

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 4 月 9 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K06849

研究課題名(和文)捕食者の遺伝的変異が生物群集に及ぼす影響

研究課題名(英文)Effects of kinships of predators on community

研究代表者

長 泰行 (Yasuyuki, Choh)

千葉大学・大学院園芸学研究院・准教授

研究者番号：90595571

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)：捕食性のキイカブリダニは、他個体の卵よりも自分の卵を捕食者から守ることが明らかになった。また、姉妹であるキイカブリダニ雌成虫2個体を卵を捕食するミヤコカブリダニやミカンキイロアザミウマと一緒に繁殖させた場合、非姉妹2個体の場合よりも子孫の個体数が多かった。姉妹が卵のそばにいる時間は非姉妹2個体よりも長かったため、姉妹による卵の共同保護が示唆された。キイカブリダニを同じ母親から生まれた場合とそうでない場合について上記と同様に集団で維持した結果、予測に反して各動物種の個体数に違いはなかった。生物群集の共存には捕食者個体間の遺伝的違いに加え、捕食を弱める複数の要因に注目する必要があると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、キイカブリダニが他個体の卵よりも自分の卵を守ること、同じ餌を利用する捕食者(ギルド内捕食者)ミヤコカブリダニが存在する状況では姉妹で助け合って繁殖することを明らかにした。一般に同じ餌を利用し互いを捕食し合う生物種の共存は難しいことが先行研究で示されているが、本研究の結果は捕食を弱めることで両者の共存につながるメカニズムとして重要であると考えられる。一方、キイカブリダニは農業害虫のアザミウマ類の天敵としても注目されており、本研究の成果は、キイカブリダニ集団内の遺伝的な違いの低さが農業現場で高い増殖率を実現する上で有利に働く可能性を示すものである。

研究成果の概要(英文)：The predatory mite, *Gynaeseius liturivorus*, better protected own eggs than eggs laid by other females. When two sisters of *G. liturivorus* were kept with *Neoseiulus californicus* and *Frankliniella occidentalis* that could feed on *G. liturivorus* eggs, their reproduction was higher than that of conspecific non-sisters. Sisters of *G. liturivorus* stayed close to the eggs longer than non-sisters, suggesting that *G. liturivorus* sisters protect own eggs against egg predators cooperatively. When two groups of kin or non-kin *G. liturivorus* was kept with *N. californicus* and *F. occidentalis* separately, there was no difference in the abundance of each animal species. This study emphasize the importance of other factors that weaken the strength of predation on the coexistence of a community besides genetic variations among predator individuals.

研究分野：行動生態学

キーワード：捕食者-被食者間相互作用 血縁認識 捕食回避行動 ギルド内捕食 母性効果

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

捕食者 被食者の関係は、食物網を形成する主要な相互作用である。被食者の遺伝的変異は、捕食者や生物群集に大きな影響を及ぼすことが知られている (Hughes et al. 2008; Poelman et al. 2008)。被食者に加え、捕食者の遺伝的変異を検証して初めて両者の相互作用が食物網に及ぼす影響を明らかにすることが出来る。

生物群集の共存は、捕食が弱まることで促進されることが理論的に予測されている (McCann et al. 1998)。卵や幼体の生存には親による産卵場所選択や子の保護が重要である。親は無関係な子よりも血縁関係のある子に世話をすべきである (Hamilton 1964)。研究代表者らは、キイカブリダニ雌成虫が卵をギルド内捕食から保護すること (Saitoh and Choh 2018a)、血縁認識能力をもつこと (Saitoh and Choh 2018b) を明らかにしていた。集団で生活する動物種では、遺伝的変異が小さい (血縁関係のある) 集団の方が親による子の保護にとって有利だと考えられるものの、この視点から生物群集の共存機構の解明を試みた研究はなかった。

2. 研究の目的

捕食者が他種捕食者と負の影響を及ぼし合いながら共存することは、被食者の捕食リスクを上げる可能性がある。そこで、『地球上にはなぜ多くの生物種が共存しているのか?』という問いに答えるべく、捕食者の遺伝的変異に注目して研究を遂行する。本研究では、捕食者の遺伝的変異が生物群集に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。実験材料として、捕食者にキイカブリダニ (以下、キイ)、ミヤコカブリダニ (以下、ミヤコ)、被食者にミカンキイロアザミウマ (以下、アザミウマ) を用い、(1) ミヤコからの卵保護にキイ雌成虫と卵の血縁関係が及ぼす影響、(2) 複数のキイ個体による卵保護に個体間の血縁関係が及ぼす影響、(3) キイ集団内の遺伝的変異が生物群集に及ぼす影響、の3点について検証を行った。

