

令和元年6月10日現在

機関番号：17301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12766

研究課題名(和文)身近な昆虫を利用した行動観察法の確立：ボウフラの捕食回避行動に着目して

研究課題名(英文) Establishment of behavior observation method using familiar insects: Focusing on anti-predatory behavior of mosquito larvae

研究代表者

大庭 伸也(OHBA, Shin-ya)

長崎大学・教育学部・准教授

研究者番号：20638481

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)：食うものと食われるものの関係や捕食回避行動を高校生や大学生に進化の視点で理解させるため、蚊の幼虫(ボウフラ)とその捕食者(ミナミメダカ)を用いた実験系を確立することが本研究の目的である。簡単なボウフラの採集法を確立するため、北海道～沖縄の4地点にトラップを仕掛けたところ、トラップサイズではアカイエカ種群、Sサイズではヤブカ類が採集できることが分かった。次にアカイエカ種群とヤブカ類の行動を汲み置き水とメダカがいた水で比較したところ、アカイエカ種群は後者で行動が抑制されるが、ヤブカ類では行動変化が観察されなかった。これらは生徒や学生および教員が実験を実施しても、再現性が確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

生物界に広く見られる捕食者と被食者の関係は、生物の進化を理解する上でキーとなる種間関係の一つである。本研究では、生徒や学生の興味・関心を引き付けるような行動観察ができる生物教材としてボウフラの捕食回避行動に着目した。南北に長い日本列島では地域によって採集できる蚊の種類も異なる。日本全国の学校で観察できるように、地域ごとにトラップで採集できる蚊の種類と行動変化を明らかにした。トラップによる採集方法の確立とそれぞれの地域のボウフラで捕食回避行動を確認したため、日本全国で実施される行動観察の生物教材として有用であることを示している。今後、教育現場でこの行動観察が普及することを期待したい。

研究成果の概要(英文)：To understand predator-prey relationships and anti-predatory behaviors in the viewpoint of evolution by students, we aimed to establish a simple experimental method using prey (mosquito larvae) and predator (rice fish) in this study. We investigated mosquitoes collected by different sized- traps throughout Japanese archipelago (Hokkaido, Hyogo, Nagasaki and Okinawa) in order to develop an easy collection method of mosquito larvae for teachers or students. We collected *Culex pipiens* subgroup from L-sized trap whereas two *Aedes* species from S-sized trap irrespective of the region. To examine the effects of rice fish cues on the mosquito larval behavior, experiments were conducted in the absence and presence of a fish cue. Although the larval activity was lower in the presence of the fish cue than in its absence in *Culex* mosquitoes responded to the fish cue more strongly than two *Aedes* species. These experiment results have highly reproducibility even if students and teachers carried out.

研究分野：行動生態学、昆虫生態学

キーワード：捕食者と餌の関係 捕食回避行動 ボウフラ カ科 メダカ 高校生物

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

すべての生物はただそこに生息しているのではなく、必ず他種と何らかの関係を持って生活している。その最たる例が、食うもの(捕食者)と食われるもの(被食者)の関係である。食べる側の生物は餌を食べることに、食べられる側の生物は捕食者から食べられないようにさまざまな形態や行動を進化させてきた。現在の教育現場において、動物の捕食回避行動に関する適切な教材はなく、ICT (Information Communication Technology) や写真の活用が主であり、実物を見せるような教材は未開発である。その理由として、生物教材を準備するには、主として教師側が準備できなければならず、身近で採集がしやすく、かつ児童や生徒に観察させやすいことが条件となるが、これを満たす生物教材はあまり知られていないことによる。また、教科書などに登場する生物種が地域によっては身近に分布していないケースもあると考えられる。以上の課題を解決する為には、北海道から沖縄県の各地で全国的に観察対象にできる生物種または分類群を提案する必要がある。

