

令和元年5月30日現在

機関番号：17701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K21244

研究課題名(和文)同種内の音響コミュニケーションに対して他種の信号が与える影響

研究課題名(英文)Acoustic interference of sympatric field cricket species.

研究代表者

栗和田 隆(Kuriwada, Takashi)

鹿児島大学・法文教育学域教育学系・准教授

研究者番号：50616951

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：室内実験ではタイワンエンマコオロギ*Teleogryllus occipitalis*の方がネッタイオカメコオロギ*Loxoblemmus equestris*よりも種間競争で優位であるにも関わらず、奄美大島内では同所的に生息していることを解明した。また本種らは、オスがメスを求愛するために鳴き声を発する。その際に同時に2種が鳴くと求愛の妨害になる可能性がある。その可能性を検証したところ、両種において鳴き声による他種の妨害はないことがわかった。また、タイワンエンマコオロギでは同性愛行動が雄間闘争を弱める働きがあること、体色が父親から遺伝し、母親の体色が子の生存に関わることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

どのような種が共存できるのか、同所的に生息している各種の生態はどういったものなのかを解明することは、生態系の成り立ちを理解し、保全していく上で欠かすことができない情報である。奄美大島内の公園という小さな空間で同じような資源を利用し同じような音響信号をコミュニケーションに用いているコオロギ達がどうやって共存しているのかという問題に取り組んだ。その結果、種内のコミュニケーションを他種から阻害されることを避けるような適応進化が生じていることが示唆された。このように、生態系内の多種共存を考える上で進化的な視点を取り込む重要性を示すことができた。

研究成果の概要(英文)：Although *Teleogryllus occipitalis* outweighed *Loxoblemmus equestris* in interspecific interference competition, these species cooccurred in the same habitat on Amami Oshima Island. These species emit acoustic signals to attract females. The intraspecific communication depends on the strength of acoustic signals of other species. Acoustic signals from multiple species at the same time in the same habitat can create interference and prevent successful intraspecific communication. However, there is no evidence of the acoustic interference between the both species. Furthermore, homosexual behaviour mitigates male-male contest behaviour in *T. occipitalis*. Maternal body colour was not heritable, whereas paternal body colour was correlated with the body colour of the progeny in *T. occipitalis*. Progeny survival rate significantly increased with darkness of maternal body.

研究分野：動物生態学

キーワード：生物間相互作用 種間競争 性選択 音響信号 直翅目 交尾行動

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

1. 研究開始当初の背景

オスからメスへの求愛のように、音響信号によって種内コミュニケーションをおこなう種は多い。野外では多数の種が同時に発音している様子がよく観察される。その場合、他種の音響信号がノイズとなり、種内コミュニケーションを妨げる可能性が考えられる。また、音をよく伝える地形・環境は希少な資源であり、それを巡る種内・種間競争が生じていることも考えられる。例えば、種間競争で劣位の種の音響信号を優位な種が盗聴し、信号発信場所を奪うことも考えられる。しかし実際には、野外で様々な種が同時に鳴いている場面が頻繁に観察できる。これは音響コミュニケーションをおこなう種が同所的に共存していることを示している。したがって、これらの種間で音響信号間の干渉や種間競争がどの程度生じており、それをどう回避しているのかという疑問が生じる。こういった種内コミュニケーションへの他種の影響に関する研究は多くなかった。

2. 研究の目的

直翅目の音響コミュニケーションに着目し、複数種の配偶行動が互いにどう影響しあうのかを検証することで、生物群集の他種共存機構を解明したいと考えた。音は空気を伝える波であり相互に干渉しあう。そのため、種内コミュニケーションが他種の存在下で妨げられる可能性は高い。また、音をよく伝える地形・環境は希少な資源であり、それを巡る種内・種間競争が生じていることも考えられる。しかし実際には、野外で様々な昆虫が同時に鳴いている場面が頻繁に観察できる。これは音響コミュニケーションをおこなう種が同所的に共存していることを示している。したがって、これらの種間で音響信号間の干渉や種間競争がどの程度生じており、それをどう回避しているのかという疑問が生じる。この問題を解くことで、音響信号を用いる種間の相互作用が群集構造の決定にどう影響するのかを解明する。具体的には下記の問題を検証した。

- (1) 野外でどれだけの種が同所的かつ同時に存在しているか？
- (2) 種間関係の把握
- (3) 他種の音響信号によってどの程度種内コミュニケーションが妨げられるか？
- (4) 種間の体サイズ差によって他種の音響信号に対する反応は異なるか？

3. 研究の方法

まず野外調査によって上記(1)を解明した。調査地は奄美大島瀬戸内町の清水公園の一角とし3年間ライトトラップ法で出現するコオロギ類の種と個体数を記録した。調査時に主に出現した2種のコオロギであるタイワンエンマコオロギ *Teleogryllus occipitalis* とネッタイオカメコオロギ *Loxoblemmus equestris* を採集し、室内で累代飼育をおこない、以下の実験をおこなった。

上記(2)を検証するために、両種の孵化直後の幼虫及び成虫の種組成比率と個体数とを5段階に独立に操作して飼育し、生存率や発育速度、産卵数といった適応度成分を測定した。

上記(3)の解明のために、同種と他種の鳴き声を組み合わせたプレイバック実験をおこなった。同種の声のみと、同種 + 他種のをそれぞれ同一個体に聞かせて反応の違いを測定した。もし、他種の声がコミュニケーションを妨害するなら、同種の声に反応するまでの時間が延長したり選好性が減少するといった結果が予測される。

