



花の
不思議に
せまる

はしがき

花と私たちのかかわりは、どのようなものでしょうか。季節の花を買い求め、花瓶に挿すだけで、落着いた豊かな気持ちになりますし、冠婚葬祭のみならず、折に触れて花を飾れば、生活に趣が添えられるでしょう。草花の苗を花壇に植えると、毎日の生長と開花を楽しむことが出来ますし、戸外を散策すれば、木々の枝先に咲く花と漂う香りで良い気持ちになります。花によって季節の移り変わりを知るだけでなく、「何度目の桜か」など、年の経つのを迎えることもあります。このように、花は、私たちの日常生活に実に重要な役目を果たしているのです。

しかし、花に関する自然現象について、一体どれほど私たちは知っているのでしょうか。地球の歴史の中で、数え切れないほどの多数の植物種が生まれて来たことが、まず驚きですし、分類学上は同じ花でも、色、形、大きさ、香り、咲き方などは千差万別です。一体、どうしてこのような幅広いバリエーションが作られたのか、何がそれを決めているのか、分からないことはたくさんあります。花を見るたびに、自然の不思議さと生物進化の驚異を感じないわけには行きません。この謎解きに挑戦しているのが花の科学者たちです。

農研機構花き研究所では、花に関するさまざまな研究を行い、花き産業の発展に貢献する技術開発を目指しています。花の開花や生育を自由に調節する技術、今までに見たこともない色やかたちを持った花の創製、十分に花を楽しめるよう品質を長期間保つ技術などです。本冊子は、当研究所の研究者が、植物科学の粋を集め、いろいろな角度から花にまつわる不思議について、一般の方にも分かりやすく解説したものです。2007年9月～2008年5月に、常陽新聞に連載されましたが、今回、装いを新たにまとめてみました。花の不思議についての理解と花への興味をさらに深めるために、本冊子が少しでもお役に立てれば幸いです。

2008年10月

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構

花き研究所 所長 久保友明

花の不思議にせまる

1. 開花をコントロールする

● フロリゲン ～開花ホルモンの発見～	2
● キクとキク属植物	3
● 開花調節	4
● トルコギキョウ ～アメリカ生まれの日本育ち～	5
● ポインセチアとシクラメン	6
● ワビスケツバキの起源	7

2. 遺伝子組換えで新しい花を作り出す

● 青いバラ ～遺伝子組換え法で作出～	8
● プロモーター ～遺伝子のオン/オフを調節～	9
● CRES-T法 ～遺伝子を眠らせて花の形を変える～	10
● イオンビーム ～突然変異を起こす道具～	11
● DNAマーカー ～品種改良を効率的に～	12
● 生物多様性 ～遺伝子組換え植物の栽培～	13

3. 花の色、かたち、香りを科学する

● 花の色や模様とその役割	14
● 花の色を決める色素	15
● カロテノイド ～黄色やオレンジ、赤のもと～	16
● キクの花びらが白くなる仕組み	17
● 花の構造とABCモデル	18
● 花の香りの楽しみ方	19

4. 切り花の花持ちを良くする

● エチレンと花卉の老化	20
● 花びらが落ちる仕組み	21
● 長持ちするカーネーションの新品種	22
● 花持ちを良くする品質保持剤	23
● 切り花のバケット低温輸送	24

切り花を長持ちさせる三原則	25
---------------	----

5. 花を育てる、花を利用する

● 太陽エネルギーを利用した空気膜ハウス	26
● 植物と二酸化炭素	27
● 花の病気	28
● ウイロイド ～最小の病原体～	29
● 屋上緑化 ～都市の冷却化に一役～	30
● 園芸療法 ～花を使ったりハビリテーション～	31
● 風変わりな名前の花	32



1. 開花をコントロールする

フロリゲン～開花ホルモンの発見～

生育開花調節研究チーム 久松 完

多くの人をひきつけてきた、花を咲かせる「幻の開花ホルモン：フロリゲン」の正体が、ついに今年2007年、明らかにされました。

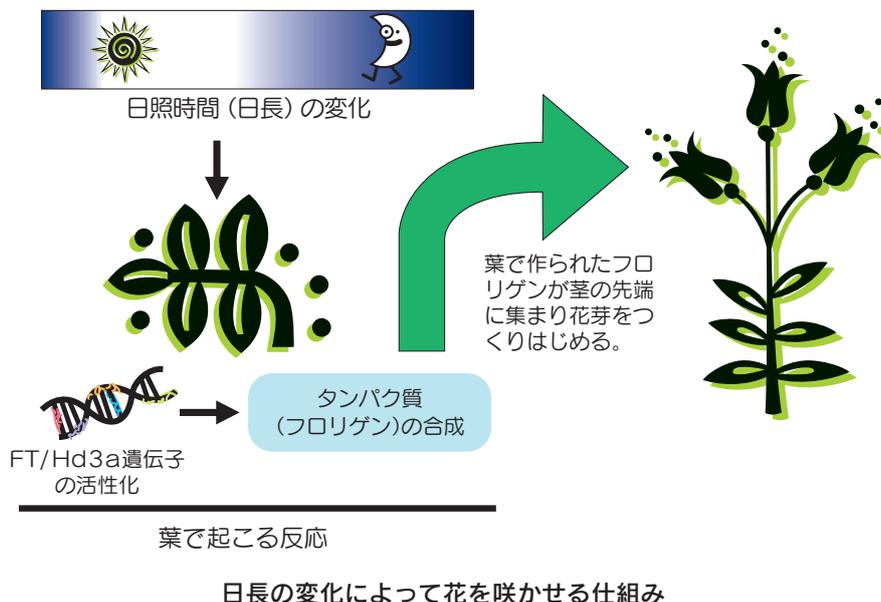
1937年に旧ソ連（ロシア）の植物学者チャイラヒャンは、花を咲かせる日長（日照時間）条件で育てた植物の葉を切り取り、花の咲かない日長条件で育てた植物に接ぎ木したところ、花が咲いたので、葉で花を咲かせる謎の物質が作られ、それが茎の先端まで移動して花を咲かせると主張し、この謎の物質を「フロリゲン」と命名しました。

それから、70年もの間、誰もフロリゲンを抽出することができず、「幻の植物ホルモン」と呼ばれていました。今回のフロリゲン発見には、近年急速に進化したゲノム研究（生物の設計図であるゲノムの中に書き込まれている遺伝情報のすべてを知る研究）が必要不可欠でした。植物でのゲノム研究は、シロイヌナズナという雑草や重要な作物であるイネが対象となり、多くの情報が集められました。そして、ゲノム研究で集まった情報を活用し、日長に反応して葉で発現し開花の開始をコントロールする役割をもつ遺伝子の候補

として、99年にシロイヌナズナから「FT」遺伝子、02年にはイネから「Hd3a」遺伝子が発見されました。これら遺伝子はよく似た情報をもち、FT/Hd3a遺伝子がフロリゲンをつくる情報をもつ遺伝子であると期待されていました。

では、葉から茎の先端に運ばれる物質はどんな物質なのでしょうか。FT/Hd3a遺伝子の配列情報（mRNA）なのか、FT/Hd3a遺伝子情報をもとに作られるタンパク質なのか。そこで、遺伝子組換え技術を駆使して、葉で作られるごく微量のFT/Hd3aタンパク質が緑の蛍光を発するように改変し、タンパク質の動きを観察できるような遺伝子組換えシロイヌナズナとイネがそれぞれ作られました。これらの遺伝子組換え植物を利用して、日長の変化によって葉でFT/Hd3aタンパク質が作られ、そのタンパク質が茎の先端に運ばれ花を咲かせることが証明されました。

今回の発見によって、開花を促進あるいは抑制する薬の開発も可能になることから、今後、農業分野への応用が期待されます。



2007年9月19日掲載

キクとキク属植物

研究管理監 柴田 道夫

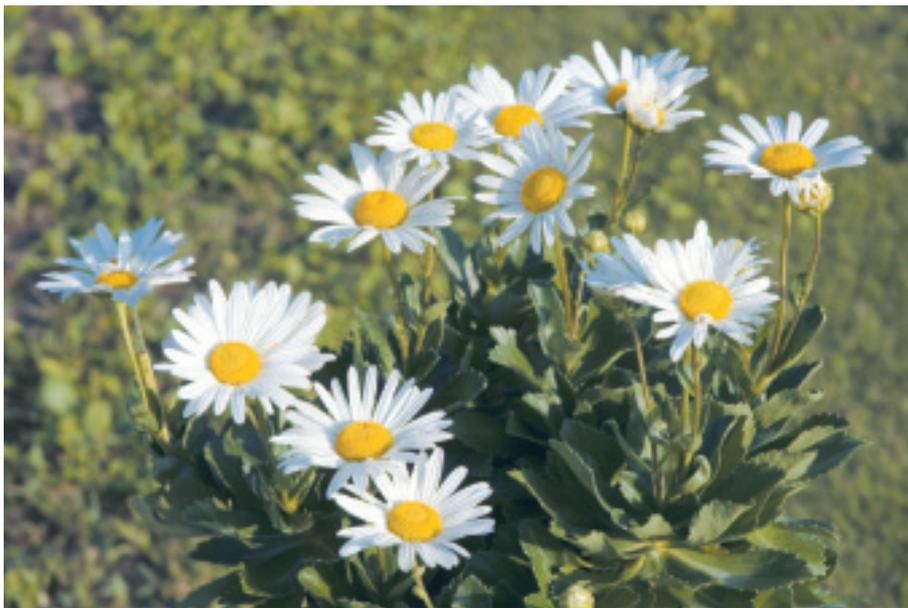
* 秋が深まってきたこの季節には、キクが満開になります。昨年のわが国におけるキクの生産量は約18億5,000万本。切り花のうちの4割近くを占め、生産量第1位の花です。天皇家の紋章ともなっているキクは、現在日本を代表する花ですが、実は中国から渡ってきたと考えられています。キク属植物の中にはもともと日本に自生するものもありますが、万葉集にはキクはうたわれていません。今日栽培されるキクは中国大陸に自生する幾つかの野生種による雑種が起源と思われるが、どの野生種が祖先となったかについては、今日でも明らかではありません。

一方、キク属植物には倍数性が存在するという特徴があります。普通の生物は染色体が2本ずつ対になっている2倍体ですが、キク属植物には2~5倍の染色体をもつ4倍体、6倍体、8倍体、10倍体があります。栽培種は6倍体とされています。また中には、染色体が数本少なかったり多かったりする異数性のもも、多数見受けられます。一般に染色体数が奇数になると、花粉や種子

