

氏名	鈴木 美季		
学位の種類	博士（理学）		
学位記番号	博 甲 第 7598 号		
学位授与年月日	平成 28年 2月 29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	Contrasting Strategies between Honest and Dishonest Flowers: Floral Adaptation to Learning Behavior of Pollinators (昆虫の多様な認知学習に応じた「正直な花」と「不正直な花」の対照的な送粉戦略)		
主査	筑波大学准教授	博士（理学）	徳永 幸彦
副査	筑波大学教授	農学博士	大澤 良
副査	農業環境技術研究所 主任研究員	博士（理学）	小沼 明弘
副査	筑波大学准教授	博士（理学）	廣田 充

論 文 の 要 旨

自ら移動できない動物媒植物は、同種他個体と交配するために、ポリネーター（花粉媒介動物）に花粉を運んでもらう。花は蜜などの報酬を生産すると同時に、色や匂いを組み合わせてポリネーターに自らの存在を知らせる。多様な花形質の組み合わせは伝統的に、ハナバチ媒花、アブ媒花、チョウ媒花のように、訪花昆虫の分類群に照らし合わせて説明されてきた。しかし、様々な分類群の昆虫が訪れる場合、昆虫の分類群が共通する近縁種間でも花形質が異なることが多く、なぜ訪花昆虫の分類群が似ている植物種間で花形質が顕著に異なるのかという疑問が生じる。この問いに答えるために、開花中に花色を変化させる「変化型」と、花色を変化させない「不変型」という二つの異なる花形質に着目し、タニウツギ属のハコネウツギ（変化型）とタニウツギ（不変型）を材料として以下の研究を行った。

まず、花形質の組み合わせと訪花昆虫による花選び行動における相違点を明らかにするために、国立科学博物館筑波実験植物園に植えられていた変化型と不変型の間で、花形質、花形質に対する昆虫の反応、そして送受粉の成功度を詳細に比較した。その結果、変化型と不変型の花の寿命に有意差はなく、いずれの花も古くなると蜜生産量を減らした。主な訪花者であるハナバチ類とアブ類の眼から見た花卉の色変化量を調べると、変化型のみ蜜を減らした古花の色を変えていた。ハナバチの株上における花選び行動を観察すると、変化型の株上でのみ、ハチは色を手がかりにして蜜生産量が多い花を選んでいった。ハナバチ類は変化型により頻繁に訪れる傾向があった。先行研究より、マルハナバチとミツバチは好みの株への固執性が高く、蜜を集めやすい株の位置を覚えると、その株にくり返し訪問することが知られている。この特徴を考慮すると、変化型は蜜量を花色によって知らせ、ハナバチ類の採蜜を容易にするため、色の手がかりを与えない不変型よりも頻繁に再訪を受けた可能性がある。さらに、受粉量と結実率を調べると、変化型だけが結実に十分な量の花粉を受け取っていた。また、人工受粉した後、および袋がけにより受粉不可能

にした場合の両方において、変化型は不変型よりも長く花を維持する傾向があった。これより、変化型は一つの花により多くの資源を投資していることが示唆される。

植物園では、変化型は不変型より頻繁なハナバチ類の訪問を受けており、変化型の結実率も高い傾向があった。一方、野生の変化型と不変型は異所的に分布しており、いずれの種も各地で個体群を形成している。先行研究より、両種とも自生地ではハナバチ類とアブ類の訪問を頻繁に受けることが報告されており、植物種間で訪花昆虫の分類群に顕著な違いがみられない。この事実をふまえると、なぜ花形質が顕著に異なる変化型と不変型の間で、訪花昆虫の分類群が似ているのかという疑問が生じる。この疑問に答えるために、自生地4箇所(変化型: 筑波と日光、不変型: 仙台と利根)において以下の調査を行った。

訪花昆虫の分類群を調べると、変化型も不変型も、主に大型ハナバチ・小型ハナバチ・コガシラアブ・ハナアブの4グループの訪問を受けていた。また、結実率は両種ともに、いずれの場所でも80%以上であった。大型・小型ハナバチは、変化型の株内で蜜生産量が多い花を好んで訪れていた。また、大型ハナバチは仙台の不変型の株内でも蜜が多い花を選好していた。これに対し、変化型と不変型いずれの株内でも、アブ類は蜜生産量が多い花への強い選好性を示さなかった。筑波では、大型ハナバチは変化型の株に頻繁に再訪問していた。日光では大型ハナバチの再訪問頻度は低かった。また、日光と利根のコガシラアブは大型ハナバチと同程度の再訪問頻度を示した。一方、全ての調査地において、小型ハナバチとハナアブの再訪問頻度は0に近かった。仙台の不変型の株内では、大型ハナバチは蜜が多い花を選んで訪れていた。このことは、仙台の不変型に訪れた大型ハナバチは、蜜量を知らせる花色の手がかりがなくとも、匂いなど他の手がかりにして花を選ぶことを示唆する。利根に比べると仙台における不変型の個体群密度は高く、株が広域にわたり密集する。このような場所では、不変型の株内で採餌効率を上げているのかもしれない。逆に日光において大型ハナバチの株への再訪問頻度が低い理由は、変化型の高い密度によって生じたのかもしれない。このことは変化型の密度が低い筑波において、大型ハナバチの再訪問頻度が高いことから示唆される。このように、タニウツギ属の自生地では、大型ハナバチは植物の状況に応じて、柔軟に採餌行動を変えることを示す。

本研究の結果は、訪花昆虫のグループ間で採餌行動の違いを調べることが、花の多様性を説明するための手がかりであることを示唆する。重要な点は、同じ昆虫目あるいは同じ昆虫種であっても、野外の採餌状況によって報酬量に対する反応や植物の空間利用において顕著な違いが見られたことである。様々な昆虫群が訪れる植物の種間では、しばしば昆虫の分類群が類似するため、訪花昆虫種のリストを作成しただけでは、植物種間の訪花昆虫相における違いを検出することが難しい。本研究の結果は、花の多様性を説明するためには、各調査地・各昆虫群の採餌行動を詳細に調べることが重要であることを示した。動的に変化する昆虫の多様な採餌行動に適応した結果、多様な花が維持されてきたと考えられる。

審 査 の 要 旨

花色変化が、どのように分類群をまたいで進化してきたのかを明らかにするためには、ポリネーターの特定が重要な課題となる。第1章では変化型、不変型がポテンシャルとしてどのようなポリネーターに対して有効な戦略となっているのかを明らかにしている。一方第2章では、対象植物の生息地におけるポリネーターを明らかにしている。特筆すべきなのは、それが従来の静的なポリネーター種のリスト作りとは大きく異なり、ポリネーターの訪花行動に着目した動的なリスト作りになっている点である。特に、同一分類群に属するポリネーター種が、植物の生息地の状況に柔軟に対応しながら、学習能力を使ったり、使わなかったりすることを、世界で初めて示している。この発見は、花色変化に留まらず、動物媒植物の花の送粉に関わる形質の進化を、ポリネーターとの相互作用で解析する場合に、新しい視点を与えるものである。

平成27年12月2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(理学)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。