

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 11 日現在

機関番号：82111

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K18225

研究課題名(和文) 外来植物の生態系機能：送粉系を介して在来植物にもたらす正の作用の検証

研究課題名(英文) Roles of alien plants in invaded ecosystems: Assessing the pollinator-mediated positive effects of alien plants on co-flowering native plants

研究代表者

江川 知花 (Egawa, Chika)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農業環境変動研究センター・主任研究員

研究者番号：10765019

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：外来植物が侵入先の生態系において送粉昆虫や虫媒の在来植物に対し正の作用をもちうるかを検証した。一部の外来植物種は開花期間が長く、floral unit当たりの花蜜糖・花粉量が多いため、花資源供給に大きく貢献していた。しかし、これらの外来植物は送粉昆虫に好んで訪花されてはならず、送粉者の餌資源としての重要性は高くなかった。また、外来植物の開花密度と近傍で開花する在来植物の訪花数との間に正の相関はなく、外来植物が送粉者を誘引することで在来植物に益を与えているとはいえなかった。しかし、本研究により、外来植物では花資源量の豊富さが必ずしも送粉系における重要性に結びつかないという重要な示唆が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

送粉昆虫の減少は世界的に重要な問題であり、その保全は喫緊の課題である。一般に花資源が豊富な植物は pollinator friendlyと考えられ、植栽が薦められてきたが、本研究により、外来植物の場合は、花資源量の豊富さが必ずしも pollinator friendliness に結びつかない可能性が明らかとなった。一方、初夏および晩秋の一時期には外来植物への訪花が増える傾向が確認されたことから、外来植物は餌資源として常に重要ではないものの、季節依存的な役割を担っていると考えられた。これらの成果は、学術的な意義に留まらず、ポリネーターの保全や適切な外来植物管理に有益な情報となることが期待される。

研究成果の概要(英文)：Alien plant invasion may have positive consequences on wild pollinator insects through floral resource provision, and consequently may promote pollination success of insect-pollinated native plants in host ecosystems. I tested the hypotheses in invaded riparian ecosystems and found that some alien plant species were outstanding as nectar sugar and pollen suppliers. Nonetheless, the resource-rich alien plants were not preferentially visited by pollinators. Additionally, there was no positive correlation between floral density of alien plants and the number of flower visits to native plants, suggesting that alien plants have no desirable effects on pollination success of co-flowering native plants. The overall results did not support the hypotheses on the positive roles of alien plants. However, an important implication was obtained; the abundance of floral resources in alien plants does not necessarily lead to positive consequences on pollination services in host ecosystems.

研究分野：植物生態学

キーワード：送粉ネットワーク 生物多様性 外来植物管理 季節依存性 都市生態系 ポリネーター ファシリテーション

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

都市やその周辺には数多くの外来植物が定着しており、ポリネーションネットワークの主要な構成要素となっている。外来植物の中には、花サイズが大きい、開花期間が長いなど、多量の花資源(花蜜糖および花粉)を数か月にわたって生産しうる特性を持つ種がいる。花蜜糖や花粉を長期間、豊富に提供する外来植物種は、都市周辺の野生送粉昆虫にとって重要な餌資源として機能している可能性がある。また、報酬量の多い花はしばしば周囲に多くの送粉昆虫を誘引する効果をもつことから、花資源の豊富な外来植物は、周囲に多数の送粉昆虫を呼び寄せることで近傍で開花する虫媒の在来植物の送粉成功にも貢献しているかもしれない。外来植物が侵入先の生態系において、送粉昆虫や在来植物に対して正の作用(facilitation)を持つかどうかを明らかにすることは、外来植物の駆除管理を行う際に在来生物相に予想外の影響が及ぶことを防ぐために極めて重要である。

2. 研究の目的

本研究では、外来植物が数多く定着している都市近郊の河川生態系において以下の3点を検証し、外来植物が送粉昆虫や虫媒の在来植物に対して正の作用を持つかどうかを明らかにすることを目的とする。