3. 研究の方法

(1) ミヤコからの卵保護にキイ雌成虫と卵の血縁関係が及ぼす影響

インゲンの葉片 (直径 2cm) にキイが産卵したプラスチック片 (直径 6mm) とその母親、または異なる雌成虫 1 個体をアザミウマ 1 齢幼虫 20 個体とミヤコ幼虫 5 個体とともに導入した。24 時間後、キイの卵およびミヤコおよびアザミウマの生存個体数を計測した。対照区として、ミヤコを導入しなかった場合について同じ実験を繰り返した。また、卵との血縁関係をどのようにして識別するのか、その手がかりについても検証した。

(2) 複数のキイ個体による卵保護に個体間の血縁関係が及ぼす影響

アザミウマ 1 齢幼虫 30 個体とミヤコ幼虫 5 個体を接種したインゲン葉片 (直径 3cm) 上に、プラスチック片 (直径 6mm) とキイ雌成虫 2 個体 (姉妹または非姉妹) を導入した。24 時間後、キイの産卵数、ミヤコおよびアザミウマの生存個体数を計測した。対照区として、ミヤコを導入しない場合について同じ実験を繰り返した。また、ビデオカメラを用いキイ雌成虫が卵のそばにいる時間を計測し、2 個体の血縁関係で比較した。

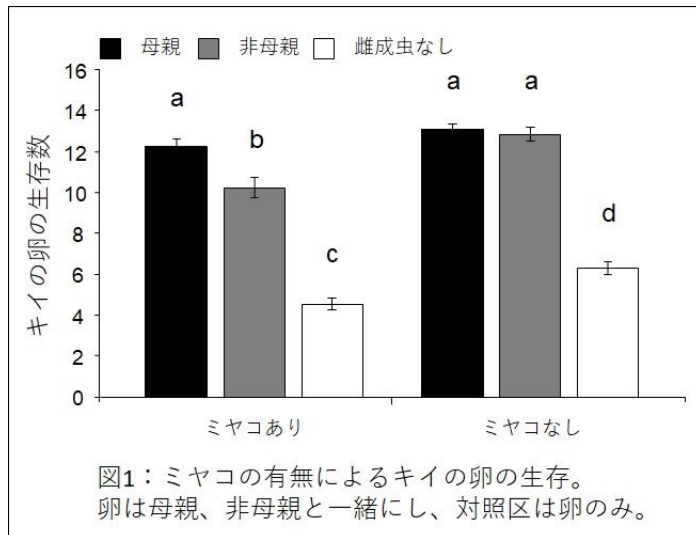
(3) キイ集団内の遺伝的変異が生物群集に及ぼす影響

アザミウマ (成虫 5 個体、1 齢幼虫 50 個体、2 齢幼虫 30 個体) を接種したインゲンの葉片 (直径 5cm) に、姉妹関係にあるキイ雌成虫 5 個体または姉妹でない雌成虫 5 個体をミヤコ雌成虫 5 個体とともに接種し、72 時間後の各動物種の個体数を計測した。

4. 研究成果

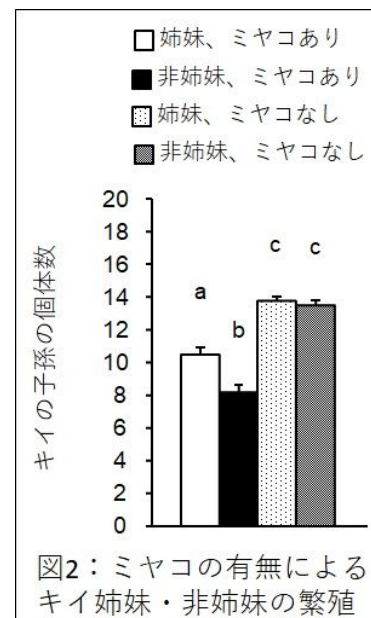
(1)キイ雌成虫が、ミヤコから卵を守る際に、自分の卵と他個体が産んだ卵で違いがあるかどうかを調べた。その結果、自分の卵に対しては捕食者から守るのに対して、他個体の卵に対しては守らないことが明らかになった(図1、Saitoh et al. 2021)。

(2)キイ雌成虫が何を手がかりにして自分の卵と他個体の卵を識別するのかを調べた。卵から放出される揮発性物質を利用して血縁関係を認識し、産卵場所を選択していることが示された(Saitoh et al. 2020)。動物が卵の放出する揮発性物質の違いによって血縁関係を認識し産卵を変化させることを示したのは、本研究が世界で初めての報告である。