身近な昆虫である蚊は、国内から約 100 種が知られているが、種によって繁殖する水域のサイズが異なり、サイズが大きな水域に棲む種ほど捕食者との共存率が高いことが知られている (Sunahara *et al.* 2002)。米国の Juliano らは、蚊の幼虫(ボウフラ)が捕食者の匂いなどを感じると、彼らに見つからないよう行動を抑制する(水面でじっと動かなくなる)ことを明らかにした (Juliano and Reminger 1992)。研究代表者は、野外で捕食者からの強い捕食圧に晒されている種(コガタアカイエカ)のボウフラは、捕食圧をあまり受けない種(ヒトスジシマカ)に比べ、天敵の匂いを感知した際に行動抑制が強く表れることを確認した (Ohba *et al.* 2012)。そして、この行動抑制によって実際に捕食者に捕食されにくくなることも明らかにした (Ohba and Ushio 2015)。蚊は、人を刺し、かゆみを残すことで一般に目を背けられやすい存在であるが、デング熱などの病気を媒介する衛生害虫の 1 つでもあり、社会的な関心が高い身近な生物でもある。これまでに、衛生害虫としての蚊の研究は盛んに行われていたものの、理科や教材として注目されることはなかった。しかし、蚊は身近に採集できることに加え、その幼虫のボウフラは体が小さく、水の中で生活するため、水を入れたビンなどの小容器があれば場所を選ばずとも手軽に行動を観察できるというメリットがある。このようなボウフラの行動観察を、研究者のみならず大学生や高校生向けの授業、現職の教員向けの講習でも実施することで、進化の視点から動物の行動を考察する教材になるかもしれないが、“初めてボウフラを観察する人”が観察できるように、適切な観察方法や実験手法の確立はなされていなかった。

## 2. 研究の目的

生物界に広く見られる、食うもの(捕食者)と食われるもの(被食者)の関係を生徒や学生に進化の視点で理解させるため、蚊の幼虫(ボウフラ)とその捕食者を用いた実験・観察系を確立することが本研究の目的である。

## 3. 研究の方法

主に以下の 3 項目について調査した。

- (1) 教材候補種の採集方法の確立と行動観察
- (2) 生活史形質への影響
- (3) 実験と観察の教育現場での実践

## 4. 研究成果

- (1) 教材候補種の採集方法の確立と行動観察

生息する蚊の種組成が異なる北海道（帯広市）、兵庫（たつの市）、長崎（長崎市）、沖縄（西原町）の4地域にLとSサイズの容器（産卵トラップ）を設置し、トラップで採集される（発生する）ボウフラを調べたところ、いずれの地域でもLではアカイエカ種群（アカイエカ、チカイエカ、ネッタイエカ）、Sではヤブカ類（ヤマトヤブカ、ヒトスジシマカ）が確認された。この2グループはトラップのサイズを分けることで採集できることが判明した。しかし、同時にトラフカクイカがLサイズトラップにて発生が確認され、その捕食により、教材として期待されるアカイエカの個体数が少なくなることが分かった。

トラップで採集され得るアカイエカ種群3種のアカイエカ、チカイエカ、ネッタイエカ、ヤブカ類2種のヒトスジシマカおよびヤマトヤブカの行動観察を対照区（汲み置き水）とメダカ水（汲み置き水にメダカを入れていた水）で比較したところ、アカイエカ種群は対照区に比べて有意にメダカ水中で行動が抑制される一方で、ヤブカ類ではそのような行動の変化が観察されなかった。このほかに、西表島で採集される蚊でも同様の行動観察を行い、行動変化が確認される種を選定した。次に、実験手順の妥当性を評価するためアカイエカ種群3種、ヤブカ類2種に加えてコガタアカイエカを対象に、次の2グループに分けて観察を行った。対照区 メダカ水、対照区 対照区という同一個体について2度の行動観察を行い、後半の行動を比較した結果、イエカ属において前者では行動抑制が観察されるのに対し、後者ではそのような現象は観察されなかった。3年間の調査からヤブカ属2種およびイエカ属4種の合計7種で実験を行い、メダカ水で強く行動抑制が現れるのはイエカ属4種で不変であることが分かった。

## （2）生活史形質への影響

捕食者の存在がボウフラの行動を変化させるため、結果的にボウフラの成長にも影響することが考えられる。そこで、実験室条件下で捕食者・メダカの有無による生活史形質の違いを検討した。その結果、アカイエカ種群3種では羽化率、発育日数、成虫サイズに処理区間で有意な違いが検出されたが、ヒトスジシマカでは処理区間で違いがなかった。

