

博士論文要約 (Summary)

2020 年 4 月入学

連合農学研究科 生物生産科学 専攻

氏 名 瀬戸 花香

タイトル	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>
<p data-bbox="231 667 464 701">「緒言および目的」</p> <p data-bbox="212 705 1382 1205">シソ科 (<i>Lamiaceae</i>) サルビア属 (<i>Salvia</i>) は、オーストラリアを除く亜熱帯から熱帯、温帯地域にかけて約 900 種が分布している (西川, 2001)。一・二年草、落葉および常緑宿根草、低木、また根茎や塊茎など、多様な形態の種が存在し、葉や花などに芳香をもつ種もある。属名のサルビアはラテン語の <i>salvare</i> (癒す, 救う) や <i>salvus</i> (無傷, 健康) などに由来している (Clebsch, 2008)。園芸的な用途では、古くから薬用や観賞用として利用されており、薬用目的では古代ギリシャや古代ローマの時代、観賞目的ではイギリスで産業革命の時代から普及し、栽培されている (西村, 2008)。観賞用のサルビア属植物は、花壇苗として広く普及しているサルビア・スプレンドゥス (<i>Salvia splendens</i> Sellow ex Schult.) だけでなく、サルビア・コクシネア (<i>S. coccinea</i> Buc' hoz ex Etl.), サルビア・ファリナセア (<i>S. farinacea</i> Benth.), サルビア・ガラニチカ (<i>S. guaranitica</i> A.St.-Hil. Ex Benth.), サルビア・レウカンサ (<i>S. leucantha</i> Cav.) など様々な種の苗や種子が市販されている。また、近年それらの園芸品種や種間交雑種も育成され始めており、花色や草姿の幅広いバリエーションが作出できることから、園芸的価値が高いといえる。</p> <p data-bbox="212 1209 1382 1668">サルビア属植物のアントシアニンの研究の歴史は古く、1917 年に Willstätter と Bolton によってサルビア・スプレンドゥスの赤色花に含まれるアントシアニンが報告されている。Tomás-Barberán ら (1987) は、サルビア・スプレンドゥスの赤色品種とサルビア・コクシネアのアントシアニンを比較し、pelargonidin 3-caffeoylglucoside-5-dimalonylglucoside と pelargonidin 3-<i>p</i>-coumaroylglucoside-5-dimalonylglucoside が 2 種のサルビアに共通して含まれていたことを報告している。Kondo ら (1989) は、サルビア・スプレンドゥスの赤色花に加えて紫色花、さらにサルビア・ファリナセアのアントシアニンを分析し、比較した結果を報告している。また、サルビア属植物の中には、アントシアニンとフラボン、金属による複合体を形成することによって青みの強い花色を形成する種が存在しており、サルビア・パテンス (<i>S. patens</i> Cav.) (Takeda ら, 1994) やサルビア・ウリギノーサ (<i>S. uliginosa</i> Benth.) (Ishikawa ら, 1999 ; Mori ら, 2008) などではアントシアニンとフラボン、マグネシウムによる複雑な複合体の構造の解析が行われ、報告されている。</p> <p data-bbox="212 1673 1382 1980">花きの品種の育成において、花色は重要な要素のひとつである。花色素の研究成果を基に新たな花色の品種を育成するためには、主要な色素に限らず微量な色素も含めた花色素の組成を明らかにすることや、異なる種や品種の比較だけでなく、一つの品目内での花色分布に影響する色素を調査する必要がある。本研究では、市販の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および粗抽出アントシアニンの分析を行った。それらの中でも主に夏用花壇苗として人気があり、シリーズ内で花色の幅が広く、園芸的に価値が高いと考えられるサルビア・スプレンドゥスのフラメンコ系品種と</p>	

サルビア・コクシネアのプルコシリーズにおいて、花卉に含まれるアントシアニンの分析と精製を行い、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・スプレンドゥスおよびサルビア・コクシネア園芸品種から精製したアントシアニンを標品としてそれらを除いたサルビア属 21 種 17 品種の粗抽出アントシアニンを比較し、収集したサルビア属植物全体での花色とアントシアニンの関係について検討した。

