

第229回くらしの植物苑観察会 2018年4月28日(土)

サクラソウの色素とその遺伝子

水田 大輝 (日本大学 生物資源科学部 生命農学科 専任講師)

日本では、四国と沖縄を除く北海道から九州まで幅広く自生しているサクラソウ (*Primula sieboldii* E. Morren) は、身近な植物として楽しまれてきました。江戸時代から様々な園芸品種が作出され、現在では花の形だけではなく花の色も多様化しています。今回は、サクラソウの花色と色素、そして色素合成に関わる遺伝子のとの関係について紹介します。

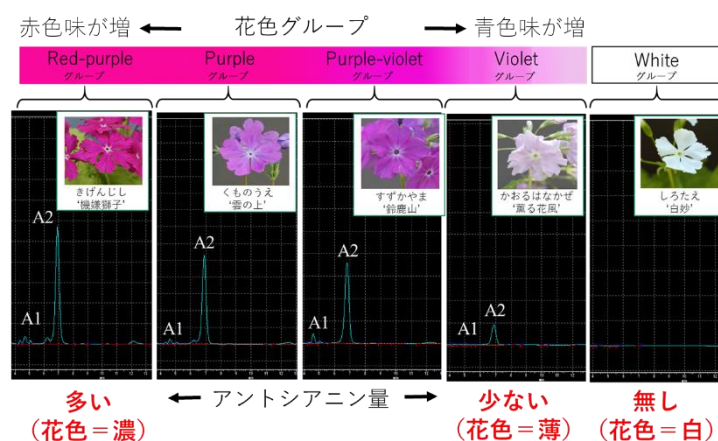
色素の種類

植物に含まれる色素は、大別すると「クロロフィル」、「カロテノイド」、「ベタレイン」、「フラボノイド」の4種類に大別されます。クロロフィルは緑色を、カロテノイドは黄～橙～赤の色を呈し、これらは水に溶けない(脂溶性)色素です。一方、ベタレインは黄～紫の色を、アントシアニンを含むフラボノイドは黄～赤～紫～青の色を呈し、これらは水に溶ける(水溶性)色素です。

これまでの研究により、サクラソウの花弁に含まれる色素はフラボノイド色素で、主に5種類の色素を含んでいることが筑波大学の澤 良 教授らのグループより報告されています。アントシアニン2種類(ペチュニジン配糖体、マルビジン配糖体;有色)、フラボノール2種類(ケンフェロール配糖体×2;薄黄色～無色)および有機酸1種類(無色)です。

花の色と色素の関係

私たちが見ているサクラソウの花の色は、どのように色分けされるのでしょうか。花の色の特定の際、基準となる英国王立園芸協会カラーチャート(RHSCC: Royal Horticultural Society Colour Chart)を用いて、花弁の両面が着色している50以上の園芸品種の花色を評価しました。その結果、花の色は、Red-purple、Purple、Purple-violet、VioletおよびWhiteの5つのグループに分類されました(第1図)。



第1図. 各花色グループに属するサクラソウ園芸品種の花弁におけるアントシアニンのHPLCクロマトグラム

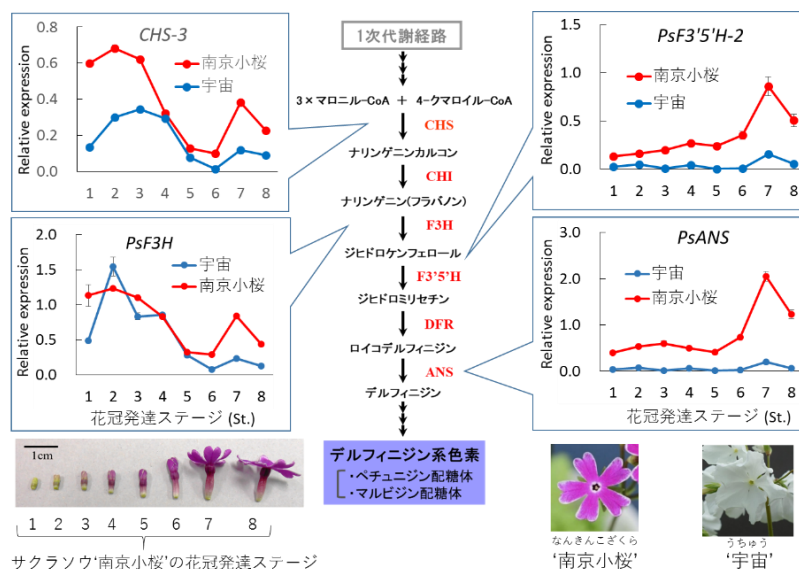
A1=ペチュニジン配糖体、A2=マルビジン配糖体

色素の定性、定量に使われる高速液体クロマトグラフィー(HPLC: High Performance Liquid Chromatography)を用いてアントシアニンを分析したところ、花の色が濃いとピークが大きくなり、薄いとピークが小さくなり、白色花ではピークが検出されませんでした。また、有色花では全ての色のグループで花のアントシアニンの構成は単純かつ同じでした(第1図)。

今回の実験結果から、サクラソウは5つの色のグループに分けられ、アントシアニンを含むと色が現れ（有色花）、含まないと白色花になっていました。有色花では色の濃淡がアントシアニンの含量と相関していましたが、花色（色のグループ）が違ってもアントシアニン色素の構成は全て同じであることが明らかになりました。

色素の合成経路とその遺伝子

これまで述べてきたサクラソウに含まれる主要色素は、フラボノイド合成経路を経て作られています。植物が生きていくのに必要不可欠な一次代謝産物に第2図のような色素合成に関わる酵素が順次触媒して、二次代謝産物であるフラボノイド色素が合成されます。サクラソウの花弁では、各酵素が働いた結果、ケンフェロール（フラボノール）やデルフィニジン系色素（アントシアニン）が作られています。



第2図. リアルタイムPCRを用いた'南京小桜'および'宇宙'の発達ステージ別花弁における色素合成関連遺伝子の発現解析

赤字は以下の酵素を、背景が青色の箇所はアントシアニン（デルフィニジン系色素）を示す。
 CHS：カルコン合成酵素、CHI：カルコン異性化酵素、F3H：フラバノン3-水酸化酵素、F3'5'H：フラボノイド3'5'-水酸化酵素、DFR：ジヒドロフラボノール4-還元酵素、ANS：アントシアニン合成酵素

では、サクラソウのアントシアニンを作る酵素の遺伝子はどのような動きをしているのでしょうか。合成経路の酵素を作る遺伝子の発現の傾向（働き方）を有色花（'南京小桜'）と白色花（'宇宙'）で調べてみました。アントシアニン合成経路上流の遺伝子（CHS、F3H等）は、花冠が着色する発達初期に発現量が多く、下流の遺伝子（F3'5'H、ANS等）は、花冠発達後期の開花時に発現量が増加する傾向が見られました。また、白色花では全ての花冠発達ステージで下流の遺伝子の発現量が少なくなっていました（第2図）。このことから、サクラソウの有色花と白色花は、フラボノイド合成経路の途中までは両方の遺伝子が働き、薄黄色～無色のフラボノール色素をそれぞれ作っているけれども、合成経路の下流の遺伝子は白色花のみ働かないため有色のアントシアニン色素が作られていないと考えられました。

今後は、白色花で合成経路下流の遺伝子がなぜ働かないのか原因を明らかにするため、研究を進める予定です。

.....

次回予告 第230回くらしの植物苑観察会 2018年5月26日（土）

「地衣類って何？」原田 浩（千葉県立中央博物館 主任上席研究員）

13:30~15:30（予定） 苑内休憩所集合 申込不要