

氏名(本籍)	よし おか よう すけ (鳥取県)		
学位の種類	博 士 (農 学)		
学位記番号	博 甲 第 4331 号		
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 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	Computer Morphometric Study on Diversification of Flower Shape in <i>Primula sieboldii</i> E. Morren (サクラソウ花冠形態多様化に関する形態測定学的研究)		
主 査	筑波大学教授	農学博士	二 宮 正 士
副 査	筑波大学教授	農学博士	奥 野 員 敏
副 査	筑波大学教授	農学博士	柴 田 道 夫
副 査	筑波大学助教授	農学博士	半 田 高
副 査	筑波大学助教授	農学博士	大 澤 良

論 文 の 内 容 の 要 旨

観賞植物において、花の形状は重要な形質である。同じ鑑賞植物でも品種によって、多様な形状を示すが、そのような変異が自然祖先集団にもともとある多様性や自然選択、人為選択にどのように依存し、どのようなメカニズムのもと進化過程をたどってきたのかについては、花の形状を定量的に評価する有効な手法が無かったこともあって、ほとんど何も知られていない。本研究は、近年発展が著しいデジタル画像処理技術やデータ解析手法を応用して、モデル植物として選択したサクラソウ (*Primula sieboldii* E. Morren) の花の形状の定量化手法を確立した上で、そのような疑問への回答を試みるものである。

これまでのさまざまな種で輪郭形状の定量的評価にその有効性が示されてきた楕円フーリエ・主成分分析法 (以下 EF-PCA と略す) によるサクラソウ花卉形状評価を試みた。この手法は対象の輪郭形状を厳密に表す楕円フーリエ記述子をさらに主成分分析して形状を評価する手法で、大きさや形状を分離して評価できる特徴がある。その結果、花卉の形状変異を縦横比、花卉頭部の切れ込み、花卉底部と中央部の曲がり具合等の対称変異と花卉の曲がり具合や底部や中央部のふくらみなど非対称変異の形状要素に分割して、的確に評価することができた。また、対称変異は遺伝に、非対称変異は環境に強く支配されていることが明らかになった。対象変異は連続変異を示し、多くの遺伝子座の関与が示唆された。

つぎに、日本全国の 8ヶ所のサクラソウ自生自然集団の比較研究により、それらの花卉形状の間には集団間に有意な差があることを示したが、その差異は地理的距離とは関係はなかった。また、それぞれ集団サイズが大きく異なるにもかかわらず、それらの間の多様性程度に差はなかった。これらの結果は、花卉形状の変異拡大が、分布の拡大にともなう反復創始者効果や集団サイズの減少をとまなうびん首効果によってもたらされているのでは無いことを意味している。さらに、地理的には完全に分離している集団間で形状変異の重なりは、集団の分化を引き起こすなんらかの分岐選抜が集団間の花卉形状変異をもたらすことに重要な働きをしていないことを示唆している。

以上のような自然集団内の多様性維持は、受粉昆虫の花嗜好性による花卉形状の多様性の減少、すなわち

花卉形状の多様性に対する方向性選択が無いことによると仮定できる。この仮定を検証するために、マルハナバチが花卉形状を区別する能力があるかどうかを、EF-PCAの結果から再構成して作成した実際の花に極めて似ている人工花を用いて調査した。その結果、マルハナバチは自然集団に見られる変異の範囲では、獲得できる蜜量など報酬差があるにも関わらず、花卉形状の違いを区別できないことが分かった。このことは自生自然集団では、受粉昆虫の花嗜好性による選択的行動が、先天的にも後天的にもないことを示唆しており、花卉形状の自生集団間に多様性程度の差が生じない理由のひとつであることが推察された。

さらに、品種群と自然集団間の形状変異の比較研究によって、栽培化によるびん首効果や人為選択の効果について検証した。サクラソウの栽培化は、ごく限られた自然集団から派生したと考えられている。そのため、栽培化の初期に栽培集団の遺伝的多様性には制約があったかもしれない。しかし実際には、品種群の花弁形状変異は自然集団と同等かそれ以上であることが分かった。ひとつには、品種群では花卉頭部の切れ込みは自然集団よりも浅く、より扇型であるなど自然集団から人為集団にいたる花卉形状の変化には大きなものがあり、方向性のある人為選択による効果によるものと考えられた。また、そのような栽培集団における花卉形状の多様性はかならずしも方向性選択によるものとは限らない。ひとつの可能性として、花卉形状についての消費者の嗜好が一樣でないということが栽培集団における多様性をもたらしたかもしれない。たしかに、観賞植物における人々の嗜好性は極めて多様で、鑑賞上の評価もさまざまであり、人為選択は一方向というよりは多方向に向かっているといえる。そして、そのような偶発的選択と方向性選択が栽培集団における花卉形状の多様性を拡大するように働いていると考えられる。

以上のように、本研究はサクラソウ花卉形状変異の定量化手法を確立した上で、形状変異の多様性を自然集団ならびに人為集団について解析・評価し、遺伝的浮動やびん首効果、自然選択、人為選択による花卉形状の歴史的進化過程の効果について研究を深化させたものである。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、サクラソウの花弁形状の多様性について、①自然集団においては、受粉昆虫が花卉形状に対して嗜好性が無く選択圧とならないことに加え、歴史的な進化過程の中に多様性を減少する負の効果が無いことで形成され維持されてきたこと、②品種群については、品種の元となった自然集団で花卉形状の多様性が維持されていたことに加え、観賞植物に対する人間の嗜好性をともなう300年にわたる育種過程が人為集団における花卉形状の多様性を拡大し維持していること、を定量的に示したものである。すなわち、EF-PCAが花卉形状の定量的評価に極めて有効であることを示した上で、同評価法を利用してサクラソウの自然集団と人為集団の両方における花卉形状の多様性の形成と維持に関与する機構について初めて明らかにしたものである。これらは、集団遺伝学、育種学、生態学、進化学、コンピュータ科学が効果的な融合した学際的成果であり、集団内における遺伝的多様性維持機構や、鑑賞植物の歴史的進化過程を解明するための極めて有効な汎用手法を提案したという意味でも高く評価できる。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。