ができにくくなるのですが、不思議なことに栽培ギクでは奇数のものでも平気で種子をつけることができます。キクは、他の植物にはみられない旺盛な生殖能力をもつようです。

ところで、茨城県から青森県にかけての太平洋岸には、かつてキク属に含まれていたハマギクという野生ギクが自生しています。キクよりも若干早く10月上旬から純白の清楚な花を咲かせ、鉢物としても生産されています。このハマギクには「日本の花、日本」という意味の「ニッポナンセマム・ニッポニカム」という学名が付けられています。キクほど広く知られていませんが、学名の上ではまさに、日本を代表する花ということになります。ちなみに、動物ではトキの学名が「ニッポニア・ニッポン」です。

現在、日本原産の植物の4分の1が絶命危惧種に指定されており、キク属植物の中にもすでに、絶滅の危機に瀕しているものがあります。地元茨城にも自生する野生ギク。機会がありましたら是非ご覧になってください。



日立以北の太平洋岸に自生する野生ギク「ハマギク」
(*Nipponanthemum nipponicum*)

開花調節

生育開花調節研究チーム 住友 克彦

四季のある日本では秋にはキクが咲き、また春が来るとサクラが咲きます。多くの植物が自然の中で毎年同じ季節に開花します。ところで花屋さんでは年中キクが売られ、春の花チューリップも年末から多く出回るようになります。商品として花を栽培する場合にはいつ花を咲かせるかがとても重要で、開花時期の調節が行われています。それによって私たちは、花の少ない冬でも色とりどりの花を楽しむことができます。

それでは、どうやってこれらの花を自然とは異なる時期に開花させているのでしょうか。植物がいつ開花するかを決めるものは何でしょうか。これについては数多くの研究が行われてきました。今では多くの植物で、温度と昼や夜の長さが開花に大きく影響していることがわかっています。たとえばキクは、夏から秋にかけて夜の時間が長くなってくると、つぼみを作り開花します。キクの開花調節は、この現象を利用して行われます。ビニールハウスなどの栽培施設内に夜間、白熱灯などを点灯（電照）し、夜の時間を短くすることで、

つぼみを作らせないようにし、植物を大きく育てます。その後電照を止め、今度は朝夕に栽培施設全体を光を通さない幕で覆い、夜の時間を長くすることで、つぼみを着けさせて、開花させます。

次にチューリップの例を紹介します。チューリップが春に咲くためには、冬の寒さにあうことが必要です。実際の栽培では冬が来るよりも前に冷蔵庫に入れ、5℃で球根を保管します。そして人工的に寒さを与え、開花する準備を整えてしてから、暖かい栽培施設内に植え、春より早く開花させています。また、寒さを与えて開花する準備が整った球根を、そのまま冷凍庫に入れ、氷点下2℃で生長を止めて保管し、開花を遅らせることができます。この方法はアイスチューリップと呼ばれ、真夏にチューリップを咲かせることも可能です。

開花調節とは植物が花を咲かせる仕組みを調べて、利用する技術です。これによって私たちはいつでも美しい花を楽しむことができます。



キク栽培施設

夜間に電照し大きく育てる(協力：JAひまわりスプレーマム部会)

トルコギキョウ～アメリカ生まれの日本育ち～

生育開花調節研究チーム 福田 直子

トルコギキョウという花をご存じでしょうか？日本人好みの清楚さと華やかさを兼ね備えているため、最近急速に人気が高まり、キク、バラ、ユリ、カーネーションに次いで多く生産されるようになった切り花です。名前からトルコのキキョウかと思われるかも知れませんが、アメリカの中南部からメキシコ付近を原産地とするリンドウ科の植物です。今でも、この地域の日当たりの良い草原の水辺に自生していますが、開発や気候変動等のため減少しているそうです。

野生状態のトルコギキョウは、紫色の花弁5枚で一重の花が一般的で、暑い夏に咲きます。日本には昭和10年（1935年）頃に導入されて主に長野県などで栽培され、自家採種を繰り返すなかで昭和30年代には白やピンクの花、花弁が2層以上の八重咲きの花が現れました。昭和50年代までは篤農家による品種改良が行われ、それまでにない藤色（ラベンダー色）や覆輪（純白の花弁にピンクや紫色の縁取り）の品種が生み出されました。これらの素材をもとに、昭和60年代以降、種苗会社によって盛んに品種開発が行われ、淡い黄色や緑、鮮やかな赤、茶色などの新しい花色、霧吹き状やかすりの新しい模様、手のひらに余

るほどの大輪や親指の先ほどの小輪、バラやカーネーションの様な花形等、多彩な品種が育成され、現在約400品種が販売されています。これほど多様な品種開発は日本だけで行われ、日本の種苗会社から世界の切り花生産地に向けて種子が販売されています。

魅力的な花ですが、直径0.5mmとけし粒よりも小さい種子を播いてから開花するまで約半年かかり、品種特性を十分に引き出した美しい切り花を作るには、温度管理や水管理に細心の注意が必要です。

トルコギキョウは原産地の気候条件に適応した生態特性を色濃く残しているため、発芽から抽台（＝とう立ち）するまでの間に高温や乾燥に遭遇すると、莖が伸びずに濃緑の葉がタンポポの葉のように茂るだけの「ロゼット」状態になり生育が進まなくなります。この現象が起こる原因を明らかにして、切り花を安定的に生産するための技術開発も日本の研究機関で行われ、生産の現場に普及しています。アメリカ原産ではありますが、品種開発も栽培技術の開発も日本で行われ、発展しつつある花です。



改良が進み品種が多いトルコギキョウ

2007年1月30日掲載

ポインセチアとシクラメン

生育開花調節研究チーム 築尾 嘉章

季節の花の話題です。ポインセチアとシクラメンは、クリスマスから正月にかけての定番鉢花の地位を占めています。家庭内の温度環境が改善され、冬でも室内が保温できるようになり普及しました。

ポインセチアの花のように赤く見える部分は葉（苞葉）の変化したものです。本当の花（花序）は中心部のみです。この花序は杯状花序と呼ばれる特殊な構造をしています。杯状の総包の中に、複数の雄花と一個の雌花が含まれています。さあルーペで観察してみましょう。

花屋さんで買ったポインセチアを翌年以降も咲かすためには、ひと工夫必要です。苞葉は、日照時間を短く（暗期を13時間以上）してやらないと赤くなりません。この短日処理を約2カ月間続ける必要があります。実際には9月中旬頃から、夕方5時～朝7時までダンボール等で鉢を覆ってください。店頭に並ぶ真っ赤なポインセチアは、こういう技術を駆使して栽培されたものです。

シクラメンの品種改良は、我が国が世界の最先端を走っています。1975年頃に「シクラメンのかほり」という歌がはまりました。ところが、当

時のシクラメンには香りはほとんどありませんでした。この歌を聞いて実際に香りをかいでみた人は、がっかりしたはずです。実は、「かほり」というのは「香り」ではなく、作者の奥さんの名前だったとのこと。

これがきっかけになったのかどうかは分かりませんが、シクラメンの香りを復活させようとの試みが始まり、芳香性の品種が複数作出されています。今のシクラメンの先祖となった野生種には香りがないので、香りのある野生種の血をバイオテクノロジーを駆使して導入したものです。また最近、真冬でも庭でコンテナ植えができるのを売りにした「ガーデンシクラメン」も急激に売り上げを伸ばしています。

ところでシクラメンの別名をご存じですか。牧野植物図鑑には「かがりびばな」と「ぶたのまんじゅう」の2つが載っています。前者は花の形に由来します。優雅な名前です。後者は球根（球莖）の形に由来しますが、こちらを使う人はあまりいませんね。昔の人の観察眼の鋭さには驚かされます。



ポインセチア



シクラメン

ワビスケツバキの起源

花き品質解析研究チーム 谷川 奈津

すっかり春らしくなりました。そろそろツバキの花も最盛期を迎えます。数多くあるツバキ品種の中に、ワビスケツバキと呼ばれる品種群があります。日本では古くから茶道に用いる茶花として重宝されてきました。「胡蝶佗助」、「太郎冠者」、「初雁」といった品種は、すでに江戸時代中期の資料に記録が残っています。

ワビスケツバキの共通点は、雄しべが退化変形していることです。その他、一般的に早咲き性で花は一重で小さく、雌しべも退化していて種子ができないという特徴があります。

ワビスケツバキの成立起源に関しては二つのタイプがあるとされています。一つは、ヤブツバキから突然変異によって生じたと推測されています。もう一つのタイプでは、長楕円形で鋸歯の強い、先が尖った葉を持っており、多くの品種において子房（雌しべの付け根の、種子ができる部位）に毛が生えているという、日本産のツバキには無い特徴がみられます。

このタイプのワビスケツバキは、わずかながら花粉も種子も作ることができる「太郎冠者」から成立したと推測されています。実際に「太郎冠者」

の子孫に、雄しべが退化したワビスケツバキが生まれることが確認されています。

「太郎冠者」は、織田信長の弟で茶人であった織田有楽斎が好んだとされ、別名を「有楽」といいます。開花期は12月～4月ごろで、紫を帯びた淡桃色の花色をしています（写真）。香りがほとんどないとされるツバキにしては珍しく、芳香があります。

では、「太郎冠者」はどのようにしてできたのか。その起源についてはまだよくわかっていません。子房に毛があることから、中国産のツバキが関与しているという説が有力です。最初に植物学者の牧野富太郎博士がその候補としてトウツバキを挙げて以来、クスピダータ、ローゼフローラ、チャ、サルウィンツバキ、トガリバサザンカ、ピタールツバキが挙げられてきました。現在、形態的類似性からピタールツバキが最も有力とされています。

当研究所には上記の野生種を含む約60種のツバキ属野生種を維持保存しており、化学的、分子生物学的手法を用いて「太郎冠者」の起源解明に取り組んでいます。



「太郎冠者」(花き研究所にて)



2. 遺伝子組換えで新しい花を作り出す

青いバラ～遺伝子組換え法で作出～

新形質花き開発研究チーム 間 竜太郎

* ネアンデルタール人の墓の遺跡から花粉が見つかったことから、太古の昔から人類は花を愛しており、その色についても興味の対象としていたと思われる。

花の主な色素には、アントシアニン類とカロチノイド類の2種類があります。このうち、アントシアニン類は最も重要な花の色素で、オレンジ、赤、紫、青など広い範囲の色を作ることにかかわっています。青い花の多くは、アントシアニン類の中のデルフィニジンという色素を持っていることが知られています。ところが、バラ、キク、カーネーションなどの花ではデルフィニジンを作ることができないので、もともとは青い色の花は存在しませんでした。

これらの花で青い色のものを作ろうとする試みは以前から行われてきましたが、異なる品種をかけあわせる従来の品種改良の方法では作り出すことができませんでした。なぜなら、花粉をかけて種子が得られるのは近縁の仲間に限られていますが、バラ、キク、カーネーションにはデルフィニジ

