

コオロギのコミュニケーションの解析

～鳴き声の周波数を解析し、個体間のコミュニケーションの仕組みを解明する～

2年3組 中越 俊明 2年4組 菊池 凱斗
2年4組 五島 愛斗 2年4組 薬師寺 光
指導者 林 広樹

1 課題設定の理由

コオロギ (grylloidea) は3種類の鳴き声をオスが使い分け、またその音を同種のコオロギが聞き分けることでコミュニケーションが成立している。コオロギでは、オスのみが鳴き声を発し、その鳴き声にも複数のレパートリーがあり、最も頻繁に発せられるのは、「呼び鳴き (calling song)」である。配偶行動の中で、メスは、オスの「呼び鳴き」を頼りにオスに接近し、メスが接近してくると、オスは鳴き声を「呼び鳴き」から「求愛鳴き (courtship)」に変化させ、メスがオスの背中に乗る形で配偶行動に至る。



写真1 エンマコオロギ
(teleogryllus emma)

昨年度の研究 (菊池ら、2019) では、エンマコオロギ (teleogryllus emma) の鳴き声の音声解析を行い、その鳴き声を出した状況や鳴き声の波形をとることで、鳴き声の種類について同定を行った。しかし、鳴き声の種類やその波形について明確にできなかった点も多く、鳴き声の周波数解析からコミュニケーションのしくみを解明するための糸口を見つけられなかった。

そこで、今年度はその資料を活用し、昨年度できなかった鳴き声の周波数の解析にあたり、その結果も利用して鳴き声によるコミュニケーション時のコオロギの行動変化を解析したいと考え、この課題を設定した。

2 仮説

- (1) コオロギは非常に幅広い周波を聞き分けられることから、鳴き声には種類ごとにより細かい違いがあり、またその中でもコオロギ特有の周波があることから他の生物との鳴き声、種類を聞き分けてコミュニケーションを行っている。
- (2) コオロギの鳴き声を録音し、それをコオロギに聞かせると、コオロギは「呼び鳴き」が聞こえると、「呼び鳴き」が聞こえる音源の方へ近づき、「求愛鳴き」が聞こえると、メスの場合は求愛を求められていると感じてオスに近づき、配偶行動を行う。

3 研究の方法

- (1) 鳴き声「求愛鳴き」の波形解析

校内においてエンマコオロギを採取し、オスとメスの触角が接触した際に起こる求愛鳴きの測定を行った。測定の個数は5つである。求愛鳴きの同定としては、目視と次の方法で行った。なお、採音は Dr.DAQ を用いて行った。

- ① エンマコオロギを、メス同士、オスとメス、オス同士に分けて飼育採音を行うと3種類の波形の音を得られ、呼び鳴き、求愛鳴き、攻撃鳴きの数と一致した。
- ② オスとメスの組み合わせでしか見られない波形の音を求愛鳴きと同定



写真2 Dr.DAQで鳴き声を計測している様子

③ 鳴き声の波形の解析

Dr.DAQ で採音した「求愛鳴き」の波形で、チャープとトリルのシブラルの数と波長の長さ及び振幅の比（トリル/チャープ）を算出した。

- (2) 鳴き声「呼び鳴き」におけるコミュニケーション時のコオロギの行動変化採音した鳴き声によって実際にエンマコオロギに行動変化が引き起こされるか確認した。鳴き声は最も鳴く頻度が高いとされる「呼び鳴き」を聞かせ、コオロギに行動変化が引き起こされるか確認することにした。

① 図1の実験装置を作成する。

音源からの距離から装置を「近」「中」「遠」と3つのエリアに分けた。

- ② エンマコオロギの鳴き声「呼び鳴き」と「求愛鳴き」を録音する。
 ③ 1回160秒として、②で録音した鳴き声「呼び鳴き」をエンマコオロギの雄と雌に聞かし、各エリアに何秒間滞在したかを計測する。
 ④ 「求愛鳴き」を雌に聞かし、③と同様に計測する。

