



| | |
|------------------------|---|
| Title | 冷温帯生態系の森林帯：高山帯エコトーンにおける訪花性昆虫群集組成と開花構造との関連性 [論文内容及び審査の要旨] |
| Author(s) | 水永, 優紀 |
| Citation | 北海道大学. 博士(環境科学) 乙第7073号 |
| Issue Date | 2019-03-25 |
| Doc URL | http://hdl.handle.net/2115/74578 |
| Rights(URL) | https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/ |
| Type | theses (doctoral - abstract and summary of review) |
| Additional Information | There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL. |
| File Information | Yuki_MIZUNAGA_abstract.pdf (論文内容の要旨) |



[Instructions for use](#)

学位論文内容の要旨

博士（環境科学）

氏名

水永 優紀

学位論文題名

冷温帯生態系の森林帯－高山帯エコトーンにおける
訪花性昆虫群集組成と開花構造との関連性

(Relationship between community structure of flower-visiting insects and flowering structure of plant communities along the forest-alpine ecotone in a cool-temperate ecosystem)

多雪地域の山岳生態系において、植物の開花スケジュール（フェノロジー）は雪解け時期や気温などの非生物的要因に強く規定されている。一方で、花粉媒介昆虫の季節性などの生物学的要因も植物の開花パターンに影響を及ぼす。山岳生態系において、膜翅目昆虫（ハチ類）と双翅目昆虫（ハエ類）は重要な花粉媒介昆虫である。膜翅目昆虫の中でもマルハナバチ類は訪花活性の季節性が明瞭で、その時々で花資源量の多い種を選んで訪花する習性（定花性）を持ち、花粉の輸送能力が高いため、北方圏や山岳生態系では特に重要な花粉媒介昆虫である。それに対してハエ類は、訪花活性の季節性や定花性は不明瞭で、広い環境で至る所に存在する傾向がある。山岳生態系には地形の複雑性を反映した多様な生育環境が形成されており、標高変化に伴う気象環境変化と相まって植物の種構成や開花時期は空間的に大きく変化し、景観スケールで複雑かつ動的なフェノロジー構造を有している。このような気象環境、植生、フェノロジー構造の違いを反映し、訪花性昆虫群集の組成も変化すると考えられる。しかし、山岳生態系の景観スケールで見られるフェノロジー構造が、どのような生態学的重要性を有しているのかについての研究例は少ない。空間スケールの開花構造が作り出す生態系機能について、調べていく必要がある。本研究では、訪花性昆虫群集の組成と景観スケールの開花構造を対応させることで、各媒花タイプの植物の開花パターンがマルハナバチ類やハエ類の時空間分布とどのように関係しているのかを明らかにすることを目的とした。

第1章では、訪花性昆虫の季節的活性が分類群間、標高、ハビタット（森林帯、湿地帯、高山帯）間でどのように異なるのかを明らかにすることを目的とした。訪花性昆虫はハチ類（マルハナバチ類、単独性ハチ類、狩りバチ類、その他）、ハエ類（ハナアブ類、それ以外のハエ類を大・中・小サイズに分類）、チョウ類、ならびに甲虫類に分類した。また、各昆虫グループの微気候に対する訪花活性の感受性について調べた。10機能分類群のうち、7グループの季節を通した合計観察数は、オープンなハビタット（高山帯と湿地帯）で多かった。訪花性昆虫の季節活性は、目レベルではハチ類とハエ類・甲虫類の間で違いがみられたが、ハチ類とチョウ類とでは違いがなかった。目レベル内で見ると、ハチ類ではマルハナバチ類がシーズン初めと半ばに活性ピークがあるのに対し、その他の3機能分類群ではシーズン半ばに活性ピークが見られた。ハエ（大）とハナアブ類はシーズン

半ばにピークが見られたが、ハエ（小・中）の訪花活性の季節性は不明瞭だった。訪花活性の季節的傾向は、どの機能分類群でも標高やハビタット間で違いは認められなかった。気候要因に対する活性の感受性は機能分類群間で異なっていたが、必ずしも高標高で訪花活性が低下するとはいえなかった。森林帯－高山帯エコトーンでは、標高よりハビタットタイプの違いの方が訪花活性に及ぼす影響が強いことが示された。

第2章では、群集スケールの開花構造が、標高やハビタット間でどのように異なるのか、そして媒花タイプに固有の開花構造が見られるのかを明らかにすることを目的とした。開花構造は、媒花タイプ（ハチ媒花、ハエ媒花、ハチ・ハエ混合媒花、不明）の構成割合、開花量、開花パターン（開花開始日、開花ピーク時期、開花期間）を標高やハビタット間で比較することにより評価した。ハチ媒花植物種の割合は標高とともに増加し、開花量は媒花タイプによらず、オープンなハビタット（高山帯と湿地帯）で多かった。一方でハエ媒花植物種の割合は高山帯で低く、それらは開花量の年変動が大きかった。混合媒花植物種の割合と開花量は、どの標高でも比較的高かった。開花開始日と開花ピーク時期は標高とともに遅くなり、開花期間は雪解けがゆっくり進む高山帯で長かった。また、混合媒花の開花ピーク時期は、ハチ媒花に比べてシーズン半ばに集中する傾向がみられた。開花の種間重複は標高を通してハチ媒花で最も小さく、混合媒花で最も大きかった。標高傾度に沿った雪解け時期や気温低下による生育期間の変化は、植物群集の開花フェノロジーに強く影響していた。高標高でのハチ媒花植物の増加と、ハチ媒花植物種間の開花重複の小ささは、マルハナバチ類の存在が強く影響していると考えられた。

第3章では、花形質（花サイズ、花冠長、高さ、色）に標高や媒花タイプ間で違いが見られるかどうかを明らかにすることを目的とした。花色は、花卉の反射スペクトルを測定し、ハナバチの色覚モデルで二次元座標に配置することで6タイプに分類した。いずれの花形質も標高間で顕著な違いはなく、媒花タイプ間で異なっていた。花サイズはハエ媒花で大きく、花冠長はハチ媒花植物で長かった。花色はハチ媒花で青系統が多く、ハエ媒花で青－緑系統が多かった。群集レベルで標高傾度に沿った花形質の違いが見られなかったのは、本研究で用いた高標高域が高山帯下部に留まっていたためと推測された。

以上の結果から、森林帯－高山帯エコトーンでは多くの訪花性昆虫の訪花活性が開花量の多いオープンなハビタットで高く、ハチ類の訪花活性の季節性は明瞭であるが、ハエ類では季節性が不明瞭な機能分類群があることが明らかになった。植物群集の開花構造は気温や雪解け時期といった非生物的要因の影響を強く受けて形成されている一方で、ハチ媒花植物では種間の開花重複を少なくする選択圧が働いていることが示された。これは、種間で開花重複を少なくすることで、マルハナバチ類の訪花を巡る植物種競争を回避するためと考えられる。混合媒花の開花時期が訪花性昆虫の活性が高いシーズン半ばに集中していたのは、開花重複を少なくする選択圧が働き難いためと推察された。気象環境が厳しい高山帯で訪花性昆虫の活性が高く維持されているのは、多様な植物種の花資源を長期間利用できるためと考えられた。山岳生態系における訪花性昆虫群集の多様度は、オープンハビタットの存在により維持されており、気候変動に伴う森林帯の拡大などの植生変化は、昆虫群集の多様度を低下させる恐れがある。