

令和 6 年 6 月 9 日現在

機関番号：14501

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K16229

研究課題名（和文）生態系における雌雄差の重要性 - 寄主の雌雄差がもたらす波及効果を解き明かす

研究課題名（英文）Sexual dimorphism in ecosystem

研究代表者

辻 かおる (Tsuji, Kaoru)

神戸大学・理学研究科・准教授

研究者番号：40645280

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,872,440 円

研究成果の概要（和文）：ヒサカキの雌雄の花蜜から検出される微生物を用いて、花蜜内微生物が花-昆虫相互作用などを変化させて、ヒサカキの繁殖成功に影響を与えていることを示した。より詳細には、酵母の一種が蜜に棲む場合より、細菌の一種が蜜に棲む場合のほうがより結実し、果実中の種子数が増え、果実も大きく早く熟することが分かった。より大きく早く熟した果実は種子散布を行う小鳥に好んで食べられることも示された。これら結果は、花の雌雄差の影響を受けて棲んでいる花蜜内微生物は、送粉共生系や種子散布共生系に波及的に影響を及ぼし、ひいては雌雄差のあるヒサカキの繁殖成功にまで影響を及ぼしていることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

性別における違い(雌雄差)は動植物に広くみられ、同種の中での相互作用でどのように雌雄差が進化したのかが調べられてきた(進化的視点)。しかし、生物は多様な種の生物と相互に影響を与えあうため、他の種との関係を知ることもなく、雌雄差の進化は理解できないはずである。これまでヒサカキ属植物を用いて、「雌雄差が他の生物に与える効果」という視点(生態的視点)から研究を進め、雌雄差は、他の種の生活史や群集に大きな影響を与えることを示してきた。今回新たに、花蜜に棲む微生物が、種子散布共生系にまで影響することを示すなど、雌雄差が他種に与える影響は、間接的に複数の生物間相互作用に波及することを示すことができた。

研究成果の概要（英文）：This study showed that nectar microbes can indirectly affect fruit consumption by birds, which can be essential for seed dispersal and germination. Wild flowers of *Eurya japonica* trees were experimentally inoculated with the nectar-inhabiting yeast and bacteria, both of which had been previously isolated frequently from *E. japonica* flowers. In this experiment, I examined whether these microbes changed female reproductive success of the understory tree. Experimental inoculation of flowers with yeast decreased fruit and seed set compared to those inoculated with bacteria. Furthermore, fruits with higher seed set tended to be larger, and larger fruits were more likely to be consumed by seed-dispersing birds. These results suggest that nectar-inhabiting microorganisms have the potential to affect plant reproduction by influencing not only plant-pollinator interactions, but also by indirectly modifying plant-frugivore interactions via changes in plant-pollinator interactions.

研究分野：生態学

キーワード：雌雄差 花 微生物 送粉 結実 種子散布

1. 研究開始当初の背景

雌雄差は1800年代から生物学の中で注目され続け、進化学的な視点から、同種内で見られる個体同士の相互作用について調べられている。しかし、研究代表者らの研究により、雌雄差が他の生物に与える影響が極めて大きいことが明らかにされ、「雌雄差は生態学的にも重要な意味を持つ」ことが認知されはじめている。この生態学的な重要性については、実証例が不足しており、展望の指針となる実証研究が希求されていた。

この雌雄差に関する一つのモデルケースとして、ヒサカキ属の花と微生物、送粉者の相互作用系が挙げられる。ヒサカキ属に限らず、多くの植物で、花蜜の成分に雌雄差がある。この蜜の雌雄差により、蜜に住む微生物の増殖が変わり、その結果、雄花と雌花では異なる微生物群集が見られている。また、微生物の中には蜜の成分を変える種があり、その成分変化に伴い、送粉者の行動が変わり、ひいては植物の種子生産にまで影響することも知られていた。

2. 研究の目的

本研究では、上述の研究背景を踏まえ、新たに 問1. 雌雄差が他の種に与える影響はどの程度波及するのか？ 問2. 波及効果は、雌雄差を持つ生物種にフィードバックするのか？を明らかにし、これまで進化学の視点から研究されてきた“雌雄差”という現象が、多くの種から構成される生態系の中で、どのような効果をもつのか明らかにすることを目的とした。