ンを作る遺伝子を持つ近縁植物がないからです。

遺伝子組換え法を用いると、かけあわせができない遠縁の植物の遺伝子でも利用することができます。そこで、サントリーとオーストラリアのフロリジーン社は遺伝子組換え法で、ペチュニアから取り出したデルフィニジンを作る遺伝子をカーネーションに入れて、青色カーネーションを作りました。このカーネーションは1997年から「ムーンダスト」の商品名で市販されています。また両社は、2004年にパンジーから取り出した遺伝子を組み込んだ青いバラの作出を発表しました。この青いバラは、現在、栽培しても生態系に影響を与えないかどうかの調査を行っているところですが、近い将来、販売されるものと思われます。

キクでも、同様の方法で青い花を作ることができると考えられます。私たちの研究所においても、キクでうまく働く遺伝子を探したり、組み込んだ遺伝子を効率よく働かせる方法を検討しているところです。いつかは今までにない青いキクができるはずです。



青いバラ (サントリー株式会社提供)

プロモーター～遺伝子のオン/オフを調節～

新形質花き開発研究チーム 能岡 智

人間に限らず、すべての生き物は体を作るのに必要な設計図を一式持っていて、それらをまとめてゲノムと呼んでいます。ゲノムの中に並ぶ、体の部品ごとの設計図が、いわゆる遺伝子です。この遺伝子からタンパク質という個々の部品が作られ、生物は「生きている」わけですが、ここで一つ大きな問題があります。

環境に適応して快適に生きていくには、「いつ」「どこで」「どの遺伝子」から「どのくらい」部品を作ればいいのか、がとても重要です。これらを主に決めているのが、遺伝子の上流にあるプロモーターと言われる領域です(図)。プロモーターそのものからタンパク質が生産されることはないのですが、プロモーターには転写因子と呼ばれるタンパク質が結合して、下流の遺伝子がタンパク質を作るのを細かく調節します。ではその転写因子はどこから来るのかと言うと、やはり別の転写因子とプロモーターによって生産が調節されています。

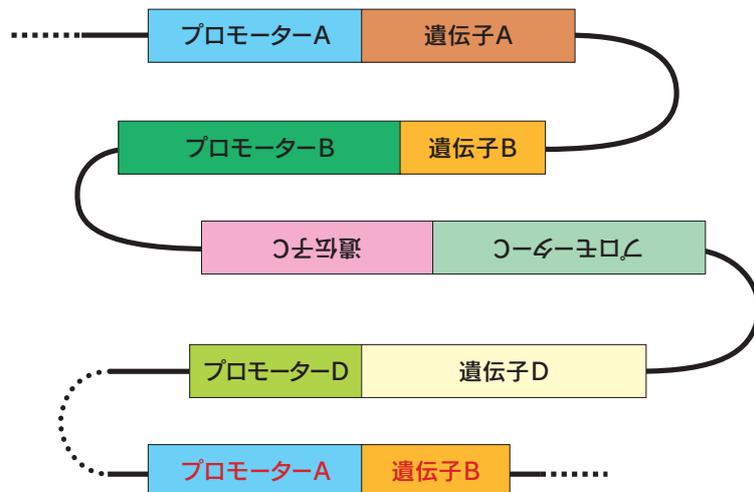
これらタンパク質生産の連鎖を繰り返して、生物は「必要なときに・必要なだけ・必要な」部品を作ると言う難問を解決しているのです。これらの複雑な繰り返し、日夜絶え間なく細胞の中で繰り返されています。生物はミクロな細胞レベ

ルでは、デジタル的なのです。

このようにプロモーターは、遺伝子のオン/オフを調節する主要な要素ですが、例えば、ある遺伝子Aのプロモーターを取り出して別の遺伝子Bにつなげてみるとどうなるでしょう？ 答えは、うまく機能すればですが、遺伝子Bが遺伝子Aと同じ発現パターンを示すようになります。これを利用して、狙った時期に狙った部位で遺伝子を活躍させることが可能になります。

これにより、今までにない花色や花形をもつ花きや、耐病性を獲得した作物を人工的に作り出すことができます。これからもこのようなしくみの遺伝子組換え技術により、さまざまな有用作物が生み出されることでしょう。

現在、日本では遺伝子組換え生物を規制する法律が整備されており、組換え作物に対するアレルギーや反対意見も根強いのが現状です。しかし、遺伝子組換えサイズやトウモロコシがすでに世界中で出回っているように、遺伝子組換え技術はますます身近なものになって来るものと思われます。遺伝子組換え研究に関わる者としては、この技術の本質について理解が得られるよう、分かりやすい説明を心がけて行きたいと考えています。



遺伝子Aと同じ発現パターンを示す遺伝子B(組換え遺伝子)

生物の核内にあるゲノム

CRES-T法～遺伝子を眠らせて花の形を変える～

新形質花き開発研究チーム 大坪 憲弘

「遺伝子組換え」と聞くと、その生物に本来備わっていない機能や性質を外から新たに加えるというイメージを持たれる方が多いのではないかと思います。一方、写真に示したゴマノハグサ科の一年草であるトレニアのいろいろな形や模様は、植物自身の持つ遺伝子を眠らせることで植物の性質を変化させる、新しい技法を用いて作られたものです。この技法はCRES-T（クレスティー）法と呼ばれています。「遺伝子を眠らせる」と書くと、例えば花びらの色がなくなってしまうたり、数が少なくなったりするようと思われるかもしれませんが、実際の花の器官形成には非常に多くの遺伝子が関わって働いているために、必ずしも「何かがなくなってしまう」ことにはならず、いろいろな形や性質のものを作り出すことができます。

がく、花びら、雄しべ、雌しべといった花の器官の形成が、ある特定の遺伝子の組合せで決められていること（＝ABCモデル）についてはこのシリーズの中でも紹介しましたが、花びらの形や模様、葉の形がどのように決まるのかについては、

まだわかっていないことがたくさんあります。

CRES-T法を使ってたくさんの遺伝子の働きを調べるうちに、直接花の器官の形成に関わっている遺伝子以外にも、細胞一つ一つの形や並び方、性質を決める遺伝子の働きを変えるとといった、一見遠回りな方法でも花の形や模様を変えられることもわかってきました。

アサガオやツバキが趣味の対象として古くから多くの人に愛されてきた理由は、いわゆる「変わり種」が出やすく、バリエーションが豊富であることがその理由の一つです。この「変わり種」とは自然に起こる突然変異によって作り出されるもので、植物の中のある遺伝子が機能を失った結果、形や模様が変化したものを言います。

CRES-T法も基本的には、これと同じことを人為的に起こすわけです。突然変異との違いは、特定の形や性質を偶然にではなく、狙って変えることができる点です。この方法を用いることで、例えば江戸時代の記録にしか残っていない変化アサガオを、遺伝子組換えで現代に蘇らせることも可能となります。



CRES-T法で花の形や模様を変化させたトレニア
“野生型”は遺伝子組換えに用いた元株

イオンビーム～突然変異を起こす道具～

新形質花き開発研究チーム 山口 博康

イオンビームとは、窒素や炭素など各種の原子から電子をいくつか剥ぎ取ってイオンにした粒子を加速器で加速したものです。

これを、どのように植物の改良に利用するのでしょうか。イオンビームは放射線のひとつです。放射線によってDNAが傷害を受けると、元の情報とは異なる情報を持つようになることがあります。それをもとにできた植物は元の植物とは少し異なる性質を示します。これを突然変異といいます。

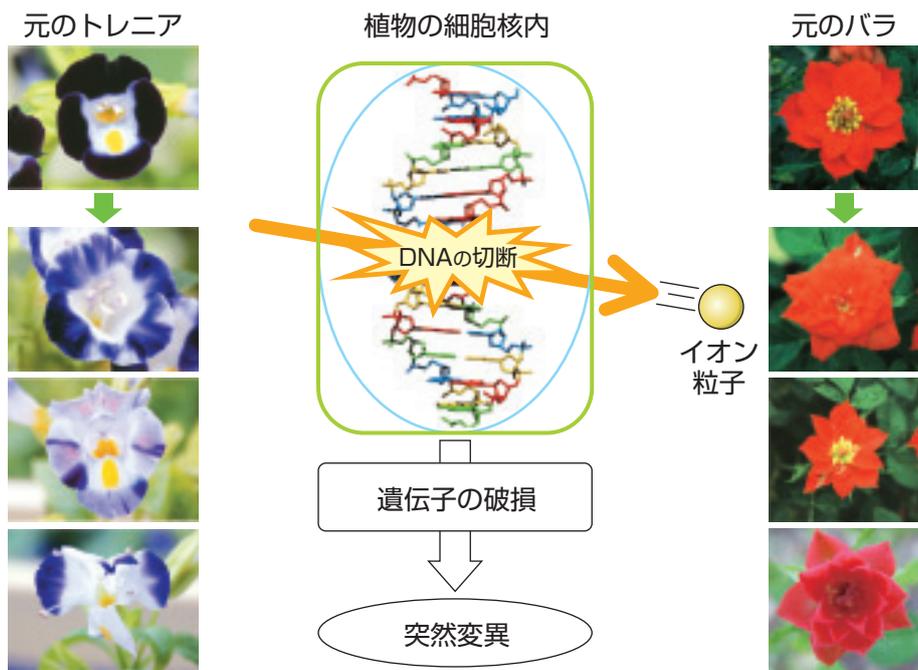
突然変異は自然にも起きていますが、非常に頻度が低いため、放射線を使って人為的に突然変異を起こし、性質が変わった中から、農業に役立つものを探します。このようにして品種改良に放射線が使われています。

1930年ごろX線が突然変異を起こすことが知られるとすぐに、放射線による突然変異を植物の改良に利用するための研究が開始されました。その後これまでに世界中で、X線・ガンマ線の利用により2,000種近い品種が作られています。そのような中で、イオンビームによる突然変異の利用が、1993年頃から日本で始まりました。イオ

ンビームの利用は日本発の技術なのです。

なぜ今、イオンビームなのでしょう。イオンビームとガンマ線・X線とには次のような違いがあります。イオンビームはDNAに大きな損傷を与えますが、その箇所は少ない。それに対してガンマ線・X線は、DNAのあちこちに小さな傷をつけます。このことから、イオンビームは大砲に、ガンマ線・X線は散弾銃に例えられます。この違いから、ガンマ線などでは得られていない新しい性質を持った品種が、イオンビームに期待されています。

農作物の中でも、特に花では新しいもの変わっているものの価値が高いため、多くの花でイオンビームが利用されています。これまでに、新しい花色のキクやバラなどだけでなく、花持ちが良いバーベナ、わき芽が少なく生産効力が省けるキクなども作出されています。また、当研究所では、イオンビームによる突然変異技術と遺伝子組換え技術との組み合わせによる品種改良の効率化に取り組んでいます。