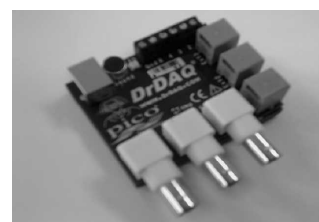


写真3 Dr.DAQ

音源

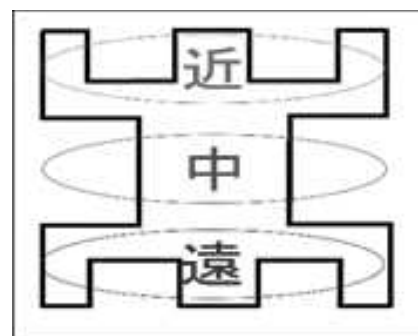


図1 作製した実験装置

4 結果

- (1) 鳴き声「求愛鳴き」の波形解析

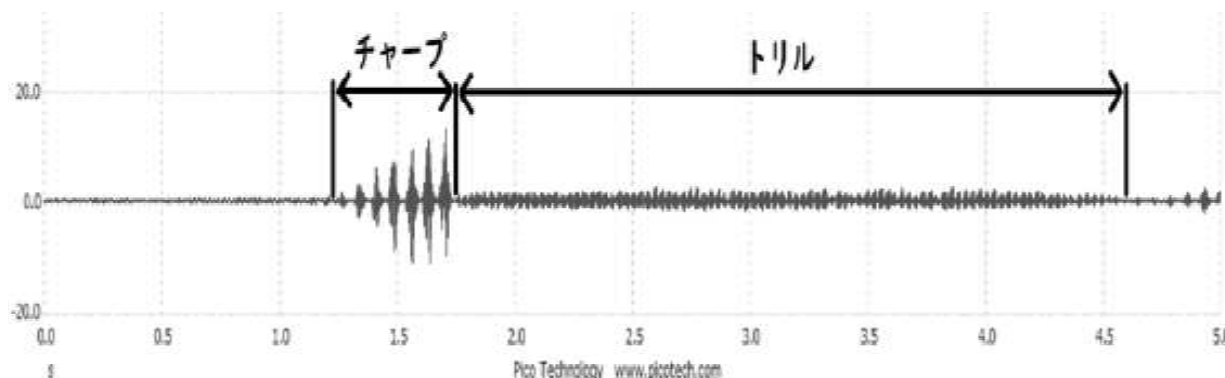


図2 エンマコオロギの「求愛鳴き」(チャープ7シブラル、トリル94シブラル)

表1 エンマコオロギの「求愛鳴き」の構成

| | チャープ | | トリル | | 振幅の比 |
|-------|------|-------|------|-------|----------|
| | シブラル | 長さ | シブラル | 長さ | トリル/チャープ |
| 求愛鳴き1 | 7 | 0.483 | 34 | 1.092 | 6.6 |
| 求愛鳴き2 | 7 | 0.474 | 94 | 2.839 | 5.6 |
| 求愛鳴き3 | 7 | 0.499 | 96 | 2.993 | 3.8 |
| 求愛鳴き4 | 7 | 0.491 | 57 | 1.820 | 3.0 |
| 求愛鳴き5 | 7 | 0.483 | 64 | 1.900 | 2.1 |

図2にエンマコオロギの「求愛鳴き」の波形の一例を示した。また、測定結果を表1に示す。チャープについて、シラブルの個数が7と安定しており、これは先行研究(角 恵理、2007)の『エンマコオロギの「求愛鳴き」のチャープ部分には自種であるエンマコオロギのメスが、トリル部分にはエゾエンマコオロギのメスがひきつけられることが明らかになった。』を裏付ける結果となった。

(2) 装置を使ったコミュニケーション時のコオロギの行動変化

表2 「呼び鳴き」による雌の反応

| | 近 | 中 | 遠 |
|------|-----|------|-----|
| 雌1回目 | 36s | 49s | 75s |
| 雌2回目 | 6s | 154s | 0s |

表3 「呼び鳴き」による雄の反応

| | 近 | 中 | 遠 |
|------|------|-----|-----|
| 雄1回目 | 157s | 3s | 0s |
| 雄2回目 | 98s | 27s | 35s |

