調べています。シクラメン栽培では葉枚数と花数の増加を目的にBA処理を行いますが、これが茎頂数に影響を及ぼすのかは分かっていません。このような背景から、卒業研究ではシクラメン品種の‘ブライトスカーレット’や‘早川ビクトリア’を用いて、BA処理などによる茎頂数制御の研究に取り組んでいます。

‘ブライトスカーレット’

‘早川ビクトリア’

育苗中！

シクラメン栽培におけるBA処理が茎頂数に与える影響



育苗したシクラメンの様子です。小さなポットで育苗した個体にBA処理を行います。その後、直径15cmの5号鉢に鉢上げして、温室で栽培を続けます。

地下部の塊茎に生じる茎頂を調べるために、一部の個体は解体して観察します！

シクラメン培養個体を用いたBA処理が茎頂数に与える影響

透き通っているので観察がしやすいです。

無菌培養個体は透明性の高いゲランガム培地上で非破壊で経時的に観察でき、一定の光・温度条件下で厳密に植物ホルモンの効果を評価できます。また、季節を問わず何度も実験できるメリットもあります。

シクラメン培養個体への異なる濃度のBA処理とその様子
濃度によって色や形が違いますね！

茎頂数制御によるシクラメンのさらなる品質向上を目指しています！

園芸学研究室（田﨑ゼミ）

研究室の日常

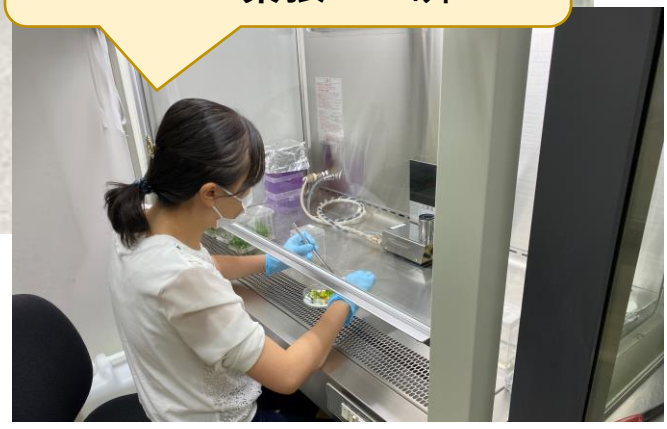
摘芯をして花数を増やします！

ハウスの中は清潔に…

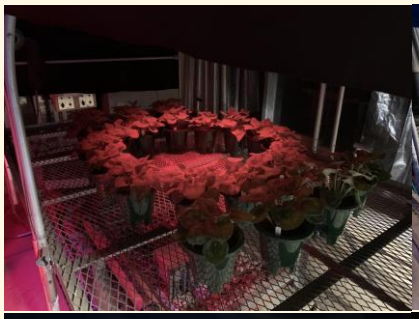