## （3）実験と観察の教育現場での実践

2017年10月に長崎市内のN高校において、60分の出前オープンキャンパスの一環で高校1、2年生を対象に講義、および2016～2018年7月の教員免許更新講習や大学生向けの生物学実験でボウフラを用いた行動観察を行った。実験の背景と観察のポイントを説明した後に、実験と観察に取り組んでもらったが、皆、研究者が行うのと同じような結果が得られた。このことから、高校や大学の授業内でも実施できる教材であることが確認できた。

## <引用文献>

- Juliano SA, Reminger L. 1992. The relationship between vulnerability to predation and behavior: Geographic and ontogenetic differences in larval treehole mosquitoes. *Oikos* 63:465-476.
- Ohba S, Ushio M. 2015. Effect of water depth on predation frequency by diving beetles on mosquito larvae prey. *Entomol. Sci.* 18:519-522.
- Ohba S, Ohtsuka M, Sunahara T, Sonoda Y, Kawashima E, Takagi M. 2012. Differential responses to predator cues between two mosquito species breeding in different habitats.

Ecol. Entomol. 37:410-418.

Sunahara T, Ishizaka K, Mogi M. 2002. Habitat size: a factor determining the opportunity for encounters between mosquito larvae and aquatic predators. J. Vector Ecol. 27:8-20.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 4件)

大庭伸也 理科教材化に向けたボウフラの捕食回避行動の観察 .日本生態学会誌( 学術情報 )  
査読無 69 巻、2019、印刷中.

大庭伸也 .日本の生態系における蚊の生態 ~特に身近な蚊の仲間たち~ .農業と園芸、査  
読無、94 (2) 巻、2019、142-150.

<https://iss.ndl.go.jp/books/R000000004-1029482253-00>

大庭伸也 .ボウフラの不動は捕食回避に役立つか? 捕食回避行動のコストとベネフィット .  
環境管理技術、査読無、36 巻、2018、89-94.

[https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL\\_ID=201802260814786152&rel=0](https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=201802260814786152&rel=0)

Ohba S, Tsuda Y. A comparison of predacious aquatic insect fauna and density in ground  
pools and concrete pools created during the Great East Japan earthquake in 2011. Medical  
Entomology and Zoology、査読有、67 巻、2016、45-50. <https://doi.org/10.7601/mez.67.45>

〔学会発表〕(計 6件)

大庭伸也・大浦ひなた .帯広畜産大学に設置の産卵トラップで採集されるボウフラとその行  
動 .第 70 回日本衛生動物学会大会 .帯広畜産大学 (帯広市). 2018 年 5 月 13 日 .

大庭伸也 .メダカに対するボウフラの捕食回避行動 .第 77 回日本昆虫学会大会 .愛媛大学( 松  
山市). 2017 年 9 月 4 日 .

大庭伸也・野稲 充 .ボウフラの捕食回避行動の教材化に向けた研究 :行動と生活史形質  
に着目して .日本衛生動物学会第 69 回大会 .長崎大学 (長崎市). 2017 年 4 月 16 日 .

大庭伸也・野稲 充 .ボウフラの捕食回避行動の教材化に向けた研究 :簡易な観察法の確  
立 .日本衛生動物学会第 69 回大会 .長崎大学 (長崎市). 2017 年 4 月 16 日 .

大庭伸也 .野稲 充 .ボウフラの捕食回避行動の観察とその教材化 .第 64 回日本生態学会大  
会 .早稲田大学 (新宿区). 2017 年 3 月 16 日 .

野稲 充・大庭伸也 .ボウフラの行動と成長に捕食者が及ぼす影響の評価 .長崎県生物学会  
第 46 回大会 .長崎大学 (長崎市). 2017 年 1 月 8 日 .

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0件)

取得状況 (計 0件)

〔その他〕

ホームページ等  
なし

## 6. 研究組織

(1)研究分担者

なし

(2)研究協力者

研究協力者氏名 : 皆川 昇

ローマ字氏名：MINAKAWA, Noboru

研究協力者氏名：比嘉 由紀子

ローマ字氏名：HIGA, Yukiko

研究協力者氏名：砂原 俊彦

ローマ字氏名：SUNAHARA, Sunahara

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、研究者個人に帰属されます。