

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 1 日現在

機関番号：12501

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2018～2022

課題番号：18KK0121

研究課題名（和文）都市養蜂による生物多様性に考慮した緑化促進

研究課題名（英文）Promoting biodiverse greening through urban beekeeping.

研究代表者

永瀬 彩子（Nagase, Ayako）

千葉大学・大学院国際学術研究院・教授

研究者番号：80544535

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、日本および諸外国の都市において、ミツバチの訪花植物を明らかにし、それを生かして生物多様性に考慮した都市緑化促進を行うことを目的として研究を行った。東京とトロントにおいて行ったセイヨウミツバチが採取する花粉の分析および養蜂箱周辺の環境調査により、植物多様性と植物組成は、季節によって大きく変わるが、都市レベルによって影響されないことが示された。さらに、都市地域や商品情報を提示する記号の影響について、都市養蜂はちみつラベルを通して一般消費者に印象評価を行った。銀座の地名を示し、「栄養豊富」や「純粋」といった商品情報記号を提示することによって消費者の支払意思額が高くなることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、東京周辺およびトロントにおいて、都市から郊外まで、ミツバチがどのような植物を花粉源としているのかを明らかにすることができた。これにより、今まで知られていなかった都市におけるミツバチの生態が明らかになり、この結果を活用することによりミツバチに配慮した都市緑化を進めることができる。さらに、国際的に調査地点を増やしていき、同じ方法で調査を行うことによりそれぞれの都市緑化の質を比較可能になる。また、都市養蜂はちみつのラベルデザインによる地域ブランド価値と消費者の購買意欲の関連性を解明したため、都市養蜂の価値を高め、推進していくことが期待できる。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study is to identify the plants visited by honeybees in Japanese and foreign cities, and to utilise this information to promote urban greening in consideration of biodiversity. Analysis of pollen collected by Honey bees in Tokyo and Toronto and environmental surveys around beehives showed that plant diversity and plant composition varied significantly with season, but was not affected by city level. Furthermore, the impact of symbols presenting urban areas and product information was assessed through urban beekeeping honey labels to evaluate the impressions of general consumers. It was found that showing the name of the Ginza location and presenting product information symbols such as 'nutrient-rich' and 'pure' resulted in higher consumer willingness to pay.

研究分野：都市環境デザイン

キーワード：生物多様性

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

都市養蜂は、生物多様性への貢献に加え、採蜜やミツバチの観察会や緑化活動、ハチミツを用いた地産地消の商品開発などの様々な活動の場を提供することが可能である。都市養蜂は、周辺の緑化環境を人々に理解する役割を果たし、世界中の大都市で普及しつつある。一方、都市緑化を普及する際、質の向上が問われている。近年の都市緑化減少は、気候変動等様々な問題と直結しており、緊急に解決しなければならない課題であるが、漠然と樹木や草花を植栽する従来の方法では環境改善を十分に発揮することができない。すなわち、都市の緑化の環境改善への貢献度を定量的に示すシステム作りが大切になってきている。ミツバチは、巣箱周辺の緑地から蜜や花粉団子を採集し、持ち帰っている。これらの花粉やハチミツを分析することにより、訪花植物の種を特定し、都市全体の生物多様性としての有効性を可視化することができる。また、都市養蜂は国際的に行われており、同じ方法で調査を行うことによりそれぞれの都市緑化の質を比較可能になる。本研究では学術的な問いとして、「日本および諸外国の都市において、ミツバチの訪花植物を明らかにし、それを生かして生物多様性に考慮した都市緑化促進を行うためにはどのような緑地計画を行えばよいのか」を設定した。

2. 研究の目的

ミツバチは、結果・結実に必要な花粉を媒介する機能を持ち、都市の生物多様性において、欠かすことができない昆虫である。すなわち、ミツバチは、植物と生物の相互作用を維持する手助けをし、都市に残る貴重な自然植生を維持するのに貢献する数少ない昆虫のひとつである。都市養蜂は、ミツバチを通じて周辺の緑化環境を人々に理解する役割を果たし、ハチミツを使ったプロダクトの開発など様々な活動が可能であるため、世界中の大都市で普及しつつある。ミツバチは、巣箱周辺の緑地から蜜や花粉団子を採集し、持ち帰っており、それらを分析することにより、訪花植物の種類を特定し、都市全体の生物多様性としての有効性を可視化することができる。本研究の目的は、世界の各地で行われている都市養蜂に着目し、ミツバチを生物多様性の指標として、ミツバチの行動と都市緑化の関連性を調査することにより、生物多様性に考慮した持続的な都市計画の提案を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