カーネーションを丁寧に誘引します！

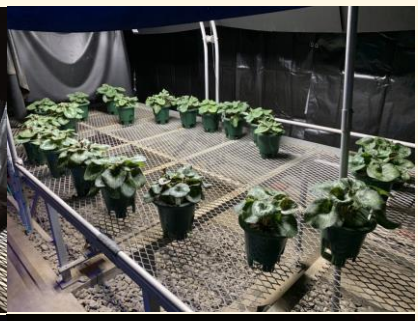
みんなで手分けして
シクラメンの管理作業中

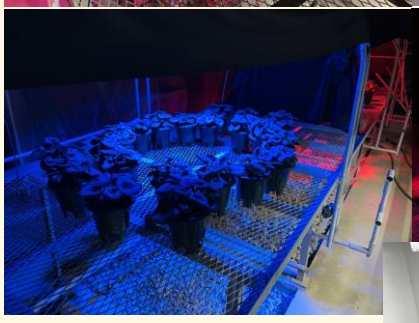
クリーンベンチで培養操作
…緊張の一瞬



研究室を覗いてみよう！

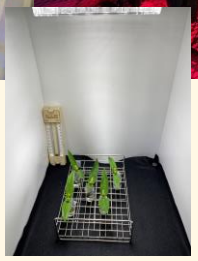




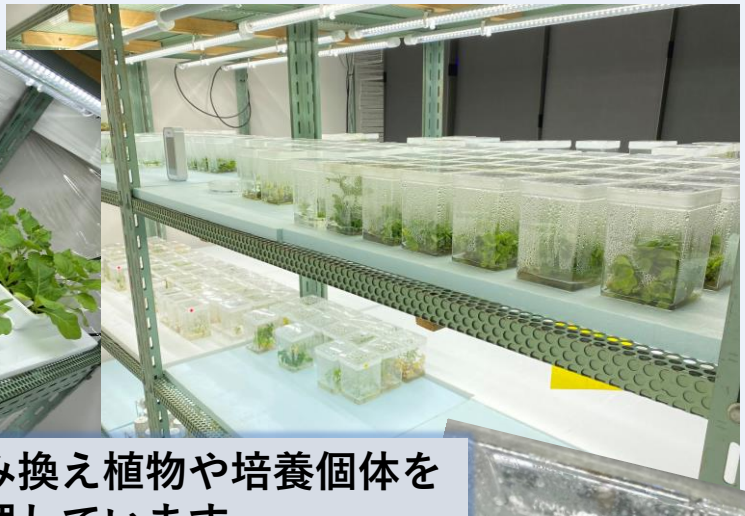


LEDを用いた試験の様子

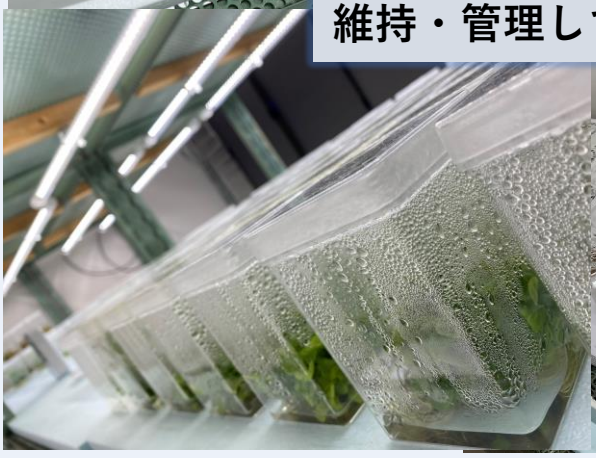
LED照射下における植物の生育や着色について調査しています。



培養室



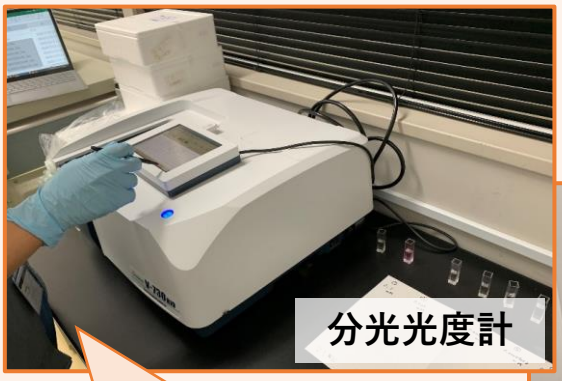
遺伝子組み換え植物や培養個体を維持・管理しています。



園芸学研究室（田﨑ゼミ）

研究室を覗いてみよう！

色素量の測定実験



分光光度計

光の透過率から液中の濃度を測定します。

HPLC（高速液体クロマトグラフィー）

遺伝子実験

マイクロピペット

PCRには欠かせません！

サーマルサイクラー

培養実験

121℃で滅菌して…

オートクレーブ

無菌空間で実験します！

クリーンベンチ

園芸学研究室（田﨑ゼミ）

研究室を覗いてみよう！

温室編

1番大きなメインの温室

花苗を栽培しています！

LED試験中!!

