

STFTを用いたカニの求愛の解析

宮崎北高等学校
黒木美花(3) 猪股聡太(3)



要約

ハクセンシオマネキのオスは、求愛をするときに大きなハサミを振る。このカニは古くから研究されてきたが、求愛の個体差は研究されていない。昨年度は、オスが大きなハサミを振る速さに、個体差を発見した。これはハサミの振り方には、リズムがある可能性を示唆していた。そこで、オスが求愛をしているメスを明確にし、ハサミの振り方のパターンを調査して次の4つの結果を得た。①オスは平均約25cmまで見えている。②オスは、メスとの距離が20cmを超えると正面を、それより近づけばハサミのない側を向けて求愛をする。③オスの爪先の移動距離は、振り上げと振り戻しで一定だが、その速さは振り上げで個体差があり、振り戻しでは個体差はなかった。④メスにもてるオスはスペクトログラムでは0.1kHzにメインローブが集中し、求愛も途切れなかった。すなわち、ハクセンシオマネキのオスがメスにもてるには、一回の求愛の時間を約3.8秒間で行い、休憩をせずに一定のリズムで大きなハサミを振り続けなければならないとわかった。今回の研究は動物行動学では新たな解析方法として意義を持つ。

ハクセンシオマネキとは？ 本研究の実験方法

オス

メス

学名: *Uca lactea*
◆甲羅の幅 1~2cm
◆ハサミ オスのはさみが片方だけ大きい

求愛

①雌除去実験
1: 1辺90cmの正方形の区画を作成する
2: 区画内のメスを3日間かけて除去する
3: 4日目に区画の壁を無くし、自由にカニが入り出できるようにする
4: その様子をビデオカメラで撮影する
5: 撮影した動画を自作のプログラムで解析する

②雌追加実験
1: 1辺90cmの正方形の区画を作成する
2: 区画の周りで放浪メスを捕獲する
3: 各区画に撮影開始から1時間後に3匹ずつ、30分後に1匹ずつ投入する
4: その様子をビデオカメラで撮影する
5: 撮影した動画を自作のプログラムで解析する

実験における条件制御

観測日の設定理由は以下のとおりである。

条件 1: 干潟の干出時刻が長い大潮の日
条件 2: 潮干狩り客が少ない禁漁期間
条件 3: 学校の授業や課外活動のない日

日付	月齢	干潮時刻	干潮	日出	日入
2019.08.01	29.3	4cm	12:24	5:30	19:11
2019.08.02	1.0	2cm	13:08	5:30	19:11
2019.08.03	2.0	7cm	13:51	5:31	19:10
2019.08.04	3.0	20cm	14:34	5:31	19:09
2019.08.05	4.0	39cm	15:17	5:32	19:08
2020.07.23	2.4	12cm	14:06	7:43	21:24

1 画像解析プログラムができた

① **モルフォロジー変換**
斜めから見た画像を真上から見た画像に変換する

▲撮影の様子
▲切り取り後の画像
▲変換後の画像

② **短時間フーリエ変換**

パソコンはグラフの形を認識できない
全体から一部分を切り取る
グラフを波とみなし、複数の波に分解
周波数ごとの振幅を得る
振幅ごとに色をつける
短時間フーリエ変換で得られたスペクトログラム

●窓関数 → カイザーウィンドウ
●周波数域 → 0.5kHz以下、2.5kHz以下
●窓枠の値 → 256フレーム
●移動平均の有無 → 移動平均あり

短時間フーリエ変換は左の条件で行う

2 25cm程度まで見えている

オスがどのメスに対して求愛をしているのかを明確にするために、オスがどれくらいの距離まで見えているのかを検証した。

▲求愛をしたオス3個体 (nは各オスの求愛回数)