イオンビームによって得られたトレニアやバラの花色および花形の変異体

DNAマーカー～品種改良を効率的に～

新形質花き開発研究チーム 八木 雅史

花屋さんに行くと、同じ品目の中でもさまざまな色や形をした品種がたくさん存在していることに驚かされます。これは育種家と呼ばれる人たちが、長い年月をかけて品種改良（育種）を行った努力のたまものです。代表的な花であるキクやカーネーションの育種では、交配の結果得られた数万から数十万にもものぼる種子を、まきます。その中から目標とする色や形に合ったものを選びに選び抜き、最終的に新品種として世に送り出すことができるのは一つか二つです。

ところで、花の色や形は花を見れば判断できますが、その花が病気に強いかどうかは、実際に病気に感染させてみないとわかりません。しかも、その判定結果が出るまでには長い時間が必要です。そこで力を発揮するのが、今回のテーマであるDNAマーカーです。

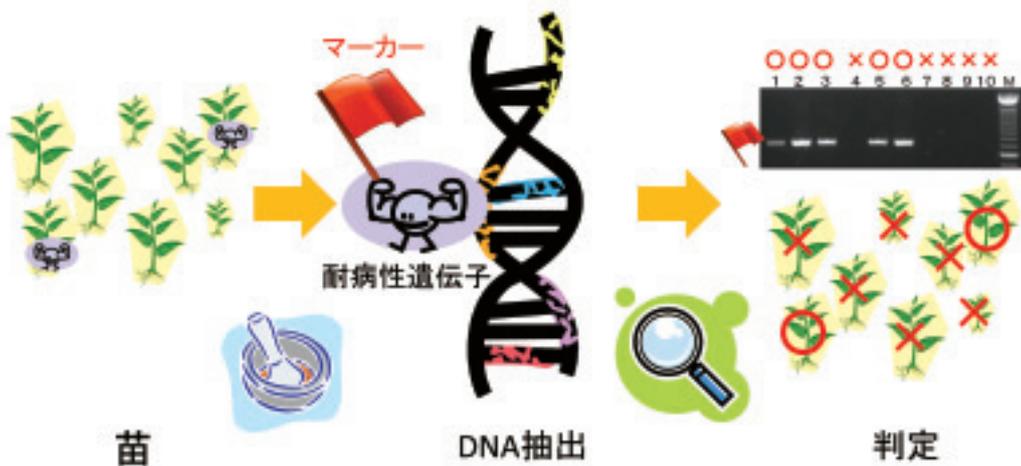
人に個人差があるように、花にもたくさんの品種・系統間差があります。こうした違いが存在するのは、生命の設計図であるDNAの塩基配列が異なっているからです。DNAの遺伝情報はアデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、チミン(T)の4種類の塩基の配列によって決まります。無

数にある塩基配列のうち、明確に他の個体と区別できる特徴的な塩基配列のことをDNAの目印（マーカー）と呼んでいます。

つまり、ある品種の持つ病気に強いという形質に連鎖した（耐病性遺伝子の近くにある）DNAマーカーを見つけることができれば、この品種を親に使って交配した時に小さな苗の段階でDNAを抽出し、塩基配列を調べることで、どの苗が病気に強いかが判定することができます。つまり、この時点で病気に弱い個体は捨てることができ、選抜効率が飛躍的に高まります。DNAマーカーは病気の抵抗性だけではなく、草丈や開花期といった遺伝的に制御されるさまざまな形質についても利用でき、育種の効率化に有効な技術です。

花き研究所では、カーネーションを材料に用いて、萎凋細菌病という難防除病害に抵抗性のある個体を選抜できるDNAマーカーを開発し、育種に利用しています。現在は、その他の病気に対する抵抗性に加えて、消費者が花に期待する特性である日持ち性を選抜できるDNAマーカーの開発に、取り組んでいるところです。

植物の持つ見えない力を見る形に変えて早期に選抜!!



DNAマーカー育種概念

生物多様性～遺伝子組換え植物の栽培～

花き品質解析研究チーム 仁木 智哉

あちこちでタンポポを見かけるようになりましたが、日本に何種類ぐらいのタンポポがあるかご存じですか？ 都市部では外来のセイヨウタンポポが圧倒的に多いのですが、日本在来のシロバナタンポポなども見つかることがあります。同じタンポポでも、よく見比べると花の色、ガクの開き方、葉の形などの違いで区別ができます。つまり多様になっているわけで、実に日本には22種類のタンポポが知られています。

国内の野生植物は7,000種あり、そのうちの1,800種は日本固有種です。動物、魚、昆虫等も含めれば、地球上には実に多種多様な生物が棲息しています。しかも、その多様さは長い進化の歴史の中で調和され、一定のバランスが維持されているのです。

ところで最近、世界各地でさまざまな生物が絶滅の危機に瀕しているというニュースをよく耳にします。これには人間による開発行為が大きく影響しています。そこで1992年に「生物多様性条約」が採択され、人間も自然界に生きる生物の一員として、生物の多様性を守って行く義務があることが世界中で確認されました。

実は、この「生物の多様性を脅かす」という人間活動の中には、遺伝子組換えの技術もリスクの対象として挙げられています。この技術は、育種的には不可能とされてきた特性をもつ作物を作り出す画期的な技術で、すでに日本でも遺伝子組換えで作られた青いカーネーションが市販されています。また、ごく最近、「あり得ないもの」の代表とされてきた青いバラが遺伝子組換えで作出され、国内での栽培が認可されました。

遺伝子組換えで作られた植物を野外で栽培するには、周辺生態系に影響がないことを証明する必要があります。そこで、繁殖力や花粉の飛散などの特性を把握するために多くの実験を行って、生物多様性に影響がないことを確認した上ではじめて、遺伝子組換えの植物が世の中に出回る仕組みが作られています。新しい技術を世の中に出していく際には、自然との調和を図りながら進めていくことが重要です。

花き研究所では、これまでにない新規な色や形を持ち、生物多様性に影響しない花を作り出すべく研究を進めています。



遺伝子組換えで作られた青いカーネーション



3. 花の色、かたち、香りを科学する

花の色や模様とその役割

花き品質解析研究チーム 中山 真義

花にとって昆虫や鳥は、花粉を運ぶ役割を担ってくれる大切なパートナーです。こういった動物を花粉媒介者と呼びます。花の色は花粉媒介者に存在をアピールするための要素だと考えられています。チョウやハチは昆虫の中の代表的な花粉媒介者であり、それぞれ赤色や紫色の花を好むとされています。鳥は赤色の花を好むようです。熱帯地方の花に赤色が多いのは、鳥が花粉媒介者となっているからだと考えられています。

花の中で最も多い色は黄色、次いで白色だといわれています。黄色は主にカロテノイドという色素によって作られます。カロテノイドによる黄色を持つ代表的な花には、キクやバラがあります。白花には、人間には見えないけれど、昆虫には見ることのできるフラボノイドという色素が含まれている場合があります。こういう花は昆虫にとって、色のついた花と認識されていると考えられます。フラボノイドの中には黄色い種類もあります。カーネーションやキンギョソウの明るい黄色は、こういったフラボノイドによって作られます。

花の赤色や紫色、青色は、主にアントシアニンという色素によって作られます。キクやバラ、カーネーション、アジサイ、ツユクサ、リンドウなど、身の回りにあるほとんどの花は、アントシアニンを作っています。同じアントシアニンを持っていても、金属や補助色素と呼ばれる無職の化合物の違いによって異なる色の花が咲きます。例えばアジサイでは、青色の花を咲かせるためにはアルミニウムをたくさんためる必要があります。一般には青色の花が咲くためにはとても複雑な仕組みが必要であり、昔から多くの研究が行われています。

これらさまざまな色素がひとつの花で作られることで、色が混ぜ合わさり、実に多くの種類の色をもった花が咲くこととなります。花の場所によって作られる色素が変化すると、模様が作られます。模様は花粉媒介者にアピールするための、より複雑な手段として用いられていると考えられます。パンジーやペチュニアなど、模様を持つ花を私たちの周りに沢山見出すことができます。



模様を持つペチュニア品種

花の色を決める色素

新形質花き開発研究チーム 野田 尚信

花を鑑賞するときには、草姿や花の形とともに色を楽しむのではないのでしょうか。多彩な色をもつ花の器官は、花弁と萼（がく）です。例えば、バラでは花弁の色、アジサイでは萼の色、単子葉のユリでは花弁と萼からなる花被（かひ）の色が「花の色」です。

この花の色を決定する一番の要因は、細胞の中に存在する色素です。色素はその性質によって、表皮細胞中の色素体に存在したり、液胞に溶けて存在したりします（図1）。色素には、それぞれ特定の波長の光を吸収する性質があります。つまり、色素や他の成分に吸収されずに反射した可視光を、私たちは花の色として目にしています。実は純白の花には色素が含まれていません。可視光の波長を吸収する成分がない花では、細胞内や細胞のすき間でほとんどの可視光が乱反射されて、私たちの目には白色に見えるのです。

それでは、色が見える花には、どのような色素が存在しているのでしょうか。花の色素は大きく分けて4種類あり、フラボノイド、ベタレイン、カロテノイド、クロロフィルと呼ばれています（図2）。なかでもフラボノイドにはさまざまな化学構造を持った色素があり、花の色に重要な役割を担っています。フラボノイドの一種である淡黄色のカルコンはコスモスの、オーロンはキンギョソウの黄色を担う色素です。また、ほとんどの橙赤色～紫色～青色の花に蓄積しているアントシアニ

ンもフラボノイドの一種です。アントシアニンを生合成しないサボテンやオシロイバナにも赤色や紫色の花がありますが、これらの花にはベタレインが蓄積しています。ユリなどの鮮明な黄色や橙色を担うのはカロテノイドです。クロロフィルは、シュランやクリスマスローズなどの緑色を担っています。

これらの色素の量が多いと花の色は濃くなり、クロユリのように黒っぽく見える場合があります。また、複数の色素が重なって存在することで、パンジーのように部分的に褐色や黒色に見えたりもします。さらに色素のほかにも、表皮細胞の形や液胞中に含まれる金属イオンやpHの違いも花の色に影響します。