- (1) 外来および在来植物種は花資源供給にそれぞれどの程度貢献しているか？
侵入先の生態系で供給される総花資源の中で、外来・在来植物種由来の資源が占める割合を明らかにする。この結果から、花資源供給において特に重要な役割を果たしている外来植物種がいるか、いるとすればそれは何かを明らかにする。
- (2) 送粉昆虫の餌資源として外来植物種はどの程度重要か？
送粉昆虫の訪花が相対的に多い植物種を特定し、で特定した資源量の多い外来植物種が送粉昆虫の主要な餌資源として機能しているかどうかを評価する。
- (3) 近傍で資源量の多い外来植物が多数開花していることで、在来植物への訪花が増えるか？
外来植物の開花密度と在来植物への訪花数との間に正の相関があるかどうか検証し、外来植物が送粉昆虫を誘引することで在来植物の送粉に貢献している可能性があるかを明らかにする。

3. 研究の方法

外来・在来植物の開花数および送粉昆虫の訪花数の調査

茨城県内の河川草地4サイト(花室川サイト、小貝川サイト1および2、桜川サイト)において、トランセクトに沿って1m²のプロットを各5個設置し、プロット内の開花植物種、植物種ごとの開花数、主要な野生送粉昆虫(ハナバチ・ハナアブ・チョウ類)の訪花数を開花種ごとに0.5~1か月間隔で2年間記録した。

個花当たりの花蜜・花粉量の測定

上述の野外調査で開花が確認された主要な植物種74種(外来植物35種、在来植物39種)について、個花当たりの花蜜糖重量(μg)および花粉体積(μl)を算出した。Flower head(頭花または頭状花序)をつくるキク科およびシャジクソウ属(*Trifolium*)については、floretまたは個花当たりの資源量に加え、flower head 当たりの資源量も算出した。

面積あたりの資源量および訪花数の季節変動と、各植物種の貢献度の算出

プロットあたりの開花数および開花種の個花当たりの花粉・花蜜糖量を積算し、各サイト・各調査日におけるm²当たりの花蜜糖および花粉供給量を算出した。算出資源量の季節変動パターンを、一般化加法モデル(GAM)を用いて解析した。また、各植物種の資源供給への相対的な貢献度を以下のように定義し、月ごと、年ごとの値を算出した。

$$\text{資源供給への種 } i \text{ の貢献度} = \text{種 } i \text{ の資源供給量} / \text{すべての種を合わせた総資源量}$$

さらに、送粉昆虫の訪花が相対的に多い植物種を特定するため、送粉昆虫の全訪花数に対して各植物種への訪花数が占める割合を以下の式で月ごと、年ごとに算出し、得られたパーセンテージを送粉昆虫に対する各植物種の相対的な重要度の指標とした。

$$\text{全訪花数に占める種 } i \text{ の割合} = \text{種 } i \text{ への訪花数} / \text{すべての種を合わせた総訪花数}$$

外来植物の開花密度・花資源供給量と在来植物への訪花数との関係の解析

在来植物への訪花数が同一プロット内の外来植物の開花密度や外来植物由来の花資源量によっ

てどのように変化するかを一般化線形混合モデル (GLMM) により解析した。在来植物への訪花数は、在来植物自身の開花数に依存すると考えられるため、在来植物の開花数を GLMM の offset 項として組み込んだモデルを構築した。

4. 研究成果

(1) 花資源供給に対する外来・在来植物種の相対的な貢献度

単位面積あたりの花蜜糖・花粉供給量は、2年間を通じて、すべてのサイトで晩春～初夏に増加、盛夏に減少、秋にふたたび増加するというパターンを示した (図 1A, D: 花室川サイトの例)。晩秋～初夏および秋の花資源量の増加は少数の外来植物種によってもたらされていた。すなわち、晩春～初夏のピークはヒメジョオン (*Erigeron annuus*) およびムラサキツメクサ (*Trifolium pratense*)、秋のピークはコセンダングサ (*Bidens pilosa* var. *pilosa*) およびセイタカアワダチソウ (*Solidago altissima*) が 80%以上の貢献度を示した (図 1B, E)。ヒメジョオンとムラサキツメクサは、flower head をつくるため単位開花個体あたりの花資源生産量が多い上、開花期間が 200 日以上と極めて長く、年あたりで見ても花資源供給をほぼ独占的に担っていることが明らかとなった (図 1C)。一方、在来植物種の開花期間は平均で一種あたり 53 日と短く、花資源生産に対する貢献度はホトケノザが優占して咲く冬を除き、季節を通じて低かった。