研究1：ミツバチが訪花する蜜源植物の同定調査および周辺地域の調査

都市は郊外よりも蜜源植物が少ないと思われることも多いが、都市は皇居や日比谷公園などまとまった緑地が点在し、農薬の使用が少ないため、都市養蜂に適していると言われている。郊外で行われているハチミツ生産を目的とした養蜂では、1種類の蜜源植物から集めるように採蜜されたハチミツが多く、単花蜜と呼ばれる。一方、都市養蜂では、様々な花から蜜を集める百花蜜が一般的である。本研究では、ミツバチが訪花する植物は、ミツバチの体に付着して巣に持ち帰る花粉団子の植物種(フロラ)や採蜜したハチミツを分析することにより同定する。各コロニの巣箱の入り口に花粉採集器を設置し、2019年、ミツバチの活動期である4月から9月まで、東京、千葉、神奈川周辺の17か所およびカナダトロントの10か所にて1か月に1度、10時から17時まで花粉団子の採取を行った。花粉団子やハチミツの分析は、次世代型DNAシーケンサー技術を活用した最新の遺伝子解析を用いた。トロントは、訪花植物に加えて真菌の調査も行った。さらに、農村部から都市部までの異なる景観におけるミツバチの行動範囲は2km以内と言われているため、巣箱から半径2.0km、面積約12.56km²の範囲を調査範囲として設定し、周辺環境についてGISを用いて分析を行った。

研究2：都市養蜂と心理評価

本研究では、6つの都市地域(銀座、新宿、北千住、つくば、有田、札幌)の都市養蜂ハチミツラベルを通して一般消費者に印象評価を行い、購買意欲や支払意思額をもって地域価値が都市養蜂ハチミツの影響を検証し、都市養蜂ハチミツのラベルデザインによる地域ブランド価値と消費者の購買意欲の関連性を解明した。第1は、一般消費者が都市養蜂ハチミツに対する受容度の現状、都市地域に対する印象評価を調べた。第2は、都市地域名を提示した都市養蜂ハチミツのラベルを通して、都市地域ブランド価値が都市養蜂ハチミツに与える影響を調べ、地域価値と購買意欲の関連性を明らかにした。第3は、商品情報の提示が商品価値にどの程度影響しているかを明らかにした。以上の結果を明らかにすることにより、都市による地域ブランド価値を調べて、都市養蜂ハチミツに与える価値と影響を明らかにし、地域価値が購買意欲に及ぼす影響を活かして都市養蜂の信頼度、受容度を高めることに貢献する。また、都市地域のブランド価値を活かして今後の都市養蜂ラベルデザインに応用できる方向を解明することを期待できる。

4. 研究成果

研究1：ミツバチが訪花する蜜源植物の同定調査および周辺地域の調査

日本における研究結果を図1と図2に示す。景観の種類(農村部、郊外部、都市部)は、ミツバチの花粉源・植物組成に影響をおよぼすが、多様性には影響を及ぼさないことがわかった。さら

に、花粉の植物多様性と植物組成は、季節によって大きく変わることが示された。春には木本類が多く、主に *Prunus* 属と *Acer* 属が多く検出されることが明らかになった。夏と秋には、草本層の *Trifolium* 属と *Plantago* 属の植物が最も多く採集された。さらに、マメ科、バラ科、アブラナ科、クワ科、オナモミ科の植物が最も多く観察された。