シクラメンの温室

リンドウが開花しました

環境制御室

園芸学研究室（田﨑ゼミ）

花弁における光応答着色研究

本研究の植物材料である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弁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弁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原因を調べたところ、リンドウの花色着色は弱光環境下で弱まる、すなわち、花弁着色は光誘導されることが分かりました。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、花弁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。

そこで本研究では、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、リンドウ花弁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

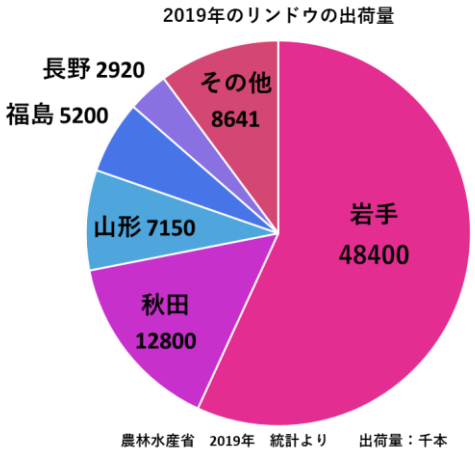
学名　*Gentiana triflora*
分類　リンドウ科リンドウ属
原産地　日本

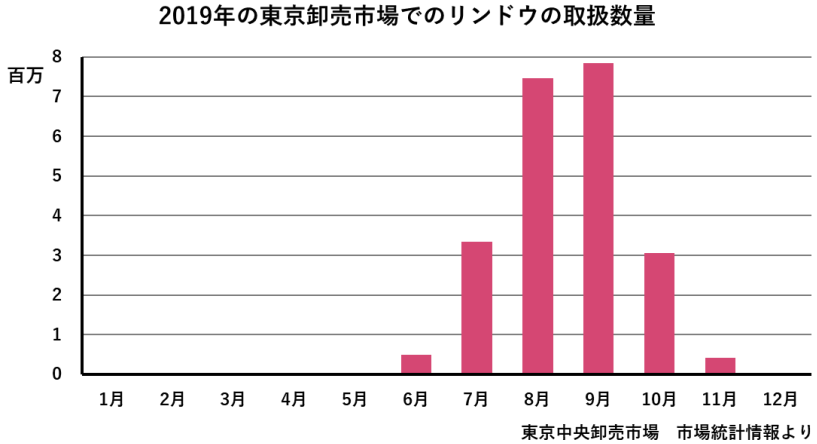
▲エゾリンドウ