(3)キイ姉妹および非姉妹雌成虫2個体の繁殖について、ミヤコの存在する状況と存在しない状況で調べた。その結果、キイの卵はミヤコによって捕食されるものの、姉妹の繁殖率は非姉妹よりも高かった。キイ姉妹は非姉妹よりも産卵場所に長時間とどまり、キイは姉妹で助け合って捕食者から卵を保護することが示された(図2)。これは、捕食者集団の遺伝的変異が小さいことで、その子孫の生存が高まることを示す新規な発見である。

(4)キイの姉妹および非姉妹成虫2個体の繁殖を、餌でありかつ卵捕食者であるアザミウマの齢期に注目し、ミヤコの存在しない状況で調べた。卵を捕食しない齢期として蛹、多く卵を捕食する齢期として2齢、その中間の齢期として1齢を用いた。結果、アザミウマ2齢幼虫の存在下ではキイ非姉妹よりも姉妹の繁殖が高く、その他の齢では違いがなかった。これは、キイの姉妹はアザミウマによる卵捕食の危険が高い場合のみ、助け合って卵を保護することを示唆する結果である。



(5)アザミウマおよびミヤコの存在下でキイ姉妹および非姉妹を維持することで、これらの種の共存を調べた。その結果、各種においてもキイ雌成虫の血縁関係による個体数の違いはみられなかった。これは、当初の仮説を支持するものではなかった。卵に対する捕食を弱める要因

には、避難場所となる構造物の存在も重要な役割を果たすことが先行研究で示されている。本研究では、複数個体導入したキイにr対する産卵スペースが不十分だったために、当初予測していた結果が得られなかったのかもしれない。避難場所だけでなく卵に対する捕食を弱める複数の要因にも注目することで、種の共存機構の解明につながることを期待される。

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 2件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Akinori Hirano, Yasuyuki Choh	4. 巻 -
2. 論文標題 Maternal exposure to predation risk increases winged morph and antipredator dispersal of the pea aphid, <i>Acyrtosiphon pisum</i> (Hemiptera: Aphididae)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied Entomology and Zoology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	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 -

1. 著者名 Fumiaki Saitoh, Janssen Arne, Yasuyuki Choh	4. 巻 169
2. 論文標題 Predatory mites protect own eggs against predators	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Entomologia Experimentalis et Applicata	6. 最初と最後の頁 501-507
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/eea.13013	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

1. 著者名 Fumiaki Saitoh, Arne Janssen, Yasuyuki Choh	4. 巻 45
2. 論文標題 The use of volatile cues in recognition of kin eggs by predatory mites	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ecological Entomology	6. 最初と最後の頁 1220-1223
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/een.12872	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9件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 田中 知樹、長 泰行、中牟田 潔、野村 昌史
2. 発表標題 侵入種ムネアカハラビロカマキリの存在が在来種ハラビロカマキリに及ぼす影響
3. 学会等名 第66回日本応用動物昆虫学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長 泰行
2. 発表標題 ミヤコカブリダニの托卵に対するキイカブリダニの産卵選好性の変化
3. 学会等名 第66回日本応用動物昆虫学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平野 明則、長 泰行
2. 発表標題 キイカブリダニ若虫が同胞卵の生存に及ぼす影響
3. 学会等名 第66回日本応用動物昆虫学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉田 達也、長 泰行
2. 発表標題 ナミハダニ雌成虫の捕食者経験が産卵数とその卵の孵化に及ぼす影響
3. 学会等名 第66回日本応用動物昆虫学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長 泰行
2. 発表標題 卵捕食者によって誘導されるミヤコカブリダニの托卵
3. 学会等名 第65回日本応用動物昆虫学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平野 明則、長 泰行
2. 発表標題 エンドウヒゲナガアブラムシにおける母親の捕食リスク経験が子供の対捕食者形質に及ぼす影響
3. 学会等名 第65回日本応用動物昆虫学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤 尚史、齋藤 史明、長 泰行
2. 発表標題 キイカブリダニによるアザミウマの部分的消費行動に同種卵の存在が及ぼす影響
3. 学会等名 第65回日本応用動物昆虫学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長 泰行
2. 発表標題 捕食リスクに応じたミヤコカブリダニの托卵
3. 学会等名 第64回日本応用動物昆虫学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊藤 尚史、齋藤 史明、長 泰行
2. 発表標題 キイカブリダニは卵との血縁関係に応じて卵捕食者の捕食量を変化させる
3. 学会等名 第64回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〕

-

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			
オランダ	アムステルダム大学			