表4 「求愛鳴き」による雌の反応

| | 近 | 中 | 遠 |
|------|------|----|----|
| 雌1回目 | 160s | 0s | 0s |

表2より、エンマコオロギの雌の「呼び鳴き」に対する反応は、1回目は滞在時間がそれぞれの場所にばらついており、2回目は真ん中の場所から移動せず、中央に長い時間滞在していた。よって、今回の実験では雌は、雄の「呼び鳴き」によって鳴き声の方に近づくとは言い難い。

表3より、エンマコオロギの雄の「呼び鳴き」に対する反応は、1回目、2回目ともに雄の「呼び鳴き」の音源に近い場所に滞在した。よって、雄は、雄の「呼び鳴き」の方向へ近づく反応を示した。

以上のことから、「呼び鳴き」については、雌よりも雄の方が、鳴き声に対して反応を示し、音源の近くに寄ってきた。

表4より、エンマコオロギの雄の「求愛鳴き」に対する雌の反応は、ほとんどの個体が音源の方へ近づき、音源に近い場所に滞在した。よって、表2・表4より雌は「呼び鳴き」よりも「求愛鳴き」の方に明確な反応を示した。

表2・表3より、2回目の実験よりも1回目の実験の方がエンマコオロギは鳴き声に反応し、音源に近づく行動を示した。同一日に行った2回目の実験では、音源からエンマコオロギの鳴き声が聞こえてきても反応を示さず、その場に留まる行動が多く見られた。

5 まとめと考察

(1) 鳴き声の波形解析について

宇和島市のエンマコオロギにおいて「求愛鳴き」のチャープのシラブル数が7という結果が得られた。そのチャープのシラブル数がエンマコオロギのメスを引き付けるトリガーとなると考えられる。

(2) 装置を使ったコミュニケーション時のコオロギの行動変化について

エンマコオロギの雄の「呼び鳴き」に対する反応は、雌よりも雄に顕著に表れた。しかし、雌より雄の方が反応しやすい理由は不明であるため、実験の回数を増やし、データ数を増やし、今後検討する必要がある。

エンマコオロギの雄の「求愛鳴き」に対する反応は、雌に顕著に表れた。

また、1回目に比べて、2回目の鳴き声に対するエンマコオロギの反応が鈍くなったのは「慣れ」の現象が生じたのではないかと考えられる。

6 今後の課題

(1) 鳴き声「求愛鳴き」の波形解析について

波形をとるための採音の際に、周囲の雑音が入ったことで波形にノイズが生じていたため、より静かな測定環境を整える必要がある。

測定回数が5回と少なくなっているため、データの信憑性を上げるためにも測定回数を増やす必要がある。

この結果が宇和島市に生息しているエンマコオロギにのみみられる特徴の可能性があるため、他の地域に生息する個体のデータも収集し数値化・比較検討をする必要がある。

この結果が他の近縁他種にもみられる特徴である可能性があるため、他種の個体のデータも収集し数値化・比較検討をする必要がある。

(2) 装置を使ったコミュニケーション時のコオロギの行動変化について

コオロギの生存期間の関係もあり、共通点・相違点を見つけるためのデータを十分に収集することができなかつたため、データをより多く確保し実験結果を明らかにする。

コオロギの反応が鳴き声に反応したのではなく、環境の変化などの他の条件によって引き起こされた可能性も考えられるので、実験方法の再検討と実施が必要である。

謝辞

今回の実験を行うにあたり、御助言をいただき、御指導して下さった本校の先生方に感謝申し上げます。

参考文献

- ・角恵理(2004)「コオロギの歌の配偶者選択における役割 - 鍵となるパラメーターの特定」第51回日本生態学会大会釧路大会,日本生態学会大会講演要旨集セッション,ESJ 51 巻,300
- ・角恵理(2007)「コオロギの歌の進化に及ぼすメスの選好性の影響 2007 年度実績報告書」<https://kaken.nii.ac.jp/ja/report/KAKENHI-PROJECT-17770204/177702042007jisseki/>
- ・中越俊明,丸花裕一郎,菊池凱斗,五島愛斗,三好烈(2019)令和元年度 SSH 生徒課題研究論文集「エンマコオロギの奏でる“歌”」
- ・第一学習社(2019)『五訂版 スクエア 最新図説生物』,224
- ・朝倉誠造、生物音響学会(2019)株式会社朝倉書店「生き物と音の辞典」「コオロギの音コミュニケーションと種分化」342,343