「材料および方法」

○材料

サルビア属 23 種 26 品種のうち、21 種 17 品種の苗を（有）おぎはら植物園、（株）エム・アンド・ビー・フローラ、DCM ホーマック（株）から購入して栽培し、実験に用いた。また、サルビア・スプレンドゥスのフラメンコ系品種‘フラメンコレッド’と‘フラメンコパープル’を各 100 株、‘フラメンコサーモン’、‘フラメンコローズ’および‘フラメンコホワイト’を各 10 株、サルビア・コクシネアのプルコシリーズ‘アカプルコ’、‘サクラプルコ’、‘フジプルコ’、‘ユキプルコ’（タキイ種苗（株））を各 6 株ずつ計 2 種 9 品種栽培し、実験に用いた。

栽培は、2018 年 4 月から 2022 年 9 月まで岩手大学加温ガラス室内および西下台研究圃場で行った。開花したものから順に標本を作製し、岩手大学ミュージアム（IUM）で標本番号を取得した。実験に用いる花卉は、退色を防止するため 45℃の通風乾燥機で 24 時間十分に乾燥させ、密封可能なポリ袋に入れて-20℃の冷凍庫内で保存した。分析用の花卉は、各種及び品種をそれぞれ乾燥重で 20 g ずつに分け、冷凍保存した。アントシアニンの精製の乾燥花卉は、‘フラメンコレッド’を 350 g、‘フラメンコパープル’を 200 g、‘フジプルコ’を 70 g 作成した。

○方法

本研究では、はじめにサルビア属 23 種 26 品種の花色の測定と粗抽出アントシアニンの分析を行った。次に、それらの中で最も園芸品種化が進んでおり、花色の種類が多いサルビア・スプレンドゥスおよびサルビア・コクシネア園芸品種のアントシアニンを精製し、シリーズ内での花色とアントシアニンの関係を調査した。最後に、サルビア・スプレンドゥスおよびサルビア・コクシネア園芸品種から精製したアントシアニンを標準としてサルビア・スプレンドゥスおよびサルビア・コクシネア園芸品種を除いたサルビア属 21 種 17 品種の粗抽出アントシアニンを比較分析し、本研究で収集したサルビア属植物全体での花色とアントシアニンの関係を検討した。

「結果および考察」

1) サルビア属 23 種 26 品種の花色とアントシアニン

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）との比色により、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。これらの種および品種を加水分解し、アントシアニンを分析したところ、delphinidin, cyanidin, petunidin, pelargonidin, malvidin の 5 種類が検出された。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 HPLC 分析の結果、サルビア属 23 種 26 品種全体での規則性は見られなかった。

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

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‘フジブルコ’の乾燥花卉から主要なアントシアニンを精製した。精製アントシアニンは完全加水分解，薄層クロマトグラフィー（TLC），質量分析，プロトン核磁気共鳴スペクトルの測定，紫外-可視吸収スペクトルの測定と解析によって同定した。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。‘フジブルコ’の主要なアントシアニンは， 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，花色の測定値が近く，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’間の色調の違いは，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。‘フジブルコ’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‘フジブルコ’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。

3) サルビア・スプレンドゥスおよびサルビア・コクシネア園芸品種とサルビア属 21 種 17 品種の花色とアントシアニン

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’から精製したアントシアニンとサルビア・スプレンドゥスおよびサルビア・コクシネア園芸品種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 3 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がなかったが、アントシアニンでは Dp3pCG5MG が 10 種 5 品種で含まれ、7 種 2 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。

「上記の構成は、一例ですので博士論文の構成スタイルに合わせて、必要に応じ変更して記載してください。」

その他の例：第 1 章、第 2 章、第 3 章などの各章ごとに短くまとめる。

序論、本論、結論などの各段落ごとに短くまとめる。

※注 1 博士論文要約はインターネットの利用により公表されるので、記載内容については十分注意してください。

※注 2 公表できない「やむを得ない事由」(特許、知的財産等に係る部分)は記載しないでください。

※注 3 全体で 4 頁～5 頁程度を目処にしてください。