

氏名	セト ハカ 瀬戸 花香
本籍（国籍）	神奈川県
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	連研第 835 号
学位授与年月日	令和 5 年 3 月 2 3 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当課程博士
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物生産科学専攻
学位論文題目	サルビア属植物の花色とアントシアニン (Flower colors and their anthocyanins in <i>Salvia</i>)
学位審査委員	主査 岩手大学教授 立澤 文見 副査 岩手大学教授 小森 貞男 副査 弘前大学准教授 本多 和茂 副査 山形大学准教授 鍋島 朋之

論文の内容の要旨

サルビア属植物の花色とアントシアニンの関係を体系的にまとめることを目的とし、サルビア属 23 種 26 品種における花色の測定と粗抽出アントシアニンの分析を行った。それらの中で花壇苗として園芸的価値が高く、一つのシリーズ内で花色の幅が広いサルビア・スプレンドゥス (*Salvia splendens* Sellow ex Schult.) のフラメンコ系品種とサルビア・コクシネア (*Salvia coccinea* Buchholz ex Etl.) のプルコシリーズの 2 種 9 品種において、花卉に含まれるアントシアニンの分析と構造解析を行い、花色とアントシアニンの関係を調査した。さらに、サルビア・スプレンドゥスとサルビア・コクシネアから精製したアントシアニンを標準として、それらを除いた 21 種 17 品種とアントシアニンを比較した。

サルビア属 23 種 26 品種は、RHS.CC により、Red グループが 5 種 7 品種、Red-Purple グループが 1 種 1 品種、Purple グループが 5 種 5 品種、Purple-Violet グループが 1 種、Violet グループが 5 種 3 品種、Violet-Blue グループが 9 種 3 品種、Blue グループが 1 種、Greyed-Red グループが 1 種、Yellow グループが 2 種 1 品種、White グループが 6 種 6 品種に分類された。これらのアントシアニンは、delphinidin, cyanidin, petunidin, pelargonidin, malvidin の 5 種類であった。最も多くの品種に含まれていたのは cyanidin であり、17 種 19 品種から検出された。粗抽出アントシアニンの全体の HPLC 分析の結果では、規則性は見られなかった。

サルビア・スプレンドゥスの‘フラメンコレッド’、‘フラメンコパープル’、およびサルビア・コクシネア‘フジプルコ’の乾燥花卉から主要なアントシ

アニンを経製し、精製アントシアニンの紫外-可視吸収スペクトルの測定、完全加水分解、質量分析、プロトン核磁気共鳴スペクトルの測定により同定した。その結果、‘フラメンコレッド’の主要なアントシアニンは pelargonidin 3-*O*-[6-*O*-(*trans*-caffeoyl)-glucoside]-5-*O*-[6-*O*-(malonyl)-glucoside] (Pg3CaG5MG), pelargonidin 3-*O*-[6-*O*-(*trans*-caffeoyl)-glucoside]-5-*O*-[4,6-di-*O*-(malonyl)-glucoside] (Pg3CaG5diMG), pelargonidin-*O*-[6-*O*-(*trans-p*-coumaroyl)-glucoside]-5-*O*-[6-*O*-(malonyl)-glucoside] (Pg3pCG5MG), pelargonidin 3-*O*-[6-*O*-(*trans-p*-coumaroyl)-glucoside]-5-*O*-[4,6-di-*O*-(malonyl)-glucoside] (Pg3pCG5diMG)であった。‘フラメンコパープル’の主要なアントシアニンは delphinidin 3-*O*-[6-*O*-(*trans*-caffeoyl)-glucoside]-5-*O*-[6-*O*-(malonyl)-glucoside], delphinidin 3-*O*-[6-*O*-(*trans*-caffeoyl)-glucoside]5-*O*-[4,6-di-*O*-(malonyl)-glucoside], delphinidin 3-*O*-[6-*O*-(*trans-p*-coumaroyl)-glucoside]-5-*O*-[6-*O*-(malonyl)-glucoside], および delphinidin 3-*O*-[6-*O*-(*trans-p*-coumaroyl)-glucoside]-5-*O*-[4,6-di-*O*-(malonyl)-glucoside]であった。‘フジプルコ’の主要アントシアニンは、cyanidin 3,5-di-*O*-glucoside, pelargonidin 3,5-di-*O*-glucoside, cyanidin 3-glucoside-5-malonylglucoside および pelargonidin 3-glucoside-5-malonylglucoside と同定され、これら4種類のアントシアニンは、サルビア・コクシネアの園芸品種の花弁に含まれるアントシアニンとしては新たな報告となった (Willstätter・Bolton, 1917; Tomás-Barberánら, 1987; Saito・Harborne, 1992)。