▲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。





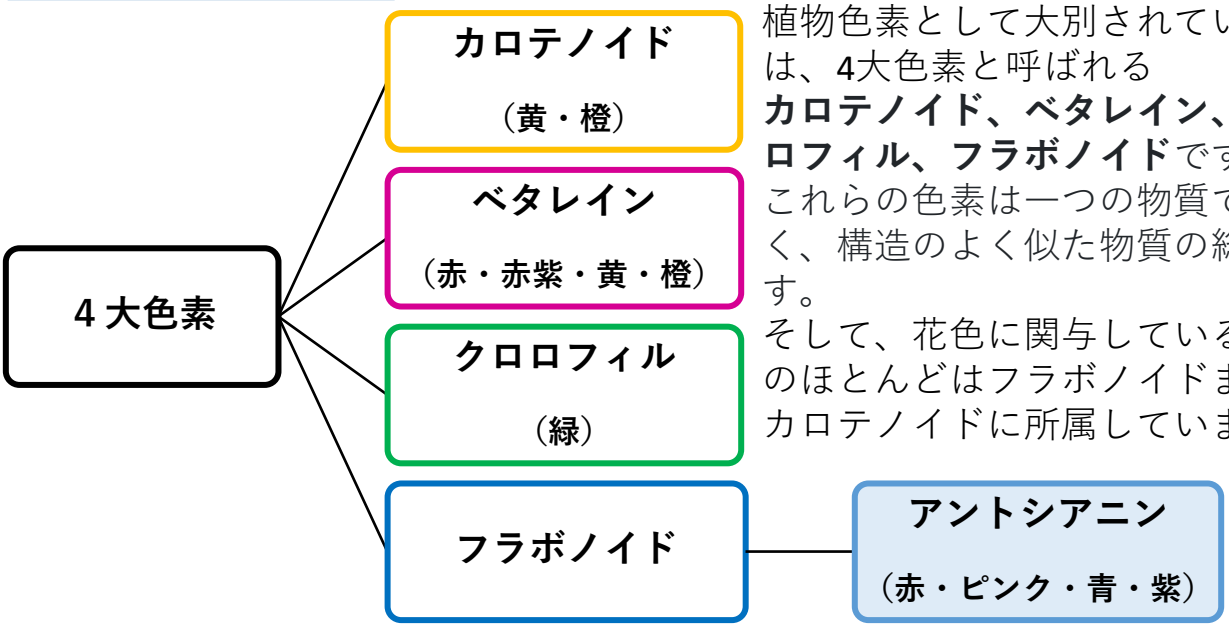
引用・参考文献・宍戸 純 著『知らないと話せない花業界用語500』、誠文堂新光社、2014

園芸学研究室（田﨑ゼミ）

色素や光の基礎知識

田﨑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



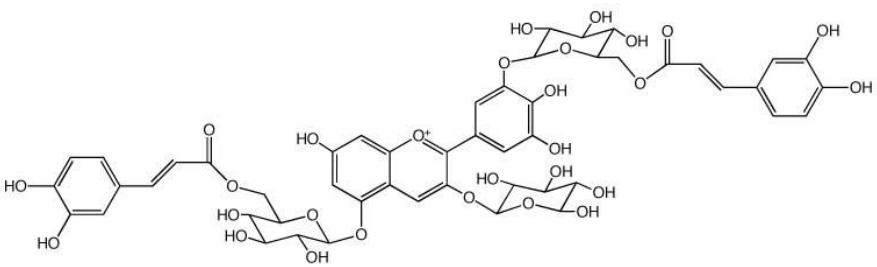
植物色素として大別されているのは、4大色素と呼ばれる**カロテノイド、ベタレイン、クロロフィル、フラボノイド**です。
これらの色素は一つの物質ではなく、構造のよく似た物質の総称です。
そして、花色に関与している色素のほとんどはフラボノイドまたはカロテノイドに所属しています。

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寄与しています。

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

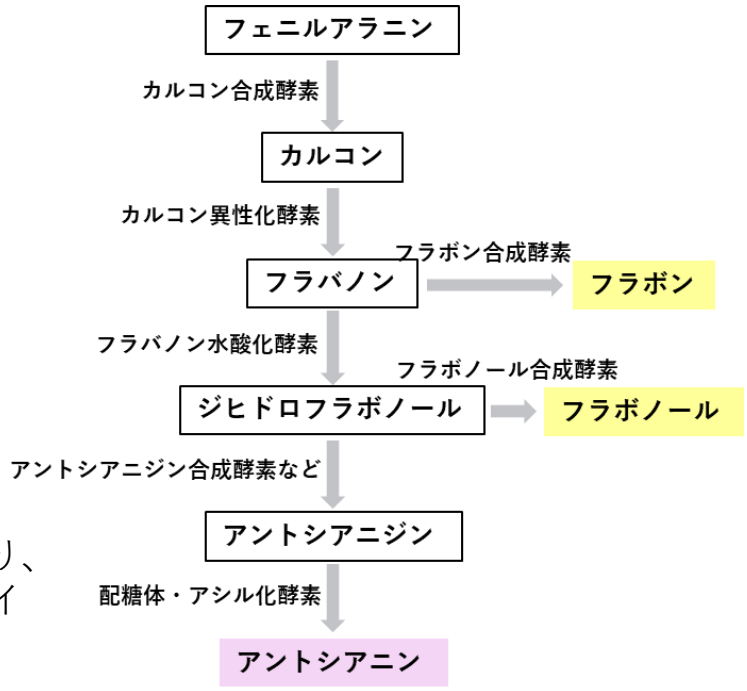
引用・参考文献
・有村 源一郎　西原 昌宏著『植物のたくらみ　香りと色の植物学』,ベレ出版社, 2018
・武田ら編 『植物色素 フラボノイド』, 文一総合出版, 2013

