

令和 2 年 7 月 8 日現在

機関番号：13701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K15172

研究課題名(和文)植物と送粉者の共生系における共種分化過程の解明

研究課題名(英文)Floral scent mediating cospeciation in plant-pollinator mutualism

研究代表者

岡本 朋子 (Okamoto, Tomoko)

岐阜大学・応用生物科学部・助教

研究者番号：50588150

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：植物と花粉を運搬する動物(送粉者)が1種対1種で相互作用する系では、植物と送粉者の両者が同時に影響を与え合いながら共種分化をしてきたことが知られている。しかしながら、共種分化をもたらす生殖隔離機構がどのように成立してきたかについてはこれまで明らかになっていない。本研究では、送粉者を誘引する花の匂いが地理的に変化することで種分化が起きると考え、それを検証した。その結果、(1)花の匂いの組成に地理的な変異が見られる。(2)花の匂いが異なる集団間で遺伝的な分化が見られる傾向がある、(3)送粉者の花の匂い成分の受容能に差はない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

本研究では植物と送粉者の共種分化機構に注目してきた。これまでの共種分化研究の多くは、分子系統樹を用いてパターンを示すにとどまることが多かったが、本研究により、より具体的な共種分化(植物と送粉者両者の生殖隔離成立)の仕組みが明らかとなった。また、花の匂いの集団間の変異を調べることで、匂いの変化の過程の一例を明らかにすることができた。これまでは、強固な種特異的関係を仲立ちする形質は変化しにくいと考えられていたが、小さな地理的スケールでも変化し得ることを示すことができた。これらの結果は、進化生態学、化学生態学にも新規性の高い結果である。

研究成果の概要(英文)：In a highly specific interaction between plant and pollinator, it is known that they speciate in parallel. I hypothesized and tested that geographic changes in floral scent lead the reproductive isolation of both plant and pollinator among different populations. The results showed following three points, (1) there are differences in floral scent composition between populations, (2) genetic variation tends to be found between populations along with different floral scent profiles, and (3) there is no difference in the receptive ability of pollinator moths between such populations. Further study to study whether there are some differences in the behavior of pollinator moths to floral scents in each population is needed.

研究分野：進化生態学, 化学生態学, 送粉生態学

キーワード：送粉共生系 花の匂い 地理的変異 形質置換

1. 研究開始当初の背景

異なる 2 種の生物が同調的に種分化することを“共種分化(co-speciation)”といい、共生・寄生する生物に普遍的な多様化のプロセスであることが示されている(Thompson 1994, 2005)。実際に共種分化が起こる要因として、寄主が地理的に隔離されて分化が起こり、それに付随する寄生者も同時に分化する異所的共種分(allopatric cospeciation) が古くから注目されてきた(Bacerra & Venable 1999 など)。しかしながら、共種分化研究の多くが、寄生者が一生を通じて寄主上で生活する生物(昆虫-腸内細菌、ネズミ-シラミなど)を対象としており、生活史の一部のみ寄主を利用するような寄生・共生系(植物-送粉者、植物-植食者系など)では依然として研究例が少ない。これは、寄生者による寄主の利用が幼虫期だけなど、接触が一時期にとどまる寄生・共生系では、共種分化の引き金になる生殖隔離が、地理的な分化だけでは成立し難いためと考えられる。多くの植物では、近縁種が共存する場合、開花期をずらしたり送粉者を違えたりすることで種間交雑を避けることが知られている(Okuyama et al. 2004 など)。コミカンソウ科カンコノキ属の植物(以下カンコノキ類)は、種ごとに異なるホソガ科ハナホソガ属の蛾(以下ハナホソガ類)によって送粉され、両者は共種分化してきたことが知られている(Kawakita 2010)。カンコノキ類は同所的に数種が生育することが知られているが、種ごとに全く異なる匂いを花から放出し、種特異的なハナホソガ類を花に誘引することで、種間交雑を避けている。すなわち、カンコノキ類の花の匂いは、共存する近縁種との交雑を避けるために、種ごとに異なるよう進化してきた(形質置換)と考えられる。つまり、同一種内でも、近縁種と共存する集団(同所集団)と、共存しない集団(異所集団)で、異なる花の匂いを進化させている可能性が高い。本研究では、花の匂いの集団間の違いが、植物と送粉者両者の生殖隔離を引き起こし、ひいては共種分化をもたらす可能性があると考えた。そこで本研究では、花の匂いの地理的変異と個体群間の遺伝子交流の実態、さらに、ハナホソガ類の花の匂いの選好性の地理的分化について詳細に調べ、共種分化機構の解明を目指した。