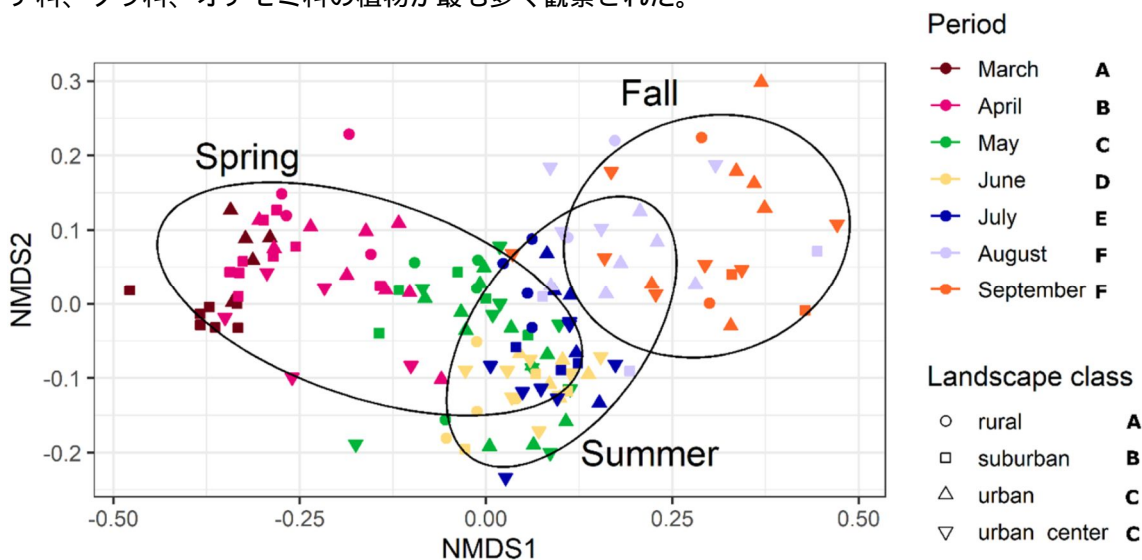


図1 Non-metric multidimensional scaling (NMDS) of plant communities from the pollen incidence data. Dot shapes correspond to the landscape classes of pollen samples. Dot colours correspond to the sampling months, and the seasons are displayed by 80 % prediction confidence ellipses. Letters indicate significant differences ($p < 0.05$) according to the pairwise post-hoc comparisons, with Bonferroni correction, of the foraged plant communities among the landscape gradient and the sampling period.

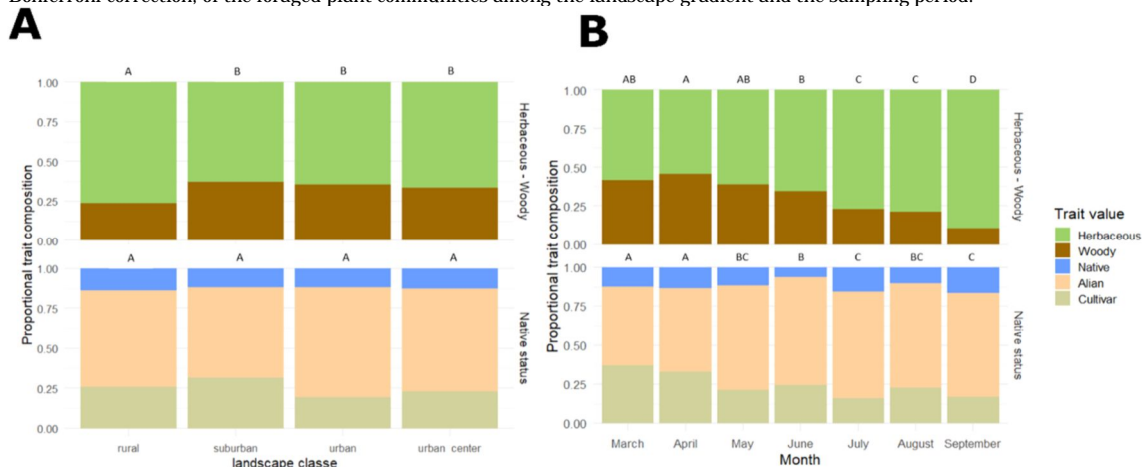


図2 Proportional occurrences of the different plant traits. (A) Proportional occurrences of the different plant traits (plant nature and native status) along the different landscape classes. Letters on top of the bar cluster homogeneous landscapes according to the significant results of post-hoc pairwise comparison with Bonferroni correction ($p < 0.05$). (B) Proportional occurrence of the different plant traits (plant nature and native status) across the sampling period. Letters on top of the bar cluster denote homogeneous sampling periods according to the significant results of post-hoc pairwise comparison with Bonferroni correction ($p < 0.05$).

トロントにおける研究結果を図3にと図4に示す。合計で77種類の植物と46種類の真菌が検出された。植物のうち、トップ10はすべてトロント市の外来種で、1位が *Trifolium repens*、2位が *Sonchus arvensis* であった。真菌類については、4種が植物病原性を持つ種であった。植物と真菌の多様性は、季節が秋に向かうにつれて増加したが、都市化レベルとの関連は示されなかった。また、植物と真菌の分類群構成は、月によって有意に異なったが、都市化レベルでは統計的に有意差はなかった。外来・侵入植物種は都市化レベルとの関連性は見られなかったが、真菌類の種構成は都市化レベルが高いほど類似していた。