サルビア・スプレンドゥス ‘フラメンコレッド’ とサルビア・コクシネア ‘アカプルコ’ の花色とアントシアニンの比較を行ったところ、花色の値が近く、主要アントシアニンがいずれも Pg3CaG5MG, Pg3CaG5diMG, Pg3pCG5MG, Pg3pCG5diMG であった。‘フラメンコレッド’、‘フラメンコローズ’ および ‘フラメンコサーモン’ におけるアントシアニンの化学構造を比較したところ、‘フラメンコローズ’ では ‘フラメンコレッド’ の主要アントシアニンのうちマロン酸 2 分子が結合した 2 種類のアシル化アントシアニンが含まれず、‘フラメンコサーモン’ では *p*-クマル酸が結合した 2 種類のアシル化アントシアニンが含まれていなかった。また、このとき含有アントシアニン濃度の低下がみられ色調に影響している可能性が考えられた。‘フラメンコレッド’ と ‘フラメンコパープル’ の主要アントシアニンを比較すると、アントシアニジンが ‘フラメンコレッド’ では pelargonidin 系、‘フラメンコパープル’ では delphinidin 系であり、結合する糖や有機酸は同様のものであった。アントシアニジンは、B 環のヒドロキシ化が進行するにつれて青色みを増した色調を発現することから、‘フラメンコレッド’ と ‘フラメンコパープル’ の色調の違いは、主要アントシアニンのアントシアニジン骨格の違いであると考えられた。‘フジプルコ’ は、比較したフラメンコ系品種およびプルコシリーズ内では最も搾汁 pH が高い値であった。また最も b^*/a^* 値が小さく、青色みのある花色であったが、主要アントシアニンは pelargonidin 系と cyanidin 系であり、delphinidin 系アントシアニンが検出されなかった。よって ‘フジプルコ’ の花色は、わずかに高い pH、pelargonidin 型アントシアニンに対する cyanidin 型アントシアニンの増加により、青みの増した色調になったと考えられた。サルビア属 23 種 26 品種のうち、アントシアニンを精製したサルビア・スプレ

ンデンスおよびサルビア・コクシネア園芸品種とそれらを除いたサルビア属 21 種 17 品種で花色とアントシアニンを比較した。花色分布図上で第 1 象限の Red グループの種および品種と近い位置に分布していた‘フラメンコレッド’は、サルビア・エレガンス、サルビア・マイクロフィラ‘ホットリップス’およびサルビア・プラテンシス‘ローズラブソディ’の 1 種 2 品種で Pg3pCG5MG、さらにサルビア・マイクロフィラ‘ホットリップス’で Pg3pCG5diMG のアントシアニンが共通して含まれていたことから、花色とアントシアニンが関連している可能性が考えられた。‘フラメンコパープル’は、花色分布図上では第 4 象限のグループの種及び品種と花色が重なる部分なかったが、アントシアニンでは Dp3pCG5MG が 7 種 4 品種で含まれ、6 種 4 品種で Dp3pCG5diMG が含まれていることが確認された。このことから、‘フラメンコパープル’と共通するアントシアニンがより青色みが強い花色グループの種および品種にも含まれていることが明らかとなった。

