

## 博士論文審査の結果の要旨

氏名	田路 翼
学位名	博士 (理学)
学位番号	甲 第 138 号
論文題目	The effects of flower visitors on intraspecific trait variation in some entomophilous plants (虫媒植物の種内形質変異に対して訪花者がもたらす影響)
論文審査委員	主査 市野 隆雄 高橋 耕一 東城 幸治 服部 充 (長崎大学)

### (博士論文審査の結果の要旨)

本学位論文は、数種の虫媒植物の花形質の種内変異に着目し、これが地域ごとや時期ごとの訪花者種構成の違いとどのように関係しているかを調べたものである。生物における種内での形質変異は、周囲の環境への適応進化によってもたらされることが多い。田路氏は、花形質の変異が、気温や日照条件などの無機的環境への適応ではなく、周囲の生物的環境への適応によってもたらされているのではないかと、という点に着目して研究をおこなった。具体的には、訪花者の種構成の地域や季節による違いが、花形質や繁殖システムの適応進化におよぼす影響について調べた。

まず第 1 章では、サラシナショウマの 3 つの送粉型の繁殖システムの違いを扱っている。3 送粉型は、それぞれ異なる標高に分布し、開花期も異なる。田路氏は野外での綿密な調査の結果、3 送粉型がそれぞれ異なる繁殖システムを持っていること、そして訪花者が異なっていることを明らかにした。

続く第 2 章では、サラシナショウマの 3 送粉型における性比の季節的な変動を調査した。まず、タイプ I の送粉型では全体としてメス比が高く、タイプ II の送粉型ではオス比が高く、タイプ III の送粉型では自家授粉率が高いことを明らかにした。そして、このような繁殖システムのタイプ間での違いが、タイプ I、II、III の順に訪花者の質や量が下がっていることを反映したものであることを、先行のモデル研究の理論的予測と関連付けながら考察した。また、性比の季節的な変動については、集団の中でオスステージ (葯を開裂させている時期) の両性花が多い時期には、両性花とは別に雌花のみからなるメス花序を生産していること、またメスステージ (柱頭が受粉可能な時期) の両性花が多い時期には、両性花とは別に雄花のみからなるオス花序を生産することで、最適性比を達成できるような繁殖システムを進化させていることを、それぞれ明らかにした。

第 3 章と第 4 章では、それぞれオドリコソウとキバナノヤマオダマキの花サイズが地域によって異なることを明らかにした上で、地域ごとの花サイズの違いが、その地域に生息している訪花者の種類相を反映していることを示した。すなわち、地域ごとの花サイズは、その地域の平均訪花者サイズと強く相関していた。さらに、植物の集団遺伝構造が、花サイズの類似性よりも地理的近接性を反映していたことから、大型 (または小型) の花サイズは地域ごとに独立に適応進化していることを示した。

最後に第 5 章では、オドリコソウの 1 集団で花サイズの二峰性が見られることを、4 年間にわたる調査から明らかにした。そして、この集団では大型と小型の別のハチ種が、それぞれ大型花、小型花の有効な送粉者として働いており、その結果、花サイズに対して分断化淘汰がもたらされていることを示した。

以上得られた結果を総合すると、本論文は、草本植物の繁殖システムや花形質に送粉昆虫がおよぼす影響について、複数種を対象に、包括的、多角的に研究した希有な研究成果であると位置づけられる。同一種内のエコタイプ間での繁殖様式の違いを送粉昆虫の質と量の違いと関連づけて解析している点、送粉者と花の形態が地理的に相関している現象を 2 種の植物で発見し、集団遺伝構造と関連づけて考察している点、さらに 1 集団における花サイズの二峰性を分断化淘汰の

観点から解析している点に、それぞれ独自性が認められ、高く評価することができる。本研究は、生物間の種間関係が適応進化におよぼす影響を明確に示しただけでなく、温帯地域における重要な送粉者であるマルハナバチ類と、それに花粉媒介される植物との共生関係の実態を明らかにしたという意味でも高い学術的意義が認められる。以上の研究成果はすでに3報の審査付き発表論文にまとめられている。以上の要素を総合して、本論文が学位論文として十分な内容を備えていると判定する。

(公表主要論文名)

Toji T, Itino T (2020) Differences in sex expression and mating systems in three pollination morphs of *Cimicifuga simplex*. *Plant Species Biology*, 35(2): 112-119. (2020年1月発行)

Toji T, Ishimoto N, Itino T (2020) Seasonal change of flower sex ratio and pollinator dynamics in three reproductive ecotypes of protandrous plant. *Ecosphere*, 11(9): e03251. (2020年9月発行)

Toji T, Ishimoto N, Egawa S, Nakase Y, Hattori M, Itino T (2021) Intraspecific convergence of floral size correlates with pollinator size on different mountains: a case study of a bumblebee-pollinated *Lamium* (Lamiaceae) flowers in Japan. *BMC Ecology and Evolution*, 21(1): 1-13. (2021年4月発行)