園芸学研究室（田﨑ゼミ）

アントシアニンの生合成

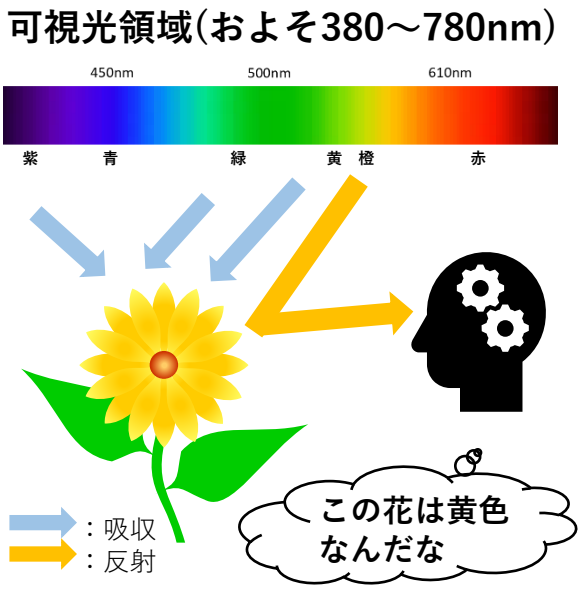
フラボノイドの一種であるアントシアニンは、右図に示す通りフェニルプロパノイド合成系を介して、各種酵素によりカルコン、フラバノン、ジヒドロケンフェロールを経てアントシアニン基本骨格（アグリコン）であるアントシアニジンが合成され、さらにそこに糖や有機酸による修飾を受けて合成されます。

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。



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弁着色も、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。

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
・農研機構、色素の基礎知識、フラボノイド 2019
・紫外光から遠赤色光まで，多様な植物光受容体（徳富ら2015）

園芸学研究室（田﨑ゼミ）

引用文献・参考文献・参考URL

- 金浜耕基『鑑賞園芸学』， 文栄堂， 2013， p185
- 大平民人 『農業技術体系 第10巻』， 農山漁村文化協会,1995， p7
- 市村一雄, “切り花における収穫後の生理機構に関する研究の現状と展望”, 農研機構, https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/archive/files/naro-se/NIFS10-02.pdf , （最終閲覧日2021年10月13日)
- 浅見忠夫・柿本辰男『新しい植物ホルモンの科学 第3版』， 講談社, 2016， p. 20, 36, 51-52, 85-86.
- 今西英雄『花卉園芸学ー新訂版ー』， 川島書店， 2012， p119, 181-182, 187.
- 宍戸 純 著『知らないと話せない花業界用語500』， 誠文堂新光社、2014
- 武田ら編 『植物色素 フラボノイド』, 文一総合出版, 2013
- 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
- 農研機構， 色素の基礎知識， フラボノイド 2019
- 紫外光から遠赤色光まで，多様な植物光受容体（徳富ら2015）

おわりに

いかがでしたか？

今回の展示で、園芸学研究室　田﨑ゼミが行っている卒業研究、研究室活動の一部を紹介させていただきました。

この展示をきっかけに、花卉に興味を持って頂けましたら幸いです。

最後までご覧いただきありがとうございました。