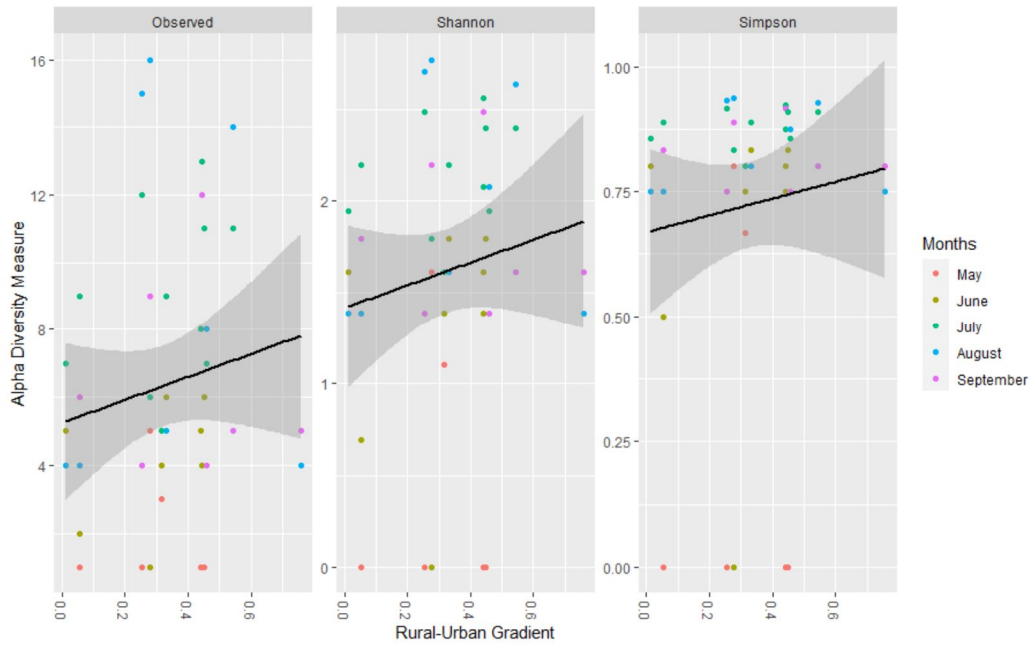


図3 Alpha diversity measures for plants species using the species richness, Shannon and Simpson indexes.

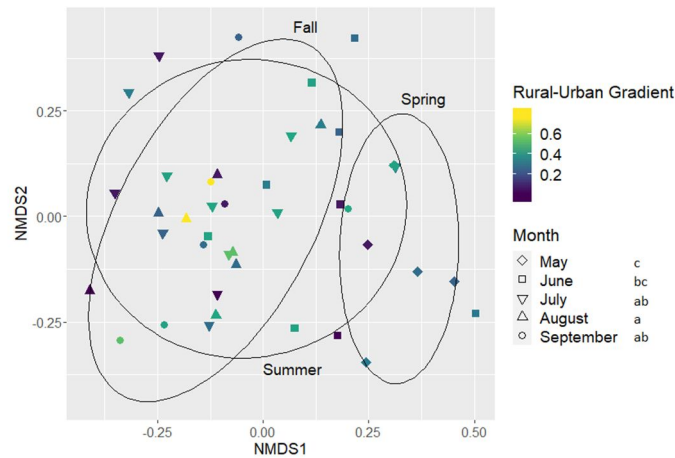


図4 Non-metric multidimensional scaling (NMDS) of fungi communities. Each point corresponds to a sample and is coloured according to the rural-urban gradient with a viridis colour palette. The month are symbolized by shapes and the seasons are represented by 80% prediction confidence ellipses determined from Shepard diagram (annexe D).

研究2：都市養蜂と心理評価

6つの都市地域(銀座、新宿、北千住、つくば、有田、札幌)の記号なしのハチミツラベルを用いて一般線性モデルの反復測定を行い、都市地域をペアごとで比較した(図5)。その結果、都市地域名を容器に表示することによって都市養蜂ハチミツの価値を上昇させることができる可能性が示唆された($F(3.043, 547.650) = 37.380, p < .001$)。特に、銀座の地名を表示した場合に都市養蜂ハチミツに対する消費者の支払意思額が高く、購買意欲も高くなった。また、札幌などの地方都市地域でも都市地域名の表示が都市養蜂ハチミツの価値を向上させる可能性がある。この結果から、今後の都市養蜂ハチミツをアピールする際に、その都市地域の地域ブランド価値も踏まえて、ビジネス戦略を立てることが重要な課題だと考えられる。