花の色は千差万別で、植物種や品種によってさまざまです。皆さんもいろいろな花の色を見比べてみてはいかがでしょうか。



図1 アントシアニンは花弁の表面の細胞に蓄積しています

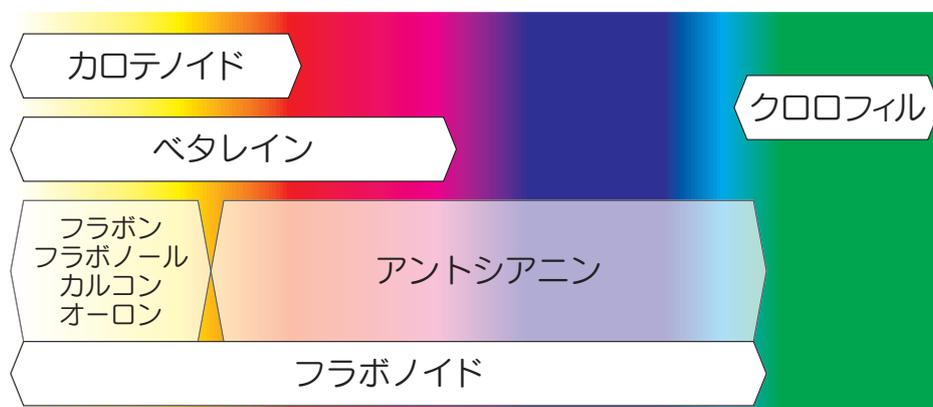


図2 花の色を担う4大植物色素

カロテノイド～黄色やオレンジ、赤のもと～

新形質花き開発研究チーム 岸本 早苗

カロテノイドは、炭素原子が40個つながってできた基本骨格を持つ、黄色から赤色を帯びた脂溶性の天然色素です。その種類は非常に多く、現在までに700種類以上のさまざまな構造を持つものが存在することがわかっています。カロテノイドは、構成元素の違いからカロテン類とキサントフィル類に大別されます。カロテン類には、ニンジンに含まれるβカロテンやトマトに含まれるリコペンなどがあり、キサントフィル類には、ホウレンソウに含まれるルテインや鮭やエビに含まれるアスタキサンチンなどがあます。いずれも人間にとって欠かせない栄養素です。

このカロテノイドは、花の色を構成する主要な色素の一つであり、受粉の媒介をする昆虫類を花に引きつけるという重要な役割を持っています。花弁に含まれるものは黄色のキサントフィル類であることが多く、キク、ヒマワリ、チューリップなどの鮮やかな黄色の元となっています。しかし、キンセンカやユリ、パンジーのように、黄色の

カロテノイドに加えて赤色のカロテノイドが含まれ、オレンジ色～朱色の花色が作り出されているものもあります。また、マリーゴールドには花弁に黄色のカロテノイドしか含まれていませんが、オレンジ色の品種があります。これは、黄色のカロテノイドが花弁に大量に存在することでオレンジ色を呈しているのです（写真）。

さらにカロテノイドは、単独で花色を作り出すだけではなく、赤～青色の色素であるアントシアニンをはじめとした他の色素と共存して、さまざまな色のバリエーションを生み出しています。キクやガーベラをはじめとした多くの花のオレンジ色は、赤色のアントシアニンと黄色のカロテノイドが重なり合うことで作り出されています。また、一見黄色味が感じられないパンジーの茶色や、キクやチューリップの暗赤色のような色調の花弁にもカロテノイドが含まれており、一つの色素では表せない微妙な色あいを作り出すためには欠かせない存在となっています。



カロテノイド量の違う3種類のマリーゴールド
左のものほど黄色いカロテノイドを多量に含んでいます

キクの花びらが白くなる仕組み

新形質花き開発研究チーム 大宮あけみ

* キクの花の白と黄色の違いは、カロテノイドという黄色い色素を花弁にためているか、いないかの違いです。なぜ、そのような違いが生まれるのでしょうか。まず頭に思い浮かぶのは、白い花弁ではカロテノイドが合成されていないのではないか、ということです。

ところが、生合成に関わる酵素遺伝子を調べたところ、すべての酵素遺伝子が白い花弁でも黄色い花弁と同様に発現していました。どうも、白い花弁でもカロテノイドは作られているようです。では、生合成以外に何が違うのでしょうか。生合成以外の要因を明らかにするために、白い花弁と黄色い花弁で発現量に差がある遺伝子を探しました。その結果、カロテノイドを分解する酵素遺伝子が、白い花弁では発現が高く、黄色い花弁では低いことがわかりました。

さらにこの酵素遺伝子の発現を遺伝子組換えで抑えた結果、白い花弁が黄色に変わりました（写真右）。この結果から白い花弁でもカロテノイドを合成していること、そしてその合成されたカロテノイドが分解酵素により分解されてしまうため、カロテノイドを蓄積していないことがわかりました。

では、なぜわざわざ作ったカロテノイドを壊してしまうのでしょうか。その理由はわかりませんが、おそらく白くなることで花粉を運ぶ虫を呼びやすいというようなメリットがあったのではないかと考えられます。

色素が分解されることで白色の花弁ができることを示した例は、このキクの例が初めてです。他の植物の白い花弁ではどうでしょうか。キクと同じように分解されて白くなる花もあるでしょう。一方、生合成されないために白いものもあると思われます。植物はさまざまな方法で花弁のカロテノイドの量を調節しているものと考えられます。

マリーゴールドやヒマワリには白い品種がありませんが、おそらくキクのような、花弁で働くカロテノイド分解酵素を持っていないのではないかと考えられます。このような花きに遺伝子組換えによりカロテノイド分解酵素遺伝子を導入することで、白いマリーゴールドができるかもしれません。

カロテノイド分解酵素遺伝子を、白から黄色、黄色から白へ花の色を変える道具として使うことができれば、交雑育種では作ることができない花が、できるようになることでしょう。



白花のキク品種 'セイマリン' (左)と、
遺伝子組換えで花びらの色が黄色になった 'セイマリン' (右)

花の構造とABCモデル

花き品質解析研究チーム 西島 隆明

みなさんは、花を分解したことがあるでしょうか？ 美しい花をばらばらにしてしまうのはちょっと残酷ですが、心を鬼にして分解してみると、花の種類によって花弁（花びら）、雄しべ、雌しべの数や形が多様であることに驚かれると思います。

しかし、一見多様に見える花の形には、ひとつの決まった基本構造が存在します。それは、花の外側から内側に向かって、がく、花弁、雄しべ、雌しべがあるという順番の構造です。この構造は、A、B、Cという3種類の遺伝子によって決められており、その仕組みは「ABCモデル」と呼ばれています。

花の外側から順に、A遺伝子だけが働く場所にはがくが、A遺伝子とB遺伝子が働く場所には花弁が、B遺伝子とC遺伝子が働く場所には雄しべが、そして、C遺伝子だけが働く場所には雌しべができます（図左側）。物事の基本を表す言葉として「～のいろは」とか「～のABC」と言いますが、このモデルは、まさに「花の形のABC」です。

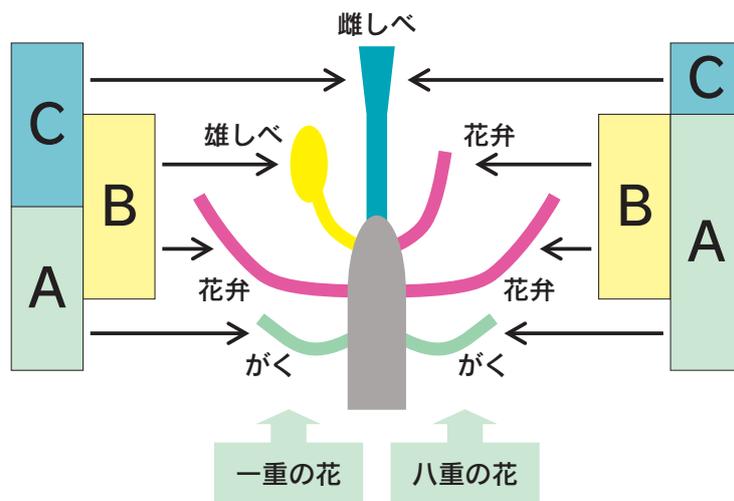
では、八重の花はどうやってできるのでしょうか？ C遺伝子の働きが突然変異などで弱くなると、それを補うようにA遺伝子が、本来は雄し

べのできる場所まで働くようになります。そうすると、雄しべが花弁になって八重の花ができるのです（図右側）。

このように、ABCモデルは花の構造のなりたちを説明する優れた理論ですが、人の手によって長年品種改良されてきた園芸植物には、ABCモデルだけでは説明が困難な形の花がたくさんあります。例えば、スイセンの花のラッパの部分のように、花びらの内側に別の花びら状のものが作られたり、ペチュニアの八重の花のように、雄しべが花弁に変化せずに、雄しべ、花弁ともに数が増えているものなどがよい例です。

当研究所では、植物ホルモンのひとつであるサイトカイニンを植物に与えることで、スイセンのラッパやペチュニアの八重と同じ構造の花ができることを見いだしており、植物ホルモンが花の形の決定に重要な役割を果たすことが分かってきています。

「ABCモデル」は花の形の基本ですが、それを超えたところで多様な花を咲かせているのが、園芸植物のすごいところです。今後、この分野の研究を進めることで、花の世界がより豊かになることを願っています。



花の構造と働いている遺伝子との関係（ABCモデル）

花の香りの楽しみ方

花き品質解析研究チーム 大久保直美

皆さんは花を買うとき、色や形で選ぶことが多いと思いますが、香りはどうでしょうか。手に取って何となく鼻を近づけ、香りがかぐことも多いのではないのでしょうか。そんなとき、「何となく」では香りが感じられないことがあります。ほとんどの花からは香り成分が発散されていますので、意識してかぐと、普段はにおいの感じられない花からも香りを感じることができます。

新年には、玄関にキクや松などを生けられたことでしょう。キクのスーッとした清々しい香りは、年明けにふさわしい新鮮さ、和の雰囲気を出します。玄関は寒いので、キクの香りに気がつかないこともあるかもしれません。鉢花としてシクラメンを飾っている方も多いことと思います。「シクラメンのかほり」という歌がはやった割には、ほこりっぽい香りがするばかりで香る品種が少なかった花ですが、最近は良い香りのする品種も出ています。お花屋さんの店頭で香りシクラメンを見つけたら、是非、かいでみてください。花らしい優しいにおいがします。香りが少ないように感じられたら、花を両手で包み込むように温めると、香りが立ちます。

この時期を彩るツバキは香りのない花の代表のように思われていますが、案外香る品種も多く存在しています。ヤブツバキの赤い花に顔を寄せ、手で温めながらかぐと、ほのかに軽い香りがします。花き研究所では、芳香性のツバキ品種「姫の

香」を育成しています。これはツバキ属の中でもっとも強い香りを持つヒメサザンカを親としていますので、ヤブツバキとは異なる華やかな香りがします。

2月になると春を告げるウメが咲き、甘く清楚な香りを漂わせます。スイセンも咲き出しますね。春めいた日には、スイセンの咲いている日だまりは、清らかな甘い香りです。

花の香りはたくさんの化合物から構成されています。キクの香り、シクラメンの香り、ツバキの香りといった決まった成分があるのではなく、性質の異なるさまざまな揮発成分が集まって特徴のある香りとなるのです。あまりにおわないように感じられる花でも、暖かい場所ではむしろ香ることがあります。スイセンの切り花などは、暖かい室内に置くと、時として息苦しくなるくらいです。これは、屋外の低い温度では花の中にとどまっていた成分が、温度が高くなることで発散されるからです。香り成分の組成が、屋外と室内では変わってしまうのです。花の香りを存分に楽しみたい方は暖かい室内で、漂う程度を好まれる方は、玄関や洗面所など温度の低い場所に飾るといいかと思います。