(2) 送粉昆虫の餌資源としての各植物種の相対的な重要度

ハナバチ・ハナアブ・チョウ類をプールした送粉昆虫全体の訪花数は、花資源量と同様の季節変動があり、晩春～初夏に増加し、盛夏に減少、秋にふたたび増加した (図 1F: 花室川サイトの例)。花資源供給への貢献度の高い外来植物種 (ヒメジョオン、ムラサキツメクサ、コセンダングサ、セイタカアワダチソウ) への訪花数は初夏および晩秋の一時期に多く確認されたが、その他の季節は在来植物と同程度かそれよりも少なかった (図 1G)。年あたりでも、ヒメジョオン、ムラサキツメクサ、コセンダングサ、セイタカアワダチソウへの訪花は他の資源の少ない種と同程度程度にとどまった (図 1C)。このことから、これらの外来植物種は、資源量が極めて豊富であるにも関わらず、送粉昆虫の餌として必ずしも重要性が高いとはいえないことが明らかとなった。

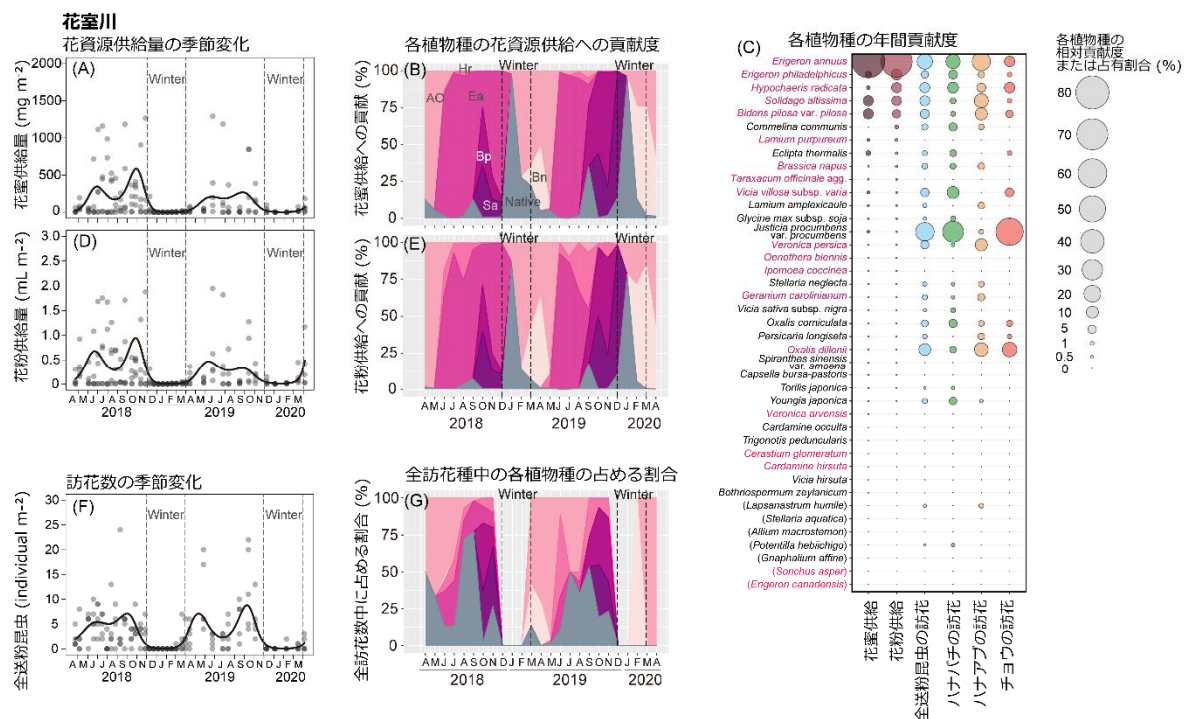


図 1. 花室川における花資源供給量 (A, B) および各植物種の資源供給への貢献度 (B, E) の季節変化、送粉昆虫の訪花数 (F) および全訪花種中の各植物種の占める割合 (G) の季節変化。これらの年あたりの結果 (C)。図 B, E, G 中の植物名は、Bn: *Brassica napus*, Tp: *Trifolium pratense*, Tr: *T. repens*, Hr: *Hypochaeris radicata*, Ea: *Erigeron annuus*, Bp: *Bidens pilosa* var. *pilosa*, Sa: *Solidago altissima*, AO: 他の外来種, Native: 在来種。図 C 中の植物種名の色は、ピンク: 外来種、黒: 在来種。

(3) 近傍での外来植物の開花密度および資源量と在来植物への訪花数の関係

在来植物への訪花数は、在来植物自身の開花数とともに増加した (図 2A)。この傾向は、外来植物でも同様に確認された (図 2B)。この傾向を考慮するため、自身の開花数を Offset 項とし、サ

イトをランダムファクターとして組み込んだ GLMM を構築し解析を行った結果、同一プロット内で咲いている外来植物の開花密度および外来植物由来の資源量と在来植物への訪花数との間に正の相関は確認されなかった。むしろ、在来植物への訪花数は、近傍で開花する外来植物の花密度や外来由来資源量の増加とともにゆるやかに減少する傾向があり（図 2C, D）、外来植物が在来植物への立ち寄り訪花を増やす、という仮説を支持する結果は得られなかった。

この結果を受けて、外来植物への訪花数が在来植物の開花密度や在来由来資源量と相関しているかを同様の GLMM 解析によって検証したところ、外来植物への訪花数と近傍の在来植物の開花数および資源量との間にはゆるやかな正の相関があることがわかった（図 2E, F）。このことは、在来植物が送粉昆虫を誘引し、それによって外来植物への訪花が増加している可能性を示唆していると考えられる。