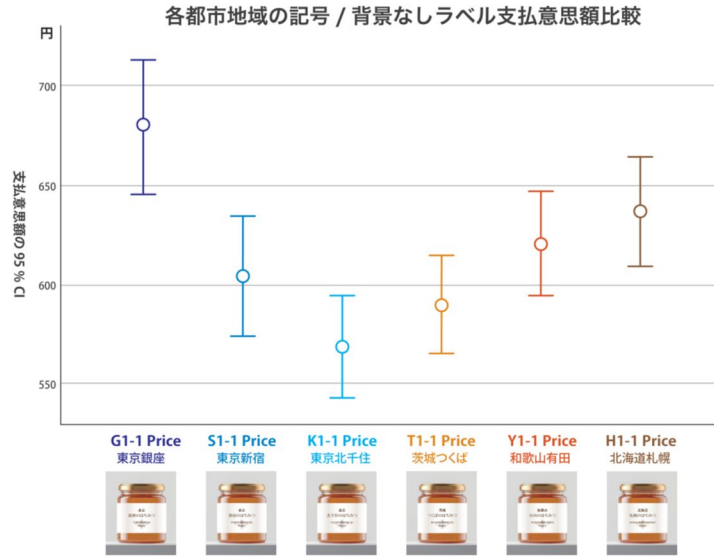


図5 各都市地域の記号なしラベルの支払意思額分布

商品情報がどのように都市養蜂ハチミツの支払意思額に影響を与えるのかを検証するために分散分析を行った。その結果、ラベルに商品情報記号を付けた方が付けないラベルより支払意思額が有意に上昇した ($F(11.142, 2005.579) = 1.961, p < .05$)。図6は各都市地域の記号なしと記号ありラベルの支払意思額の分布結果を表示した。「栄養豊富」や「純粋」といった商品情報記号を提示することにより、消費者の支払意思額が記号なしより高いと明らかにした。また、東京都市地域の場合「純粋」の記号を付けたことで消費者の支払意思額が記号なしより支払意思額が有意に成長した。地方都市地域では「栄養豊富」の記号を付けた場合、支払意思額が有意に上昇した。そこで、東京都市地域と地方都市地域によって消費者が重視する情報が異なることが示された。

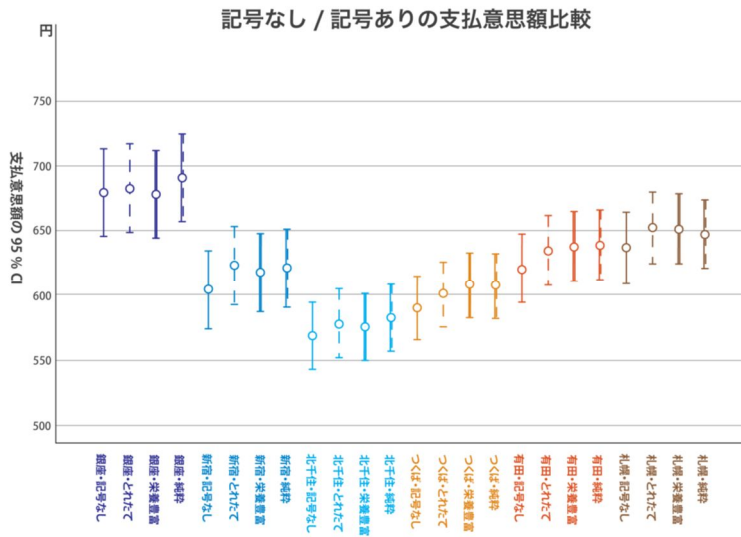


図6 各都市地域の記号なし/ありラベルの支払意思額分布

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Noel Gregoire, Mestrez Arnaud, Lejeune Philippe, Francis Frederic, Kawai Junko, Miwa Masayuki, Uehara Koichi, Nagase Ayako	4. 巻 79
2. 論文標題 Pollen meta-barcoding reveals different community structures of foraged plants by honeybees (<i>Apis mellifera</i> L.) along space-time gradient in Japan	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Urban Forestry & Urban Greening	6. 最初と最後の頁 127794 - 127794
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ufug.2022.127794	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 林 加慧
2. 発表標題 都市養蜂はちみつのラベルデザイン 及び地域価値が購買意欲に与える影響
3. 学会等名 感性工学会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	上原 浩一 (Koichi Uehara) (20221799)	千葉大学・大学院国際学術研究院・教授 (12501)	
研究分担者	小山 慎一 (Shinichi Koyama) (40420913)	筑波大学・芸術系・教授 (12102)	
研究分担者	三輪 正幸 (Masayuki Miwa) (40447305)	千葉大学・環境健康フィールド科学センター・助教 (12501)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
カナダ	University of Toronto			
ベルギー	University of Liege			