論文審査の結果の要旨

サルビア属植物の花色とアントシアニンの関係を品目ごとに体系的にまとめることを目的とし、サルビア属 23 種 26 品種における花色の測定と粗抽出アントシアニンの分析を行った。収集したサルビア属 23 種 26 品種は、王立園芸協会カラーチャート(RHS.CC)により、Red グループが 5 種 7 品種、Red-Purple グループが 1 種 1 品種、Purple グループが 5 種 5 品種、Purple-Violet グループが 1 種、Violet グループが 5 種 3 品種、Violet-Blue グループが 9 種 3 品種、Blue グループが 1 種、Greyed-Red グループが 1 種、Yellow グループが 2 種 1 品種、White グループが 6 種 6 品種に分類された。これらのアントシアニジンは、delphinidin, cyanidin, pelargonidin, petunidin, malvidin の 5 種類であった。最も多くの品種に含まれていたのは cyanidin であり、28 品目から検出された。

アントシアニンの同定の結果、*Salvia splendens* ‘フラメンコレッド’から pelargonidin 3-O-[6-O-(trans-caffeoyl)-glucoside]-5-O-[6-O-(malonyl)-glucoside], pelargonidin 3-O-[6-O-(trans-caffeoyl)-glucoside]-5-O-[4,6-di-O-(malonyl)-glucoside], pelargonidin 3-O-[6-O-(trans-p-coumaroyl)-glucoside]-5-O-[6-O-(malonyl)-glucoside] および pelargonidin 3-O-[6-O-(trans-p-coumaroyl)-glucoside]-5-O-[4,6-di-O-(malonyl)-glucoside]が、*S. splendens* ‘フラメンコパープル’から delphinidin 3-O-[6-O-(trans-caffeoyl)-glucoside]-5-O-[6-O-(malonyl)-glucoside], delphinidin 3-O-[6-O-(trans-caffeoyl)-glucoside]-5-O-[4,6-di-O-(malonyl)-glucoside], delphinidin 3-O-[6-O-(trans-p-coumaroyl)-glucoside]-5-O-[6-O-(malonyl)-glucoside], および delphinidin 3-O-[6-O-(trans-p-coumaroyl)-glucoside]-5-O-[4,6-di-O-(malonyl)-glucoside]が同定された。さらに *S. coccinea* プルコシリーズから cyanidin 3,5-di-O-glucoside, pelargonidin 3,5-di-O-glucoside, cyanidin 3-glucoside-5-malonylglucoside および pelargonidin 3-glucoside-5-malonylglucoside が同定された。*S. splendens* と *S. coccinea* 以外の品目における粗抽出アントシアニンの HPLC の結果では、グループごとの色素の規則性は見られなかったが、*S. splendens* ‘フラメンコレッド’で同定したアントシアニンが含まれる種および品種が 1 種 2

品種, *S.splendens* ‘フラメンコパープル’ で同定したアントシアニンが含まれる品種が 7 種 4 品種あることが分かった. これらの結果をもとに *S.splendens* と *S. coccinea* 以外の種においても新たな花色の導入品種の育成が期待できると考えられた.

これらの成果は, サルビア園芸品種の新花色品種育成のための基本情報として重要であり, 新品種の育種に与えるインパクト, メリットは非常には大きいと考えられる.

以上より, 本審査委員会は, 「岩手大学大学院連合農学研究科博士学位論文審査基準」に則り審査した結果, 本論文を博士 (農学) の学位論文として十分価値のあるものと認めた.

学位論文の基礎となる学術論文

瀬戸花香・笹木 悟・本多和茂・小森貞男・立澤文見 (2022)

サルビア・スプレンドENSおよびサルビア・コクシネア園芸品種
の花色とアントシアニン

園芸学研究 21(4) : 413-423