上記(4)の解明のために、同種の声のみ、他種の声のみ、同種の声と他種の声双方を同時に流すプレイバック実験をおこない、声に対するオスの行動を定量化した。

4. 研究成果

- (1) 野外でどれだけの種が同所的かつ同時に存在しているか？

奄美大島の清水公園内に設置した調査地で3年にわたって調査した結果、タイワンエンマコオロギとネッタイオカメコオロギが優占していることがわかった。春季と秋季に調査をおこなったが、いずれも両種が優占的に見られ、幼虫と成虫とが混在していた。これらの結果から、本種らが調査地において同時期に音響コミュニケーションをおこなっている種であることが確認された。以降この2種に着目して一連の実験をおこなった。なお、体サイズはタイワンエンマコオロギの方がネッタイオカメコオロギより体長差で2倍ほど大きかった。

- (2) 種間関係の把握

本種らの幼虫期の種間関係には強い干渉型の種間競争が見られた。タイワンエンマコオロギの存在によってネツタイオカメコオロギは羽化率の大幅な低下や成長速度の遅延が見られた。一方で、タイワンエンマコオロギにはネツタイオカメコオロギによる有意な負の影響は見られず、同種密度からの負の影響のみが見られた。したがって、種間競争においてはタイワンエンマコオロギが優位であることがわかった。

(3)他種の音響信号によってどの程度種内コミュニケーションが妨げられるか？

タイワンエンマコオロギ、ネツタイオカメコオロギ両種のメスに対してプレイバック実験をおこなったところ、メスの配偶者選択行動に対して他種の鳴き声は有意な影響を与えていないことがわかった。ただし、メスごとに声への反応性に違いが見られた。すなわち他種の声の有無に関わらず、同種の声に素早く反応する個体もいれば、なかなか反応しない個体もいるといったように反応性に個性が見られた。こういった個性の存在は性選択を考える上で重要な発見である。

(4)種間の体サイズ差によって他種の音響信号に対する反応が異なるか？

タイワンエンマコオロギ、ネツタイオカメコオロギ両種のオスに対してプレイバック実験をおこなったところ、他種の声にも同種の声にも明確な反応を示さなかった。これは、体サイズの大きな種(エンマ)が小さな種(オカメ)の鳴き場所を奪うわけでも、体サイズが小さな種が体サイズの大きな種を避けるわけでもないことを示唆する。

(2)(3)(4)の結果をあわせて考えると、同所的に生息している種間では長期間相互作用してきた結果、互いに負の影響を受けないような適応進化が生じていることが示唆される。例えば同種以外の声に反応しないような生理的な仕組みが生じているのかも知れない。ただし、どのようなメカニズムが存在するのかは不明である。

また、同所的に生息してこなかった種同士あるいは系統同士の個体が出会った場合には、負の相互作用が観察されるかも知れない。したがって、外来種との相互作用などを今後は検証する必要があるだろう。

(5)その他の成果

一連の研究を進める過程で本種らの生態について興味深いいくつかの発見をおこなうことができた。1つ目はタイワンエンマコオロギの雄間闘争には血縁関係は有意な影響を与えておらず、血縁者が相手でも他人と同じように闘争することがわかった。一方で、闘争行動時に稀にオスがオスに対して求愛行動をおこなうことがあり、その時には闘争の程度が弱まることがわかった。

また、タイワンエンマコオロギには体色に薄褐色から黒色までの個体間変異があることがわかった。これらの体色は母親経由では遺伝せず、父親の体色が遺伝することがわかった。一方で、母親の体色が黒いほど子の生存率が高いことも解明した。

さらに、ネツタイオカメコオロギの鳴き声の特性には個体内で一貫性があり、また同一家系内でも一貫性があることがわかった。この結果は、鳴き声の特性が遺伝的な情報を反映することを示唆する。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 4 件)

1. Shingo Tajima, Kyohei Yamamoto & **Takashi Kuriwada** (Accepted) Interspecific interference competition between two field cricket species. *Entomological Science*. 査読あり
2. Taiki Nagai & **Takashi Kuriwada** (2018) Individual variation in body color in the field cricket *Teleogryllus occipitalis* (Orthoptera: Gryllidae). *Entomological Science*. 21: 22-27. 査読あり
3. **Takashi Kuriwada** (2017) Male-male courtship behaviour, not relatedness, affects the intensity of contest competition in the field cricket. *Animal Behaviour* 126: 217-220. 査読あり
4. **Takashi Kuriwada** (2017) Individual variation and repeatability in calling song of the field cricket *Loxoblemmus equestris* (Orthoptera: Gryllidae). 鹿児島大学教育学部研究紀要 自然科学編. 68: 5-12. 査読なし

[学会発表](計 5 件)

1. Takashi Kuriwada, Social isolation facilitates male aggressiveness to females in the cricket. 13th International Congress of Orthopterology, Agadir (Morocco), March, 2019.
2. 川崎琳太郎、桑野晃史、栗和田隆、コオロギにおける異種の信号による音響コミュニケーションの阻害、日本生態学会第66回大会、神戸、2019年3月
3. 田島伸吾、山本恭平、栗和田隆、体サイズの大きく異なるコオロギ2種の競争関係、日本生態学会第65回大会、札幌、2018年3月
4. Takashi Kuriwada, Same-sex sexual behavior mitigates male–male competition in the field cricket、個体群生態学会第33回大会、福岡、2017年10月
5. 栗和田隆、コオロギのオスは他種の鳴き声を盗聴して行動を変化させるか？、日本動物行動学会第35回大会、新潟、2016年11月

〔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

なし

※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。