花の香りの成分には、記憶力を向上させる効果があるという報告もあります。これからの受験シーズン、好きな花を勉強部屋などにも飾ってみてください。



芳香性ツバキ「姫の香」



4. 切り花の花持ちを良くする

エチレンと花卉の老化

花き品質解析研究チーム 渋谷 健市

花にはいつまでもきれいに咲いてほしいと思うものですが、どんな花でもいつかはしおれてしまいます。私たちは、この花(花卉)のしおれを人間の場合と同じように老化と呼んでいます。老化というとあまり良いイメージはありませんが、花は多くの場合、仕方なく老化していくわけではありません。自ら積極的に、しおれていくのです。

ここで、植物における花の役割を考えてみましょう。花は生殖器官であり、受粉して種子を作るのが最大の使命です。私たちが見てきれいだと思う花の多くは、花粉を運んでくれる昆虫などを引き寄せるために、花卉を多様に進化させてきました。花卉が受粉のためのものであるということは、裏を返せば、受粉してしまえばお役御免ということになります。受粉後も用済みの花卉を維持するのは、植物にとっては無駄なことです。そこで、植物は、受粉(受精)が完了すると積極的に花卉をしおれさせる仕組みを発達させてきたと考えられています。

例えば、ペチュニアやランなどの花は、受粉すると、まず雌しべで、次いで花卉でエチレンという気体状の植物ホルモンを生成します。このエチレンには、花卉や葉の老化を促進する効果があ

り、花卉はこのエチレンに反応してしおれていきます。つまり、受粉の成功をエチレンを介して花卉に知らせて、老化を誘導しているのです。受粉できなかった花もいずれはしおれます。カーネーションの切り花は、受粉しなければ、通常一週間ほどは日持ちしますが、ある時点を過ぎると、急にエチレンの生成を開始して、しおれてしまいます。花の老化は初めからプログラムされている現象であると言えるでしょう。

写真は開花後2日目のペチュニアの花の様子です。ペチュニアの花卉は、受粉によってしおれが誘導されます。左が受粉していない花で、右が満開時に受粉した花。ペチュニア(写真の品種はミッチェル)では、受粉しない場合、開花後6日間ほどは花卉のしおれが認められませんが、受粉するとおよそ2日後には花卉がしおれます。

ただし、すべての植物の花卉のしおれにエチレンが関与しているわけではありませんし、サクラやツバキのように、しおれずに花卉を落とす花もあります。私たちは、さまざまな花の老化のメカニズムを解析することにより、それぞれの花にあった日持ちを延長させる技術の開発を目指しています。



受粉していない花



受粉後2日目の花

ペチュニアの花卉は受粉によってしおれが誘導される

花びらが落ちる仕組み

新形質花き開発研究チーム 棚瀬 幸司

花には、花弁（花びら）が桜のように落ちるものと、カーネーションのように萎れるものの2種類があります。花弁が落ちる花では、植物自身が「もう花弁は必要ないな」と判断すると、離層という、花弁を切り離すための細胞層を作って花弁を切り離します。その仕組みについては良く分かっていないことも多いのですが、ここでは私たちが研究しているデルフィニウム（写真）を題材にして、その仕組みの一部をご紹介します。

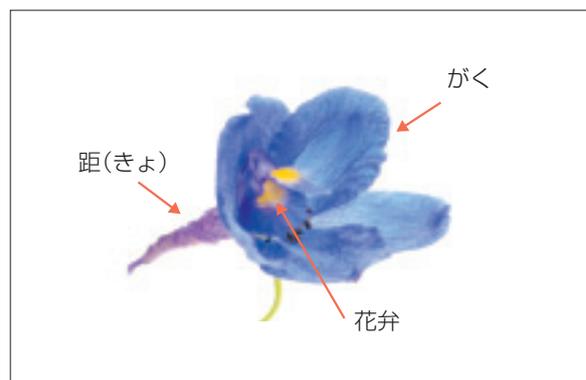
デルフィニウムは、鮮やかな青色の大きな花穂が特徴的な花です。英語名は、その形がイルカ（ドルフィン）を連想させるために付いたといわれています。日本では、ツバメに似ているとして大飛燕草とも呼ばれています。デルフィニウムは1本の花茎にたくさんの花をつけ、下から順番に咲いていきます。最近では、枝分かれして広がって咲く品種も人気が出ています。また、草丈を低くしたわい性品種もあり、これらは鉢花として人気があります。

デルフィニウムの花のいちばん目立つ部分は、実は花弁ではなく、がく（萼）です。花弁は内側で目のような丸い形をしています（写真右）。ここでは話が複雑になるので、花弁もがくも花弁として話を進めます。

デルフィニウムは切り花にすると数日で花弁が落ちてしまいます。これはエチレンと呼ばれる老

化ホルモンが発生するためです。植物はエチレンを受け取り、エチレンが来たという情報を伝えることによって、花弁の付け根の花托に離層細胞を形成し、花弁を落とします。最近では、エチレンの作用を妨げるチオ硫酸銀錯塩（STS）という薬剤を茎から吸収させて、切り花を長く楽しむことができるようになりました。

私たちは、花弁が落ちる仕組みを研究する一方で、花弁が落ちにくいデルフィニウムの育成も進めています。これまでに、花弁が落ちにくい性質を持つ系統を見つけ、これは植物がエチレンを受け取る過程に異常があることも明らかにしてきました。近い将来、STSのような薬剤を使わなくても花弁が落ちないデルフィニウムを、皆様のご家庭に届けられるかもしれません。



デルフィニウムの小花



デルフィニウム

長持ちするカーネーションの新品種

新形質花き開発研究チーム 小野崎 隆

「花の命は短くて」といわれるように、一般に花の寿命は長いものではありません。しかし、花を買い求める消費者からは、少しでも長持ちする花をという要望が多く寄せられます。花の商品価値を高める上で、花持ち性は重要な特性です。

エチレンは気体の植物ホルモンであり、植物の成熟や老化を促進する作用を持つことが知られています。切り花の中には、エチレンにより老化が促進されて、花がしおれたり、つぼみや花が落ちてしまう種類の花が多く存在し、このような種類の花を「エチレン感受性花き」と呼びます。

カーネーションは代表的なエチレン感受性花きであり、カーネーション切り花の老化にエチレンは深く関与しています。このため、エチレンの老化作用を防止する目的で、チオ硫酸銀錯塩（STS）などの品質保持剤で処理することにより、花持ちの延長が図られています。しかし一方で、品質保持剤による環境汚染などの問題も指摘されています。

そこで、当研究所では品質保持剤処理に頼るのではなく、遺伝的に花持ちの優れるカーネーション品種の育成を試みました。新品種「ミラクル

ルーージュ」、「ミラクルシンフォニー」は、1992年から約10年間にわたり、交雑実生の切り花の花持ち日数を指標とした選抜とその選抜系統間での交配を数世代にわたり繰り返し、開発されました。最大の特徴は、優れた花持ち性です。これら2品種の花持ちは、気温23℃、湿度70%の環境下で約18～21日と、シム系品種「ホワイトシム」の約3倍の日数を示します。老化時のエチレン生成は、花卉、雌ずいとも全期間を通じて極めて低レベルであり、通常の種類で花卉の老化が始まる時に起こるエチレン生成量の急激な上昇が全くみられません。

老化を促進するエチレンの生合成がほぼ完全に止まっており、エチレンが花からほとんど生成されないために、優れた花持ちになると考えられます。「ミラクルルーージュ」はシックな落ち着いた赤色の単色花、「ミラクルシンフォニー」は白に赤の条斑の入る複色花です。今年の6月から一般農家での栽培が始まったところです。来年の「母の日」には一般の花屋さんの店頭にも並ぶ予定です。



「ミラクルルーージュ」の優れた花持ち性

蒸留水に切り花を挿し、気温23℃、湿度70%の条件で18日目
「ノラ」(左)、「ミラクルルーージュ」(中央)、「ホワイトシム」(右)

花持ちを良くする品質保持剤

花き品質解析研究チーム 市村 一雄

切り花の花持ちが低下する原因は、エチレンの作用による花弁の萎れ、生け水中の細菌増殖による導管の詰まり、エネルギー源としての糖質不足などさまざまです。切り花の花持ちを延ばすために使用される薬剤を、品質保持剤あるいは鮮度保持剤と呼びます。品質保持剤には、生産農家が出荷前に用いる前処理剤、バケツ輸送中に用いる輸送用処理剤、さらには消費者が用いる後処理剤に大別することができます。

前処理剤は、生産農家が切り花を収穫後、出荷するまでの短期間処理をする薬剤です。処理時間は数時間から1日程度です。花の種類により効果のある薬剤は異なるため、花のタイプに応じていくつかの前処理剤が市販されています。カーネーションやスイートピーなどのエチレンに弱い花きに対しては、エチレンの働きを抑える薬剤であるチオ硫酸銀錯塩(STS)が効果的です。この処理により、カーネーションでは花持ちを2～3倍程度延ばすことができます。

切り花の輸送は、段ボール箱に詰め、水を与え

ずに輸送する乾式輸送が一般的ですが、最近の水を入れたバケツに切り花を挿しながら輸送するバケツ輸送が増えています。輸送用処理剤は、このバケツ輸送の際に用いる品質保持剤です。主成分は抗菌剤で、輸送中における生け水中の細菌増殖を抑えることが目的です。

後処理剤の主成分は糖質と抗菌剤です。糖質を含むことからフラワーフードと呼ぶこともあります。切られた花は光合成により糖質をつくるのがほとんどできないため、花弁中の貯蔵糖質が徐々に減少します。従ってこの段階の処理剤は、糖質を供給することと細菌の増殖を抑えるために使用されます。つぼみが開花する過程では多量のエネルギーを必要とします。そのため、つぼみ段階で収穫するバラや、つぼみが多数存在するトルコギキョウなどでは、後処理剤により花持ちを著しく延ばすことができます(写真)。この後処理剤処理には、つぼみを開かせるだけでなく、色つきをよくする効果もあります。