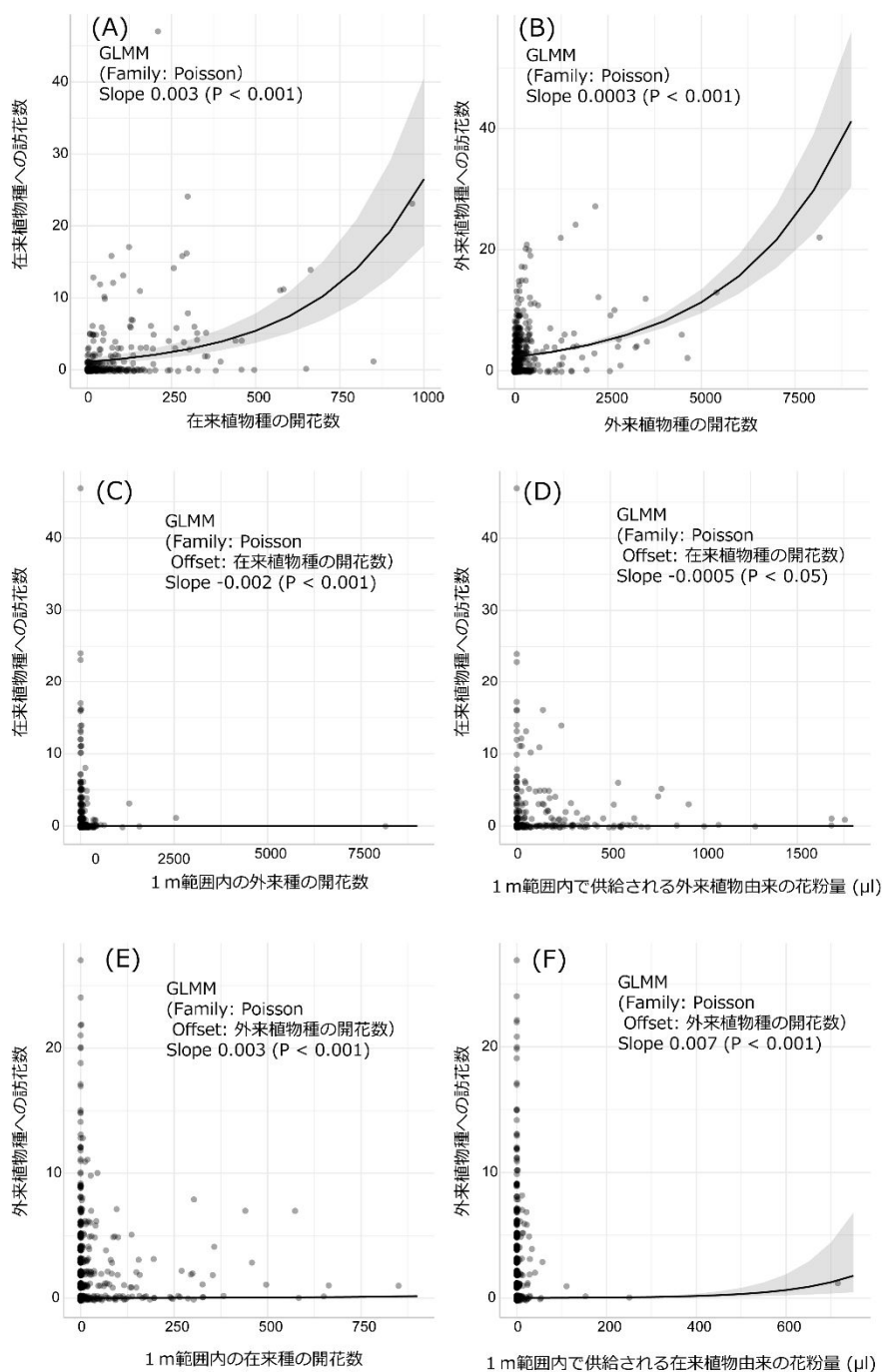


図 2. 在来植物への訪花数と在来植物自身の開花数 (A)、近傍で咲く外来種の開花数と資源量 (C, D) の関係および外来植物への訪花数と外来植物自身の開花数 (B)、近傍で咲く在来種の開花数と資源量 (E, F) の関係。

本研究の結果は、河川草地生態系では、一部の外来植物種が花資源供給の大部分を担っているにも関わらず、これらの種は送粉昆虫にとって主要な餌資源となっているわけではなく、その重要度は資源量の比較的少ない在来植物を上回るものではないことを示している。また、外来植物は在来植物に対して、その訪花を増やして送粉成功を高めるといふ正の効果を持っているとはいえず、むしろ在来植物の方が外来植物への訪花機会を増やしている可能性が示唆された。一連の

成果は、当初の予想とは異なり、外来植物ではなく在来植物の送粉系における重要性を示唆するものであり、外来植物による正の作用に関する仮説は支持されなかった。しかし、開花期間が長く資源の豊富な外来植物は、初夏および晩秋の一時期には在来植物よりも多く訪花される傾向があり、送粉昆虫の餌資源として常に重要ではないものの、季節依存的な役割を担っている可能性が明らかとなった。本研究の成果は、外来植物の駆除管理において、実施の季節を調整する、外来植物の駆除後に開花期の重複する在来植物を植栽するなどの配慮が必要であることを示している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Chika Egawa, Asuka Koyama, Teru Yuta
2. 発表標題 How much do alien plants produce floral resources for pollinators? A year-round study in riparian herbaceous communities in Japan
3. 学会等名 62nd Annual Symposium of the International Association for Vegetation Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 江川知花・小山明日香
2. 発表標題 河川植物群集における花粉・花蜜生産への外来種の貢献度の季節変化
3. 学会等名 第66回日本生態学会大会
4. 発表年 2019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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------