結果
・メスまでの距離は平均約25cm(3個体)
・オスはメスと一定の距離を保って求愛をしている

考察
オスは視覚による刺激をきっかけに求愛をしていると考えられる

3 大きなハサミが邪魔で見えにくい

次に、求愛の対象のメスがオスの正面から何度ずれているか検証した。オスの正面を0°とし、それより右側ならプラス値、左側ならマイナス値として測定した。

▲求愛を行うときの相手(対象個体:メス)との角度の定義

結果 メスまでの距離が20cmを超えるとメスに対して正面で求愛をするが、距離が20cm以内ではハサミのない側の体に向けて求愛をする

考察 メスとの距離が近くなる程大きなハサミが邪魔となり、ハサミのないほうへ体を傾けて求愛をしている

4 ハサミを振る距離はほぼ一定

オスはハサミを胸部の関節を中心に先端(爪先)が楕円を描くように振る。そこで、ハサミの先端(爪先)をトレースし、振り上げと振り戻しの際の速さを求めた。また振り上げと振り戻しにかかった所要時間をPUCAで得た時間(1fps=1/30sec)を用いて、時間とハサミを振る速さの関係を確認した。

相関係数: -0.70
 $y = 3.7349x^{0.78}$
 $R^2 = 0.5861$

相関係数: -0.73
 $y = 5.877x^{1.005}$
 $R^2 = 0.6885$

▲求愛での大きなハサミの振り上げ
▲求愛での大きなハサミの振り戻し

結果
・振り上げも振り戻しも反比例になった
・各オスで振り上げの速さは異なるが、振り戻しの速さは概ね等しい

考察
・ハサミの移動距離は一定だが速さは一定ではない
・振り上げの速さは各オス独自だと考えられる

5 メスにもてるオスとモテないオスの差

●メスにもてないオスの求愛

①休憩をしている
②求愛の間隔が狭い
③メインローブが数か所に表れる

●メスにもてるオスの求愛

▲メスにもてるオスのスペクトログラム

○特徴
①休憩をしていない
②メインローブが0.1kHz前後に集中する
③振り方がほぼ一定

●ハサミを振る速さ

▲求愛一回にかかる時間

結果
・メインローブが見られた周波数が小さいほど求愛一回にかかる時間が長い
・モてるオスは約4.2秒で求愛をしている

考察
1回の求愛を約4.2秒で行い、休憩をせずに、一定のリズムでハサミを振り続けているオスはメスにもてる

6 今後の研究方針

- 今回発見した求愛に成功するハサミの振り方が共通か調べていきたい。そのためには、繁殖期の最盛期に求愛に成功したオスの録画を多く手に入れる必要がある。そこで、干潟に設置するビデオカメラの台数を増やす、または、区画内に入れるメスの数を増やすなどしていきたい。
- 自作の解析ソフトProgram UCA(PUCA)を活用し、正確で詳細な解析に取り組み、ハクセンシオマネキの縄張りの境界や、カニの社会性についても調査していきたい。

7 参考文献

- 宮崎県版レッドデータブック改訂検討委員会. 宮崎県の保護上重要な野生生物 改訂宮崎県レッドデータブック. 鉦脈社, 2011
- 古賀庸憲. カニ類における配偶行動と繁殖戦略. 日本生態学会誌. 2007, vol. 57, 1-12
- Tomoyuki Miura. 宮崎県の干潟面積に関する試算. 宮崎大学農学部研究報告. 2013, vol. 59, 45-55
- ひなた宮崎県総合運動公園管理事務所. 干潟について加江田川河口干潟(かえだがわ)かこうひがた. http://mppf.or.jp/undou/tideland_observation/(閲覧日2020.10.11)
- 青山貴伸・蔵本一峰・森口肇. 最新使える! MATLAB, 第2版. 講談社, 2016
- 北村達也. 初めてのMATLAB. 近代科学社, 2016
- 奥野貴俊・中島弘史. MATLABではじめるプログラミング教室. コロナ社, 2017
- 酒井幸一. デジタル画像処理の基礎と応用, 第6版. CQ出版, 2016
- Hanac200x. <http://www.hanac200x.jp/audio-tips/col13.html> (閲覧日-2020.10.11)
- ロジカルアーツ研究所. 窓関数を用いる理由. <http://www.logical-arts.jp/archives/124> (閲覧日-2020.10.11)
- No Link No Life. カイザー窓はパラメータ1つで連続的に特性を変更できる. <http://www.nolinknolife.livedoor.blog/archives/22997647.html>(閲覧日-2020.10.11)