問1の雌雄差の“波及効果”が大きいことが分かれば、これまで考えられてきた以上に、“雌雄差”が生態系の中で持つ役割が大きいことが明らかになる。続いて、“2. 波及効果のフィードバック”が明らかになれば、“波及効果”が、雌雄差の進化を駆動しうることを示されるため、従来行われてきた“進化学的な研究”と、新たに着目されはじめた“生態学的な研究”が統合されることになる。そのため、これらの2つの効果が検証できれば、これまでになかった“進化学と生態学の視点を融合した枠組み”から雌雄差が生態系の中で果たす役割の解明を試みる、新たな研究分野の礎となるはずである。

3. 研究の方法

ヒサカキの花蜜には、酵母や細菌が棲んでおり、これら微生物群集は雌雄の花で異なっている。この花蜜内に棲む微生物がヒサカキの繁殖にどのような影響があるのかを検証した。具体的には、再度、花蜜に生息する微生物群集の調査を行うとともに、ヒサカキ

から単離していた酵母 *Metschnikowia reukaufii* と細菌 *Acinetobacter boissieri* をヒサカキの雌花に再導入し、その後の結実率や、果実の大きさ、果実内の結種子などを測定した。また実験と同時に、訪花昆虫についての観察も行った。

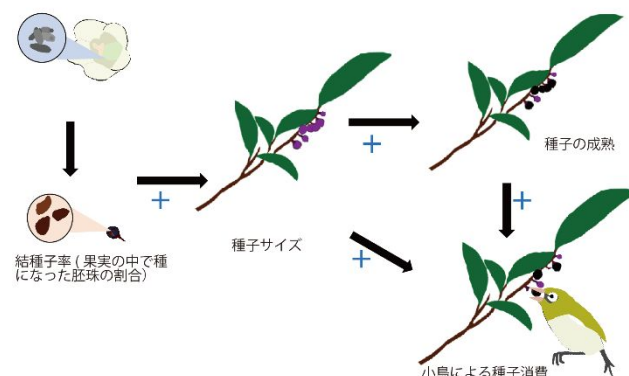
4. 研究成果

酵母の一種を再導入した場合より、細菌の一種を再導入した場合のほうがより結実率が高く、果実中の種子数が増え、果実も大きく早く熟することが分かった。より大きく早く熟した果実は種子散布を行う小鳥に好んで食べられることも示された（右図）。

一般的に、細菌よりも酵母のほうが種子散布共生系にプラスの効果をもたらすと考えられており、今回の結果は一見逆のようにも見える。しかし、これまでの先行研究で用いられた植物は、ハナバチやハチドリが送粉を行う植物種であり、今回調べたヒサカキ属はハエ目を主とする多数の昆虫により受粉される植物種であることが関係している可能性がある。

本研究結果から、花の雌雄差の影響を受けて棲んでいる花蜜内微生物は、送粉共生系や種子散布共生系に波及的に影響を及ぼし、ひいては雌雄差のあるヒサカキの繁殖成功にまで影響を及ぼしていることが示された。

花蜜内微生物により、結種子率や、小鳥の種子消費が変化



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Tsuji Kaoru	4. 巻 70
2. 論文標題 Nectar microbes may indirectly change fruit consumption by seed-dispersing birds	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Basic and Applied Ecology	6. 最初と最後の頁 60-69
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.baae.2023.04.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Tsuji Kaoru, Kobayashi Kazuya, Hasegawa Eisuke, Yoshimura Jin	4. 巻 10
2. 論文標題 Dimorphic flowers modify the visitation order of pollinators from male to female flowers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-020-66525-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Kaoru Tsuji & Fukami Tadashi	4. 巻 35
2. 論文標題 Sexual dimorphism and species diversity: from clades to sites.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Trends in Ecology and Evolution.	6. 最初と最後の頁 105-114
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.tree.2019.09.001	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5件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 辻かおる
2. 発表標題 花の雌雄差と花を利用する昆虫や微生物群集の関係
3. 学会等名 個体群生態学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 辻かおる
2. 発表標題 群集のなかの雌雄差
3. 学会等名 日本生態学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 辻かおる
2. 発表標題 花の微生物と送粉共生：農地での応用の可能性
3. 学会等名 日本生態学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kaoru Tsuji & Fukami Tadashi
2. 発表標題 Sexual dimorphism and species diversity: from clades to sites.
3. 学会等名 Stand Alone meeting of the American Naturalist (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 辻かおる
2. 発表標題 植物の性別による違いが、昆虫に与える影響
3. 学会等名 日本応用動物昆虫学会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<https://www.edu.kobe-u.ac.jp/fsci-biol/faculty/tsuji.html>
<https://ktsuji.jimdofree.com/>
ホームページ
<https://ktsuji.jimdofree.com/home/>
<https://ktsuji.jimdofree.com/>

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