

氏名（本籍）	柳下 良美 （ 神奈川県 ）
学位の種類	博 士（ 農学 ）
学位記番号	博 甲 第 6968 号
学位授与年月日	平成26年 3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	スイートピーの花色模様の遺伝様式と黄色の発現機構に関する研究

主査	筑波大学准教授（連係大学院）	農学博士	中山真義
副査	筑波大学教授（連係大学院）	博士（農学）	大宮あけみ
副査	筑波大学教授（連係大学院）	博士（農学）	西島隆明
副査	筑波大学教授	博士（理学）	菅谷純子

論 文 の 要 旨

スイートピーは日本では冬から春期に出荷される主要切り花品目の一つであり、施設での切り花栽培は日本で最も盛んに行われている。野生型の開花習性は長日性の夏咲き性であり、日本での切り花生産に適した中性の冬咲き性は、夏咲き性からの突然変異により出現した劣性形質と考えられている。冬咲き性品種は、花色や芳香性などのバリエーションが小さいという問題がある。本研究では、夏咲き性品種群の持つ花卉の斑入り形質の冬咲き性品種群への導入を試みた。スイートピーは自殖性植物であることから、全ての遺伝子座の型をホモで持ち、遺伝性の解析に適した植物である。育種を論理的・効率的に実施するため、目的とする表現型の遺伝性を明らかにした。

花卉の斑入り形質の一つである吹きかけ模様を対象形質として、吹きかけ花と全着色花または全白色花との交雑を行い、 F_1 およびその F_2 世代の表現型を解析した。吹きかけ形質の発現には、吹きかけ性を制御する遺伝子座の劣性の1遺伝子と、着色性を制御する遺伝子座の優性の1遺伝子を必要とすること、この着色遺伝子が吹きかけ形質の発現を劣性上位で制御していることを明らかにした。また、日本での栽培品種の冬咲き性も、劣性の1遺伝子によって制御されていることを確認した。開花習性、吹きかけ形質、着色性を制御するそれぞれの遺伝子座が、互いに独立の関係にあることを明らかにした。

別の花卉の斑入り形質である刷毛目模様は、刷毛目性を制御する複対立遺伝子座の G_I' 遺伝子と着色密度を制御する遺伝子座の d_3 遺伝子の共存によって発現する場合と、刷毛目性遺伝子座の G_I'' 遺伝子が単独で発現する場合があることが、これまでに明らかにされていた。本研究では刷毛目花と全着色花の交雑を行ない、 F_1 およびその F_2 世代の表現型の遺伝性を解析した。冬咲き性品種群には d_3 および G_I'' 遺伝子が存在しないことを明らかにした。また、着色を制御する2つの補足遺伝子 $C\text{-white}$ と $R\text{-white}$ が、冬咲き性品種群にも存在すること、それぞれが刷毛目模様の発現を異なる形で制御することを明らかにした。

以上の研究で明らかにした形質の遺伝様式を基に、目的とする形質を固定するために必要な対立遺伝子の操作を示した。これを基に実際に行った品種育成の過程を評価し、それぞれの対立遺伝子を固定する操作が行われた世代を特定した。この検証を通して、刷毛目形質発現に関わる遺伝子座に対しても開花習性を制御する遺伝子座および着色性を制御する遺伝子座は独立の関係にあることを示した。

スイートピーの黄色花色は淡黄色であり、濃黄色の品種は存在しない。そのため多くの植物で淡黄色の発色を担うフラボノイドが黄色の発色を担っていると考えられてきた。紫外光下の観察と HPLC 分析によって、淡黄色品種‘アルテミス’の花のフラボノイド濃度は白色花に比べて同程度あるいは低いことを確認した。青色発光ダイオード下の明暗像から、‘アルテミス’の黄色色素は、多くの花で濃黄色の発色を担うカロテノイドと推測した。HPLC 分析により、‘アルテミス’の黄色色素はルテインを主要成分とし、ゼアキサンチ

ンと β -カロテンを含むカロテノイドであることを明らかにした。黄色色素がカロテノイドであることで、濃黄色品種の育成への期待が生まれた。カロテノイドはペラルゴニン系アントシアニンと共存できることが確認されたことで、淡黄色を下地にしたペラルゴニン系のピンク色の吹きかけ模様あるいは刷毛目模様をもつ、新しい品種の育成の可能性が示された。

本研究の成果は、スイートピーの花の色に関しては、複雑な遺伝性を示す表現型でも、多くの場合は少数の主働遺伝子によって支配されている可能性を示している。関連遺伝子座の数や優劣性の解明によって表現型の固定を確認するのに必要な自殖世代数、目的形質を有する個体の出現数を推定し、選抜集団の大きさなどを想定することで、効率的・効果的な品種育成が可能となる。個人育種家や公的研究機関に散在している形質発現や遺伝性に関する情報を蓄積し共有化することで、スイートピー品種の育種が理論的・効率的に進むことが期待される。

審 査 の 要 旨

本論文は、スイートピーの花における模様の遺伝様式と黄色色素に関するものである。具体的には、1) 吹きかけ模様が着色遺伝子によって上位劣性で抑制される劣性の1つの遺伝子によって制御されていること、さらに開花習性とは独立に遺伝することを明らかにした。2) 冬咲き性品種群に欠損している刷毛目模様の制御遺伝子を明らかにした。また刷毛目模様の発現は、2種類の着色制御遺伝子によって、それぞれ異なる制御を受けることを明らかにした。3) これらの知見に基づいて、実際に行った品種育成の過程を評価し、必要な遺伝子を固定した世代を特定した。さらに4) これまで不明であったスイートピーの黄色品種の色素がカロテノイドであることを明らかにした。以上は、園芸学、遺伝学、生物有機化学を融合した学際的成果である。遺伝性に関する情報が、理論的かつ効率的な育種計画に資することを実証したことにも高く評価できる。

平成26年1月24日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。