2. 研究の目的

2 種以上の生物が密接に関わり合う寄生・共生系の一部では、両者が同時に種分化する“共種分化”してきたことが知られている。しかしながらこのような共種分化をもたらす生殖隔離機構がどのようにして成立してきたかについて明らかにした例は少なく、とりわけ植物と送粉者のような生活史の一部のみ相互作用を行う共生関係では皆無である。共種分化機構の解明は、生物多様性創出と維持機構を理解する点において、進化生態学における最も重要な課題の 1 つである。本研究では、種特異的な共生関係を結ぶカンコノキ類とハナホソガ類を用いて、共種分化の機構を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、“花の匂いの地理的な変異が、送粉者の生殖隔離を引き起こし、共種分化を導く”という仮説を立て、(1) 花の匂いの地理的変異の詳細を明らかにすること。(2) カンコノキの遺伝子流動の詳細を明らかにすること。(3) ハナホソガの異なる花の匂いへの選好性の実態をつきとめること、以上 3 つの点から検証を行った。具体的には、(1)については、カンコノキ(*Glochidion obovatum*)について、他種と同所的に生育する屋久島以南の個体群と、異所的に生育する九州以北の個体群について花の匂いを捕集・分析を行った。(2)では、花の匂いの変異がみられる個体群間でカンコノキの遺伝的交流が維持されているのかを調べた。(3)では、花の匂いに対するハナホソガ類の触角上の電位反応を調べた。本仮説では、ハナホソガ類が寄主であるカンコノキ類を訪れる際に用いる花の匂いが、個体群間で異なることで、遺伝的交流が制限されることに注目した。よって、ハナホソガ類に他個体群の花の匂いを嗅がせ、それを受容できるかどうかを調べた。

4. 研究成果

【カンコノキの花の匂いの地理的変異】

本州から沖縄本島まで分布するカンコノキに花の匂いの地理的変異があるかを調べるために、近縁な異種が同所的に生育する奄美大島以南及び、他種と共存しない本州・九州で花の匂いの捕集、分析を行った。それらの結果を比較したところ、匂いを構成する化合物の多くは両個体群で共有されており、個体群に特有の化合物は検出されなかった。しかしながら、各成分の含有比率を比較したところ、本州および九州の単独個体群では、セスキテルペンの 1 化合物が優占することが明らかになった。この化合物は、奄美大島以南に分布するウラジロカンコノキの花の匂いの主要成分と同じ化合物であった。一方、奄美大島以南の共存個体群では、モノテルペンの 1 つである Linalool が主要成分であった。また、分布の北限にあたる和歌山の個体群では、花の匂いの組成が奄美大島以南の個体群と似る傾向にあった。これらの結果より、カンコノキの花の匂いは地理的に異なること、特に奄美大島以南と九州の個体群で差が大きいことが明らかになった。

今後これら花の匂いの違いが、他種の存在によってもたらされたものか、土壌などの非生物的環境がもたらすものかを明らかにしていく。

【カンコノキの遺伝的分化】

花の匂いが異なる個体群間で遺伝的な流動（花粉の移動）があるかを調べるために、花の匂いが異なる奄美以南の個体群及び九州以北のカンコノキについて、新葉部を採集し DNA の解析を行った。得られた結果の解析については新型コロナウイルスの影響により若干遅延しているため、現在解析中である。

【異なる集団の花の匂いに対するハナホソガの触角電位反応】

これまでの研究によって、ハナホソガは寄主の花の匂いによって、寄主と非寄主植物を見分けていることが明らかになっていた。そこで、ハナホソガが、花の匂いが異なる他個体群の匂いに反応しない可能性を検証すべく、ハナホソガに対して、異なる集団のカンコノキの花の匂いを提示し、その触角上の電気反応を調べた。その結果、ハナホソガの触角は、異なる個体群の花の匂いでも同様の電気反応を示した。これは、カンコノキは、個体群によって花の匂いは異なるが、有する化合物は多くが共通し、その組成比が異なることが原因であると考えられる。よって、今後はこれらの匂いに対するハナホソガの行動の違いを明らかにしていく必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 岡本朋子
2. 発表標題 花の匂いが支える生殖隔離機構 - 特定の昆虫を花に導く誘引戦略
3. 学会等名 日本応用動物昆虫学会（招待講演）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Makoto Kato, Atsushi Kawakita (Editors)	4. 発行年 2017年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 309
3. 書名 Obligate Pollination Mutualism	

〔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
---------------------------	-----------------------	----