

本論文は、1種の植物の花に複数の種類の送粉者が訪花するという複数送粉者系において、各送粉者が植物の結実に関わる繁殖成功にどのように貢献しているかについて研究を行ったものである。シソ科クサギとその複数送粉者系を研究対象とし、従来の研究では十分に解析が行なえていなかった個々の送粉者の貢献度の測定と詳細な訪花行動の観察について、新たに開発した手法である複数メッシュの網掛けによる選択排除実験と高速撮影用ビデオカメラによる行動観測をもとに解析している。その結果、従来考えられていた常識とは異なり、最も訪花頻度の高い送粉者はクサギの繁殖成功にはほとんど貢献しないことが明らかになり、複数送粉者系研究においては、詳細かつ正確で定量的な訪花行動解析が不可欠であることを示した。本論文は6章からなる。

第1章では、これまで行われてきた送粉系の研究を精査し、複数送粉者系研究における問題点を整理した。その上で、複数送粉者系の研究においては、送粉者を段階的に選択排除した実験および、各送粉者の訪花行動の詳細かつ正確で定量的な解析が必要であると指摘している。また、複数送粉者系の研究対象として、自家不和合性を示すクサギは最適な植物の1つである理由を説明している。

第2章では、第1章で必要性を提唱した、送粉者の選択排除実験による各送粉者の植物の繁殖成功(結実)への貢献度の推定を行っている。クサギに訪花するホシホウジャク、キムネクマバチ、アゲハチョウ属(大型のモンキアゲハ、クロアゲハ、オナガアゲハ、カラスアゲハ、ミヤマカラスアゲハの5種)を対象に、10cmの網目サイズのネットを物理的な障害として用いてアゲハチョウ類を、2.5cmの網目サイズのネットを用いてアゲハチョウ類に加えてホシホウジャクを排除した。それぞれの実験結果と自然条件下において、各送粉者の訪花頻度とクサギ結実率を解析・比較した。その結果、訪花頻度が最も高いホシホウジャクではクサギの結実率への貢献は検出されない一方で、アゲハチョウ類とキムネクマバチでは有意な貢献が認められた。この結果は、複数送粉者系において、従来の研究のように送粉者の訪花頻度のみで評価することには誤りが生じる可能性があることを示している。

第3章では、第2章で推定した各送粉者のクサギ結実への貢献度の季節変化の有無を解明するため、クサギの開花頻度や送粉者の訪花行動の季節変化があるかどうかを20XX年8月前後の5週間を使って解析している。その結果、自然条件下でのクサギの結実率は週間で変化を示さなかった。その一方で、アゲハチョウ類とホシホウジャクの結実への貢献は週間で変化を示したが、それぞれの訪花頻度の週間での差異は有意ではなかった。これらの結果は、自家不和合性のクサギにとって、訪花頻度の増加にとまなう柱頭への受粉量の増加はそれほど重要ではなく、各柱頭上における外交配由来の花粉の割合の増加が結実を増加させていることを示唆している。

第4章と5章では、第1章序章で提唱したもう1つの研究手法である高速撮影用ビデオカメラによる詳細かつ正確な定量的な訪花行動解析を行っている。第4章では7台の高速撮影用ビデオカメラを同時撮影することで、極短時間に進行する送粉者の訪花行動の観測によって、訪花とそれにより生じる受粉の関係を定量的に明らかにした。その結果、花への訪花回数が最も多いホシホウジャクでは、体とクサギの葯および柱頭への接触回数はアゲハチョウ類やキムネクマバチに比べて有意に少ないことが分かかった。目視で観察できる訪花頻度と、高速撮影用カメラによる正確な接触頻度の関係は、送粉者ごとに傾向は大きく異なっていた。これは、新たな手法での測定データで初めて分かったことである。第5章では虫と花各部位との接触回数に関する花粉移動量の比較を行っている。その結果、虫の接触回数と柱頭への花粉蓄積量とは有意な相関関係は認められない一方で、接触回数と葯からの花粉持ち去り量では有意な相関関係が認められた。また、これらの結果は、送粉者の体のどの部位に花粉が付着することにより生じていることを明らかにした。上記のように、新たな機器を使用しての詳細な観察とその解析により、これまで無視されてきた送粉者ごとの訪花行動の差異が植物の繁殖成功に大きな影響を与えていることを示すことに成功した。

第6章は総合考察である。第1章で提唱した2つのアプローチ、複数網目メッシュによる選択排除実験と高速撮影用ビデオカメラによる詳細な訪花行動の観察が、クサギにおける複数送粉系の解析において有効であることを示し、他の複数送粉者を持つ植物の研究においても採用されるべきであると主張している。また、第4、5章で観察した詳細な訪花行動を10ステップに区分し、各送粉者がどのステップにおいて送粉効率を低下させているかを整理し、第2、3章で推定した最終的なクサギの結実への貢献度との関係を議論した。

上記のように、本論文はこれまで十分に理解されていなかった複数送粉者を持つ植物の繁殖成功における各送粉者の貢献度について、新たに開発した手法を用いた観察と解析によりその実態を明らかにしたものである。本論文で開発された研究手法とその研究成果は今後の複数送粉者系の研究方向を示すものであり、本審査委員会は博士(学術)の学位を授与するにふさわしいものとして認定する。