



Title	Foraging patterns of bumble bees across natural forest-human residential landscape [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	中村, 祥子
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第12864号
Issue Date	2017-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/67692
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Shoko_Nakamura_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士 (環境科学)

氏 名 中 村 祥 子

学 位 論 文 題 名

Foraging patterns of bumble bees across natural forest-human residential landscape

(自然林—宅地景観におけるマルハナバチの採餌パターン)

マルハナバチは冷温帯における主要なポリネータで、野生植物や栽培作物のポリネーションに重要な役割を果たしている。しかし、近年の土地利用の改変により、ポリネータが採餌ハビタットとして利用できる自然植生地は減少している。そのため、マルハナバチを含むポリネータは、農地や都市の緑地も頻繁に利用する。過去十数年年間で、農地景観における自然植生の分断化や、農地—郊外、郊外—都市傾度といった観点から、都市化や生息地改変がポリネータの多様性や群集構造に与える影響が数多く研究されてきた。一方で、都市公園や宅地を含む景観におけるポリネータの行動に関する研究はいまだ少ない。園芸品種や外来種の多い都市域の緑地の開花構造は、自然植生地とは異なる。マルハナバチは飛翔能力が高く、開花フェノロジーの季節変化に応答して利用するハビタットを変えることができる。都市と自然生息地が近接する景観におけるマルハナバチのハビタット選択や、採餌パターンは明らかではない。都市を代表する採餌ハビタットとして、宅地の庭の重要性が認識され始めているが、その効果はいまだ過小評価されている。本研究では、宅地と自然植生地が近接する景観と自然植生のみの景観の2つのサイトでマルハナバチの採餌パターンを比較し、宅地の存在がマルハナバチ群集と自然植生地の花利用に及ぼす効果を考察した。

第1章では、マルハナバチに利用される花資源の質と量の時空間分布を解析した。宅地を含む景観(都市林サイト)と含まない景観(自然林サイト)間の比較に加え、景観を構成するハビタット(林内、草地、宅地)間で花資源を比較し、マルハナバチのフェノロジーとの関連を考察した。花資源の時空間分布は、開花種数と開花量、各機能的特性(植物の生長型、花形態、花蜜量、花粉量、糖度)、さらに機能的特性を総合して算出した多様度(Rao's quadratic entropy)を用いて比較した。開花フェノロジー調査(約1週毎)と同時に、観察されたマルハナバチ種とカーストを記録し、マルハナバチのフェノロジーを調べた。都市林サイトと自然林サイトの林内の花資源の時空間分布は、開花種数、開花量、各機能的特性、多様度においてほぼ同じであった。宅地の開花種数は季節を通じて林内よりも多く、霜が降りる11月初旬まで開花が見られた。また、両サイトの林内の開花量が季節の進行に伴い減少したのに対し、草地では季節後半にピークをむかえ、宅地では季節を通じ安定的な開花量があった。さらに、宅地では季節後半に見られる花の機能的多様性の低下も緩やかだった。宅地では蜜量の多い筒状花の比率が林内よりも高かった。宅地ではほかのハビタットに比べ多種のマルハナバチが採餌し、その採餌期間も長かった。豊富で多様、かつ質の高い花資源が季節後期まで継続的に提供される宅地は、マルハナバチにとって良好な採餌環境であり、そのため

マルハナバチの活動期間が延びていると推測された。

第2章では、マルハナバチ群集の宅地への好みを調べるため、花の利用率（利用種数／利用可能種数）とマルハナバチ密度の季節推移を、都市林サイトのハビタット間で比較した。また、「都市林サイトでは、マルハナバチが宅地に集中するため林内の花の利用率が低い」という仮説を、都市林、自然林サイトの林内の比較により検証した。さらに、花冠の深さと花蜜、花粉量の測定から、花形態や報酬量（花蜜又は花粉）がマルハナバチ群集による利用頻度（時間当たり訪問数）に与える効果を調べた。花の利用率とマルハナバチ密度は、共に宅地において都市林内より高かった。花冠が開放的な花に比べ、筒状の花筒を持つ花はよく利用された。第1章で示したように、筒状花の比率は林内より宅地で高く、筒状花は開放花に比べ蜜がある割合が高かった。しかし、花蜜量と花粉量はどちらも利用頻度に影響しなかった。自然条件下では花蜜・花粉量が大きく変動するのに対し、花冠形態は花蜜を得られる可能性の有無を予測する指標として有効だと考えられる。両サイトの林内では花の利用率に差がなく、利用率に関して、都市林サイトの林内の花に対する宅地の負の効果はなかった。都市林サイトの林内のマルハナバチ密度は宅地より低く、季節後半に特に低下した。林内の花資源は季節とともに低下する（第1章）ため、資源量の低下がマルハナバチを林外のハビタットへ移動させる一因と考えられる。宅地にはマルハナバチに好まれる形態の花が多い事に加え、林内花資源の季節的低下によって、マルハナバチは宅地で多く採餌していると推測された。

第3章では、宅地の花資源がマルハナバチ種の採餌パターンと種間関係に与える影響を調べた。各マルハナバチ種の採餌幅と種間の採餌オーバーラップを採餌パターンと種間関係の指標とし、マルハナバチの体表に付着した花粉、あるいは花粉団子に含まれる花粉の花種と粒数、各花種の開花量から、各マルハナバチ種の花の好みの相対値を求め、それに花種間の非類似性（蜜量、花粉量、成長型、花形態、蜜の糖度から求めたGower dissimilarity）を加味して算出した。採餌幅に対する花の多様さや共存ハチ種数の影響をサイト毎に調べた結果、都市林サイト、自然林サイトともに、採餌幅は花の多様度又は種数と正の相関を示した。また、体表花粉に基づく採餌オーバーラップは、花の多様な宅地と林内において草地よりも低く、採餌資源をより分割していた。同様の影響をハビタット毎に調べた結果、林内のマルハナバチ種の採餌幅は共存マルハナバチ種数が増すほど拡大したのに対し、草地の採餌幅は共存ハチ種数が増加すると縮小した。これらから、競争種の効果は利用可能な花資源により変化することが示唆された。競争相手種数が増したとき、宅地のように花資源の多様な環境下では各マルハナバチ種が採餌幅を拡大しつつ資源を分割することができる。しかし、草地のように利用可能な花種が少ない環境では、各マルハナバチ種が採餌幅を縮小して、種間競争を緩和していると推測された。

以上の結果から、宅地の庭は、マルハナバチにとって質が高く、多様で安定的な採餌ハビタットであることが判明した。宅地では、マルハナバチ種がそれぞれ多様な花を利用（広い採餌幅）しつつも、種間での資源分割（低い採餌オーバーラップ）が可能になっており、これが庭におけるマルハナバチ種の多様さの一因と考えられた。マルハナバチは都市林サイトの林内でも、自然林サイトの林内と同様に花種を利用しており、宅地の花と林内の花の間のポリネータをめぐる競争は示唆されなかった。宅地は草地同様、季節と共に低下する林内の花資源を補償し、都市—残存自然植生景観におけるマルハナバチ群集の維持に貢献していると考えられた。