



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Species-specific impacts of pollinators and herbivores on the seed production in Rhododendron plants [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	高橋, 佳吾
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第16218号
Issue Date	2025-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/95218
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	TAKAHASHI_Keigo_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨/Dissertation Abstract

博士 (環境科学)

氏 名/Applicant 高橋 佳吾

学 位 論 文 題 名/Title of Dissertation

Species-specific impacts of pollinators and herbivores on the seed production in *Rhododendron* plants
(ツツジ属植物の種子生産に及ぼす送粉者と植食者の種特異的影響)

ツツジ属植物は世界で1000種以上確認されており、顕花植物としては最大級の分類群の一つである。主な分布域はユーラシア大陸、北米大陸、東南アジア諸島、極東アジアである。日本のツツジ属植物はそれぞれ特定の環境で生育しており、固有種や絶滅危惧種も多い。一般的に、ツツジ属植物は強い他殖性を示す。自殖を防ぐ、あるいは自殖個体が排除されるような複数のメカニズムが存在し、自家不和合、部分的自家和合、近交弱勢による自殖種子の中絶、実生段階での自殖個体の死亡率の高さが報告されている。また、花あたりの胚珠数が数百個と多いため、種子数と種子重の個体間・個体内変動が非常に大きい。種子重の違いは、発芽率・実生生存率・成長速度に影響を及ぼす。ツツジ属植物の繁殖特性を理解するためには、繁殖システム（集団における自殖と他殖の平均頻度）の解明と繁殖成功の指標としての種子重の重要性を明らかにする必要がある。日本のツツジ属植物は、主にマルハナバチによって送粉される。一方、主要な植食者としては、集団寄生して葉を食害するハバチの幼虫や、花を選択的に食害するガの幼虫などが報告されている。本研究では、このような昆虫との相互作用が種子生産にどう影響するかを検証した。

第一章では、高山帯の様々なマイクロハビタットに生育するキバナシャクナゲを用いて、送粉者の行動と植物集団のクローン構造が種子生産に及ぼす影響を調べた。主要な送粉者は、早咲き集団ではマルハナバチの越冬女王、遅咲き集団ではマルハナバチの働きバチだった。早咲き集団の結果率は訪花頻度と強い正の相関があったが、遅咲き集団では両者の相関が弱く、女王バチは働きバチよりも他家花粉の運搬能力が高いことが示唆された。ハイマツ低木帯に分布する早咲き集団では、集団が小パッチに分断されており、パッチを形成する個体 (genet) サイズは大きかった。雪田環境に分布する遅咲き集団では、数十の小個体が連続的に分布することで大きな集団を形成していた。花序あたりの花数は、結実率や他殖率に影響していなかった。一方、個体あたりの花序数は、遅咲き集団の結実率に負の効果を与えており、花序数が多いほど結実率が低下した。また、早咲き集団では花序数が多いほど他殖率が高かったのに対し、遅咲き集団では逆の応答を示した。これらの結果は、女王バチに訪花される早咲き集団では個体内の花序密度を高めることで種子生産が向上するのに対し、働きバチに訪花される遅咲き集団では花序密度の増加は隣花受粉を引き起こし、種子生産が減少することを意味している。花あたりの胚珠数は、早咲き集団の方が遅咲き集団よりも有意に多かった。これは、受粉機会の少ない環境では花あたりの胚珠数を増やす方が種子生産に有

利になるという **ovule packaging strategy** 仮説を支持するものである。以上から、キバナシャクナゲの種子生産は送粉者の行動とクローン構造の双方の影響を受けることが示された。

第二章では、ルリチュウレンジハバチに時折集中的に食害される半常緑性のヤマツツジを用いて、葉の食害によって引き起こされる繁殖資源の減少が種子生産に及ぼす影響を調べた。ハバチの成虫は6月中旬、幼虫は7月上旬と9月上旬に確認された。非越冬葉の被食率は2022年と2023年のどちらも7月下旬～8月上旬に高かった。2022年は8月上旬の被食率が高いほど結実率が低下したが、2023年は生育期間中の被食率が約3%と低い水準で推移し、結実率への影響は見られなかった。一方で、被食率が種子重に及ぼす影響は両年とも検出されなかった。果実を付けている枝の葉を実験的に切除すると、結実率と種子数は減少したが、種子重には影響がなく、自然状態で観察された傾向が再現された。切除処理を施した枝の果実では、種子の他殖率は10%程度上昇し、資源制限下では自殖種子が優先的に中絶される可能性が示唆された。一方で、他殖種子生産に関しては、処理間で違いがなかった。以上から、ヤマツツジの種子生産において当年葉の光合成産物が重要であり、資源制限下では自殖種子の中絶によって他殖種子の生産が維持されていることが示された。

第三章では、長い開花期間を持つ常緑性のハクサンシャクナゲを用いて、送粉成功と繁殖器官の食害が種子生産に及ぼす影響の季節変動を調べた。調査を行った集団では、6月中旬から8月上旬まで連続した開花が見られた。昆虫の食害によって失われた花の割合は27%、最終的に種子散布まで達した花の割合は44%だった。受粉成功率のピークは6月中旬と7月中旬以降の二山型を示した。花の食害は季節的に分散していたが、果実の被食率は開花時期が早いほど高く、それが開花前期の果実形成率を低下させていた。花序あたりの花数は開花が遅い花序ほど増大したが、花あたりの胚珠数は開花が遅いほど減少した。花序あたりの花数と花あたりの胚珠数には相関がなく、それぞれの季節変動は独立に起きていると考えられた。種子重は結実率と負の相関が検出され、開花時期が遅いほど大きかった。発芽率および実生の生存率は、種子重と正の相関があった。以上から、ハクサンシャクナゲの種子生産は果実食害の影響を強く受け、7月中旬以降の開花で繁殖成功度が上昇することが示された。

本研究で対象とした3種のツツジ属植物は、それぞれ異なる昆虫と種特異的な関係が見られた。キバナシャクナゲは、高山特有のマイクロハビタットによる制約を強く受け、集団のクローン構造とマルハナバチを介した送粉環境が共に種子生産に影響していた。ヤマツツジは、当年葉の食害による繁殖資源の不足に対して、自殖種子を選択的に中絶することにより他殖種子生産を維持していた。長い開花期を持つハクサンシャクナゲは、開花時期によって繁殖器官の被食率が変わり、シーズン前期の果実食害が種子生産に強く影響していた。3種の結実率が15%から50%の間にとどまっているのは、花粉制限だけでは説明できず、必然的に生じる自家受粉によって作られた自殖種子の中絶が大きく関与していると考えられた。本研究の結果から、ツツジ属植物の種子生産は、植物の自殖排除機構と送粉者および植食者との相互作用が重要な意味を持つことが明らかになった。