バラ切り花の花持ちに及ぼす後処理剤の効果

後処理剤の主成分はブドウ糖と抗菌剤
左：水処理、右：後処理剤処理（いずれも処理開始後15日目）

切り花のバケット低温輸送

花き品質解析研究チーム 湯本 弘子

切り花は産地から市場に運ばれ、そこで競りに掛けられ小売店から消費者の手に届きます。日本は産地と市場間の距離が遠いことが多く、輸送に時間がかかります。そのため、輸送の仕方によっては、せっかく高品質の切り花を生産し、出荷したにもかかわらず、市場到着後切り花の品質が低下するおそれがあります。

切り花の輸送形態として、乾式輸送と湿式輸送があります。乾式輸送とは切り花を横置きの段ボール箱に入れて輸送する方法です。日本では多くの切り花はこの方法で輸送されています。乾式輸送では、輸送中は切り花への水の供給が絶たれることとなります。そのため、バラやシュッコンカスミソウでは、花持ちが短くなる場合があります。一方、湿式輸送は切り花に水を供給しながら輸送する方法です。水を切らさずに輸送することから、高鮮度な切り花を市場に供給できます。そのため、年々湿式輸送での切り花の流通量が増加しています。

湿式輸送の中で水を入れたバケツに切り花を挿して輸送する方法を、バケツ輸送と呼びます。他にもゲル状の給水資材に茎を挿す方法もあります。現在さまざまなバケツ型の容器が使用されています。使い捨ての容器の場合は、縦置きで段ボール箱に入れられて輸送されます。再利用できるプラスチック容器を利用する場合は、外から花の状態を確認できるという利点があります。さらに、廃棄段ボールが発生せず環境負荷の軽減につながります。

バケツ輸送では、輸送中の温度が高いと開花が進み、かえって切り花の品質が低下するおそれがあるため、通常は低温で輸送します。またバケツに入れる溶液は、輸送中にバクテリアの発生を抑制するため抗菌剤入りの水を用いる必要があります。現在、糖と抗菌剤入りのバケツ溶液を用いることにより、輸送中に切り花の品質保持効果を高める研究を行っています。さらに花持ちの良い切り花の供給に、つなげたいと考えています。

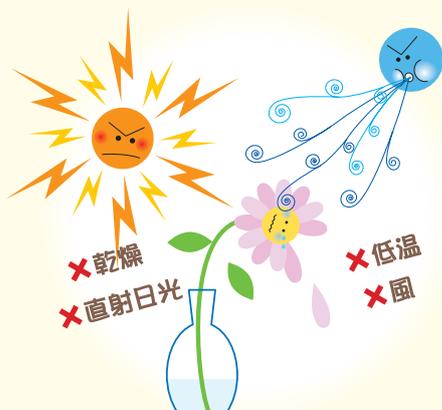


バケツ輸送では、再利用できるバケツ型容器のELFバケツなどが用いられます

切り花を長持ちさせる三原則

その1 水を汚れにくくして、いつも清潔に

花瓶はよく洗い、清潔なものを使用します。
購入したときは、必ず切り戻しをして下さい。
水はこまめに換え、切り口を常に新しくするため、
ときどき切り戻します。
花瓶に生ける切り花の本数は、できる限り少なくし、
葉の枚数は極力少なくします。



その2 観賞する環境を考える

切り花は直射日光の当たらない涼しい環境に置きます。
ただし、冬の玄関先のようにあまりに寒すぎると、
バラのような花は咲きにくくなります。
あまり乾燥し過ぎず、また風も当たらないような環境が
好適です。
常に光が当たる条件下では水あげが悪化します。

その3 品質保持剤を使用する

品質保持剤(フラワーフード)を説明書どおりに希釈して使用
します。
生け水がよほど濁らなければ水換えと切り戻しは不要です。
品質保持剤が手に入らなければ砂糖と漂白剤で品質保持剤の
代用にもできます。
(生け水100ccあたり砂糖は小さじ1杯(1~2g程度)、
漂白剤は2、3滴入れます。)
ただし硬貨と中性洗剤を入れても花持ちを延ばす効果は
期待できません。



植物と二酸化炭素

生育開花調節研究チーム 牛尾亜由子

植物と二酸化炭素には深い関わりがあります。植物は太陽の光エネルギーを利用して大気中の二酸化炭素から糖やデンプンを合成します。これが光合成です。また、光合成反応の過程で、同時に酸素を発生します。植物の葉は光合成によって二酸化炭素を吸収し、酸素を発生しているのです。

46億年前の地球誕生のとき、大気のほぼ100%を二酸化炭素が占めていて、酸素は存在しませんでした。進化の歴史の中で、海の中に光合成を行うラン藻が出現し、酸素を大気中に放出するようになりました。やがて陸上植物が出現し、その光合成によって大気中の二酸化炭素は減少し、酸素は増えていきました。植物の力が地球上に酸素を生み出し、私たちヒトの住める星に変えたのです。しかし現在では、人間の産業活動や生活から排出される膨大な量の二酸化炭素により、大気中の二酸化炭素濃度が上昇し、地球温暖化が進行しています。これを食い止めるため、二酸化炭素を吸収する植物のはたらきに期待が寄せられています。

環境との関わりだけでなく、植物の光合成は食料を生み出す源でもあります。二酸化炭素を材料

に合成される糖やデンプンは、植物が生長するためのエネルギーとなり、食物連鎖の出発点となります。食料となるイネや野菜はもちろん、私たちの生活に潤いを与える花も、光合成を行っています。

野菜や花を栽培する温室では、光合成を促進して生育量を増やす目的で、二酸化炭素施用が行われることもあります。温室の中に二酸化炭素ガスを人工的に流し込み、二酸化炭素濃度を上昇させる方法です。光合成の材料となる二酸化炭素が豊富になり、十分な光があれば植物は活発に光合成を行います。多くの温室栽培作物において、二酸化炭素施用によって収量が増え、品質が良くなることが知られています。

花き研究所では、暖房のための石油燃焼によって排出された二酸化炭素を特殊なセラミック資材に吸着し、昼間の光合成にあわせて温室内へ放出させる、新たな二酸化炭素施用装置の開発に取り組んでいます。地球温暖化の原因物質である二酸化炭素を植物の栽培に積極的に利用するシステムです。この装置の開発にはまだ多くの課題が残りますが、環境に優しく、花や野菜がぐんぐん育つ装置を作り上げたいと考えています。



二酸化炭素施用を行って栽培しているバラ温室

花の病気

生育開花調節研究チーム 伊藤 陽子

花に限らず植物も、私たちと同じように病気になります。病気になった植物は色が悪くなったり、斑点ができたり、葉が枯れ落ちたり、花が咲かなくなったり、時には株全体が枯れてしまいます。病気になると市場に出回らないので、花屋さんの店先ではほとんど見かけませんが、花壇や庭に植えてある草花では結構見つかります。

春から梅雨時にかけては、病気のために妙な格好になる花や木が目につく時期です。お花見の時期、満開の桜の中に、細かい枝が密集し、そこだけ花がなかったり早々と葉が出ていたりしているものがあつたら、これは天狗巣病という病気です。タフリナという菌によって引き起こされる病気で、まるで鳥の巣のようになった枝を「天狗の巣」と名付けたのが日本、同じものを西洋では「魔女の巣 (Witches' broom)」といいます。

また、梅雨の頃になるとツツジやサツキ、ツバキなどの葉がぷっくりと膨れているものが見られます (写真左)。これはもち病といって、エクソバシディウムという菌によって引き起こされま

す。葉の一部がもちを焼いたようにふくれるので「モチ」病と名付けられました。「うどんこ病 (写真右)」は白い粉状の病原菌が葉や茎、花びらの表面にたくさん付き、まさしく「うどん粉」に見えますし、「さび病」はオレンジ色の粉が植物の表層から吹き出して見え、サビ落とししたくなります。どれも人には無害ですので、安心して探してみてください。

花の病気で世界的に有名なものは、十七世紀のオランダのチューリップでしょう。チューリップの花びらに珍しい模様が出たのですが、その珍しさから一大ブームが起こり、球根が同じ重さの黄金と取引されたほどです。ところが、この花びらの模様はウイルス病によるもので、そのため、高いお金を払った球根をいざ植えてみると花が咲かなかつたり、枯れたりしてしまいました。球根を増やして大もうけ、と思った人も少なくなく、おかげで破産する人まで出る騒ぎになりました。ずいぶんと罪作りの花の病気もあつたものですね。



ツツジもち病



バラうどんこ病

ウイロイド～最小の病原体～

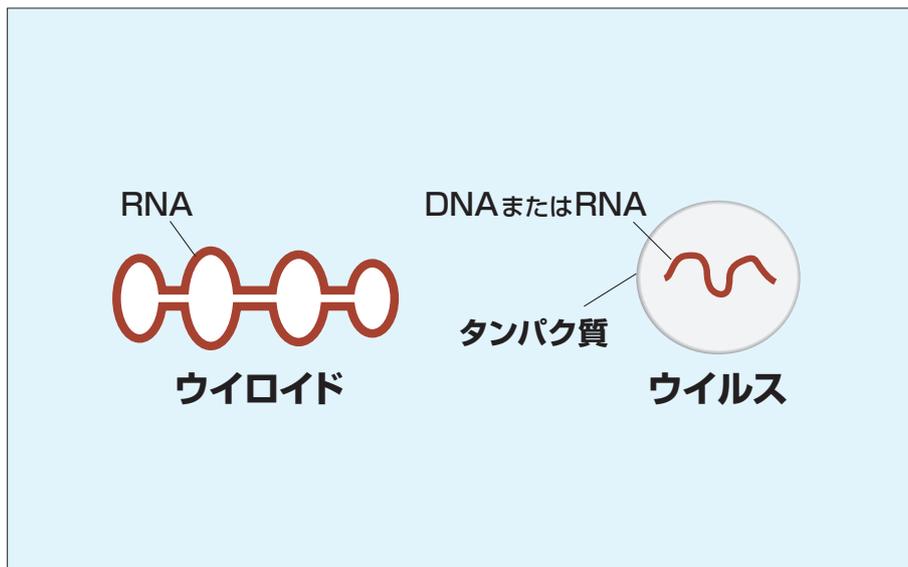
生育開花調節研究チーム 松下 陽介

動物や植物の病気の原因となるものとして、カビ、細菌、ウイルスなどがあります。その中でウイルスはとても小さいもので、普通の顕微鏡で見ることはできません。大きさはナノメートルの単位です。ウイルスは、タンパク質の殻の中にDNAあるいはRNAを持っています。DNAやRNAは塩基、糖、リン酸からなる生体物質で、それぞれが遺伝情報を持っています。DNAやRNAの中には、ウイルスが増殖するために必要なタンパク質の情報が入っています。

世の中には、この小さなウイルスよりもさらに小さな病原体があります。それはウイロイド（ウイルスもどき）というもので、ほとんどの方は耳にしたことがないと思います。ウイロイドは、これまで知られている中では最小の病原体です。ウイルスのようにタンパク質の殻を持っておらず、RNAのみで構成されています。また、このRNA自体にはタンパク質の情報は何も入っていません。そのため、ウイロイドは感染した植物の細胞のタンパク質などを材料に使って増殖します。

このウイロイドは現在40種類ほどあり、ジャガイモ、トマト、カンキツ類、リンゴ、キクなどに感染し、病気を引き起こします。動物に感染するものはまだ知られていません。私たちの研究室ではキクのウイロイドの研究を行っています。キクにこのウイロイドが感染すると、キクの草丈が短くなってしまいます。このようなキクは売り物にならないので、農家の方々は非常に困っています。残念ながら、このウイロイドに感染しないキクや感染しても短くならないようなキクは、今のところまだ見つかっていません。私たちはそのようなキクを探索中です。

また、どうしてこのような小さなものが植物の中で増殖して、病気を引き起こすのでしょうか？現在ではそれを調べるために、ウイロイドを人工的に試験管の中で合成する技術を使います。人工合成したウイロイドを植物に接種すると、自然界のウイロイドと同じものが増殖し、病気を引き起こします。これらの技術を使って最近では、徐々にウイロイドの謎が解明されつつあります。



ウイロイド・ウイルスの構造

屋上緑化～都市の冷却化に一役～

生育開花調節研究チーム 道園 美弦

東京などの大都市の中心部はビルや自動車など熱源が多いため、郊外と比較して1年を通じて気温が高くなっています。これをヒートアイランド現象といい、夏期には耐えられないような暑さをもたらしますが、それを緩和する方策の一つが都市緑化です。しかし、都市化の進んだ地域は地価が高く、活用できる土地は多くありません。そこで注目されるのが屋上緑化や壁面緑化です。

東京都では一定面積以上の施設を対象に、ビルを新築したり改築したりする場合に屋上緑化を義務付ける条例が、2001年に定められました。同様の条例を制定する自治体は増えています。屋上緑化では、建築物内部への水や根の進入を防ぐ防水・防根処理を行い、その上に軽量土壌を敷き、芝、多肉植物、樹木、草木などを植え付けます。

屋上緑化のメリットとして、樹木や草花の蒸散作用により周囲の気温を下げる効果のほか、屋内への断熱効果が高いため、エアコン等の電気消費量を減らすという省エネ効果もあげられます。また、ビルを訪れる人のための憩いのスペースとしても活用できます。

建物の冷却効果については、夏の日中にコンクリートの屋上表面は約55℃を示したのに対し、緑化面は約30℃にしかならず、室内温度も緑化ビルの方が1～3℃低かったという測定データがあります。

屋上は地上とは環境条件が大きく異なるため、緑化にはさまざまな工夫が必要です。屋上緑化に適するのは、高温・乾燥・強風に強く、生長が緩やかで、日常的な手入れが要らない植物です。人工軽量土壌工法では土壌の厚みが少ないため、樹木を植える場合は根系が浅く横に広がっているものを選ぶ必要があります。

草屋根の場合は、かん水なしでも生育可能な、乾燥に強いマツバギクやセダムが適しています。荷重制限のある既存の建築物では、少量・軽量の土壌しか敷き詰められないためマット植物が有用です。マット植物とは、深さ数cmの薄層土壌で生育させたグランドカバー植物で、植物の根が互いにかみあい1枚のマットのように取り扱うことができます。薄層土壌ごと敷き込むだけで、写真のような美しい屋上緑化ができあがります。



花でつくったマット植物による屋上緑化
(花き研究所屋上にて)

園芸療法～花を使ったリハビリテーション～

花き品質解析研究チーム 望月 寛子

四季を彩るさまざまな花は、私たちの生活に安らぎや活気を与えてくれます。花き研究所では、花がもたらす心理的効果を医療・福祉で活用する新しい手法を開発しています。

花や野菜を育てる「園芸活動」を通じて心身の健康状態を向上させる試みは古くから存在し、園芸療法として世界中の病院や老人ホームで取り入れられてきました。しかし日本では、指導者や設備不足などにより、限られた施設でしか実践されていません。身体障害や体力低下によって、屋外での園芸活動に参加できない人もたくさんいます。

そこで私たちは、より多くの人に参加できる屋内園芸活動としてフラワーアレンジメントに注目しました。フラワーアレンジメントを用いたリハビリテーション手法（以下、「FAリハ」）を開発し、心や身体、知能に障害をもった人を対象に実施しています。リハビリテーションとは、障害から可能な限り回復させ、残った能力を活かしながら社会復帰を促すことです。FAリハでは吸水させたスポンジに切り花を挿していきます。花を挿す位置や順番をわかりやすく示し、障害者や初心者でも気軽に参加できるよう工夫しました。

写真は、当研究所と共同研究をしている茨城県立医療大学付属病院で心のリハビリテーションを受けている方が、初めてFAリハに挑戦した時の作品です。自分に自信が持てなくて、つい人を頼ってしまいがちでしたが、20分かけて独力で作品を完成させました。同病院では延べ15名を対象にFAリハを実施し、参加した多くの人から「楽しい」、「達成感がある」という感想が聞かれました。リハビリテーションの過程では無気力感や絶望感を抱くこともありますが、このリハビリは楽しい、うれしいといった気持ちを呼び起こすようです。

また参加者の中には、終了後の検査で空間認知能力、記憶能力が向上した方もいました。空間的な配置に気を配りながら、決められた順番で花を挿していくFAリハは、脳の機能の向上にも効果があるのかもしれません。

私たちは、花の新しい活用法や、これまで知られていなかった効果を、心理学・脳科学・精神医学の各分野から実証し、心豊かな生活を実現するために研究を行っています。



フラワーアレンジメント・リハビリテーション
(FAリハ)で作られた作品

2008年2月6日掲載

風変わりな名前の花

研究支援チーム 向井 俊博

花き研究所には花に関するさまざまな問い合わせが寄せられますが、中でも多いのが花の名前に関するものです。

花(植物)の呼び名には、学名、和名、品種名などがあります。学名は世界共通のもので、分類学の祖リンネが提唱した二名法(属名+種小名)に従って、ラテン語で表記されます。例えば、ツバキの学名はカメリア・ジャポニカであり、カメリア(=ツバキ属の意)が属名、ジャポニカ(=日本固有の)が種小名にあたります。和名には、標準和名、一般名、地方名などがあり、植物図鑑で使われているのは標準和名です。品種名は栽培品種に付けられる名前です。花の生産・流通の現場では、混乱を避けるため、標準和名や品種名が使われます。地方名は、花と人とのかかわり合いの中で生まれてきた名ですが、次第に使われなくなっていくのは残念なことです。

花の名には付けられるに至ったさまざまな理由があります。「奇想天外」、「亜阿相界(ああそうかい)」、「地獄の釜の蓋」などの奇妙な名前もあれば、「サギソウ」、「スズムシソウ」、「タイツリソウ」など形から連想したもの、「ヒトリシズカ(一

人静)」、「アツモリソウ(敦盛草)」のような歴史上の人物名由来のもの、「ハンゲショウ(半夏生)」、「セツブンソウ(節分草)」など季節を表すものなど多彩です。

品種数が多いと、新しい名前を付けるのに苦労します。園芸植物の中で品種が飛び抜けて多いのはダリアで、その数は3万とも4万ともいわれていますが、「福は内」、「土俵入り(写真)」、「日曜日」、「浮気心」など変わった名前がたくさんあります。

このようにいろいろと由緒のある花の名前ですが、毎日大切に育てていれば、たとえ名前を知らなくてもきれいな花を咲かせてくれます。ある日、天の啓示か何かのきっかけで大切な花の名前が分かったとき、花との新しい出会いが始まり、新しい生活が生まれます。名前を知りたい大切な花は、知らないままで「出会いの日」を待つのも園芸のひとつの楽しみかも知れません。

しかし、その名前がたとえ「亜阿相界」とか「土俵入り」だったとしても、花を育てる上で水や肥料と同じくらい重要な「大きな包容力」で大切に育ててやれば、きっと花が咲く頃には名前にも慣れていきます。



ダリア「土俵入り」

あとがき

昨年の7月下旬に、常陽新聞社（土浦市）から依頼がありました。常陽新聞には「ふしぎを追って－研究室の扉を開く」という、つくばの研究機関が交替で受け持つ連載コーナーがあり、そこに「一般市民と花との接点をガイドするような記事を、中学1年生にも伝わるような言葉で書いて欲しい」とのことでした。花あるいは花き研究所について多くの市民に認識して頂く良い機会と考えて、即座にお引き受けしました。

週1回ずつ半年間の掲載となれば、およそ30回分の原稿が必要です。偶然にも、花き研究所には研究員が約30名いますので、一人が1テーマを受け持てば良いこととなります。そこで、各研究員の専門領域から代表的なキーワードを一つずつ選び、それについて解説してもらうことにしました。実験で忙しいのに余計な仕事を増やしてくれるな、という反発も予想していたのですが、意外にも（？）皆さん快く引き受けてくれました。研究者の日常というのは、地味で根気のいる実験や調査の積み重ねなのですが、その反動からか、自分のやっていることを他人に理解してほしいという強い願望があります。今回のキーワード設定は、そうした研究者心理をうまく刺激したようです。

専門的な研究内容を分かりやすく解説するというのは、ある意味では科学論文を書くより難しいものがあります。科学論文の場合は、限定された専門領域の中で新規性や独創性を主張すれば済むのですが、新聞記事ともなると、その現象が生ずるメカニズムや生態学的な意義はもとより、園芸生産との関わりや我々の生活への影響などまでを、分かりやすく解説しなければ興味を持ってもらえません。本冊子の文章がそうした域に達しているかどうかは皆さんの判断にお任せするとして、担当した研究員は原稿執筆にかなりの時間と労力を費やし、その結果、貴重な経験を積んだことは確かです。

でき上がった記事は、執筆者の努力の甲斐もあってなかなか面白く、次週の記事を読むのが楽しみになりました。さらには、もっと大勢の方々にこの記事を読んでもらいたいと感じるようになり、本冊子の取りまとめに至りました。常陽新聞の赤嶺記者には、文章表現等に関して多くの助言を頂きました。記事掲載の機会を与えて下さったことも含めて、改めて感謝の意を表します。

2008年10月

企画管理室長 岡野邦夫

表紙絵の作品紹介

つくば牡丹園主催
写生大会絵画展

茨城放送賞「牡丹」

つくば市立沼崎小学校6年
宮脇晴己さん





花の不思議にせまる



2008年10月31日発行

編集・発行

農研機構 花き研究所

〒305-8519 茨城県つくば市藤本2-1

Tel.029-838-6801(企画管理室)

<http://flower.naro.affrc.go.jp/>

*農研機構とは、「農業・食品産業技術総合研究機構」の略称です。