

コオロギの触覚の働きについて

静岡県立科学技術高等学校

自然科学部 2 年 宮崎紗帆 壬生花世

1 動機

生物の構造や機能を人間の生活に役立てる、バイオミメティクスという考えを知り、関心を持った。テントウムシの翅のたたみ方から着想を得たロケットの技術開発や、触角の仕組みを使用した高性能センサーなど、最新の技術開発などにも利用されており、その体の機能には様々な可能性があると考えられる。今回、私達は昆虫の体の中でも触角に注目した。触角は私たちにはない器官で、優れたセンサーと呼ばれる。どのような性質的な特徴があるのか、コオロギを用いて実験を行おうと考えた。

2 先行研究

コオロギの触角の働きを探る前に、他の昆虫の触角の働きについて調べた。光野(2009)によると、蛾のオスの触角はくし状になっており、遠くにいるメスのフェロモンを感知する。また、長谷川(2005)によると、アリは体表の化学物質を触角で感知し、敵味方を判断する。

コオロギの触角については、研究論文を見つけることができなかったが他の昆虫では、嗅覚として働いていることが多いということが調べる中でわかった。そこでコオロギの触角の働きも主に嗅覚器としてなのではないかと考えた。

3 目的

- ・コオロギの触角に、においを感じ取る器官としての働きがあるのかを調べる。
- ・触角が歩行時に進路を感知するセンサーとして機能しているのかを調べる。

4 予備実験

本実験を行う前に 2 つの装置を検討した。

＜装置 1＞ 図 1 のような 8 又に分かれた装置のうちの一本にニンジンを入れた袋をつけ匂いを装置に充満させたあとにコオロギ入れ、行動を調べた。しかし、この装置ではにおいが弱かったことと、コオロギが通路の中で動かなくなってしまうことがあり、傾向のある行動が見られなかった。

＜装置 2＞ 図 2 のようにプラスチックの水槽の中心にエサを置いて、コオロギが水槽内でどのように動くか観察した。結果は、コオロギがケースのすみを歩くばかりで 30 分間観察し続けてもエサを食べることはなかった。ケースが広すぎたせいではないかと考えられた。

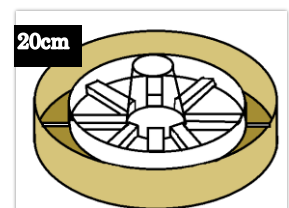


図 1 試作装置 1

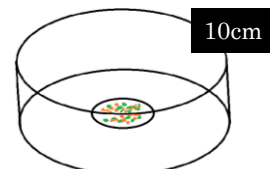


図 2 試作装置 2

5 使用した個体・道具

- ・ヨーロッパエコオロギ(図 3) (6 齢～成体)の個体
- ・スズムシコオロギのエサ(キョーリン飼育教材)

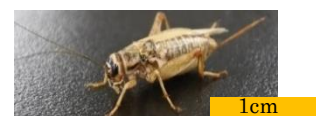


図 3 ヨーロッパエコオロギ

6 実験 1

(1) 目的：コオロギの触角は、においを感知する能力があるのかを調べる。

(2) 実験方法：実験はエサのにおいを用いて行った。コオロギは図4のように触角をそのままにした実験群(触角アリ)と図5のように触角を切り落とした実験群(触角ナシ)の2種類に分けて実験を行う。実験は、触角アリのコオロギを60回、触角ナシのコオロギを55回行った。装置の模式図を図6に示す。部屋を2つに分け、片方の部屋にエサを置き、実験装置の入り口に壁を立て、入り口からエサが見えないようにして実験を行った。入口から入れたコオロギが、どちらの部屋へ入るかを記録した。



図4 触角アリのコオロギ



図5 触角ナシのコオロギ

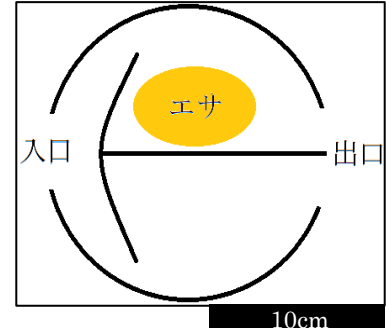


図6 実験1装置模式図

(3) 実験結果：図7に触角アリのコオロギがはじめに入った部屋の割合、図8に触角ナシのコオロギがはじめに入った部屋の割合を円グラフにした。2つの図の比較から、触角アリよりも触角ナシのコオロギの方がはじめにエサのある部屋に入った割合が高いことがわかる。

(4) 考察：今回の実験装置では、触角アリよりも触角ナシの方がエサのにおいに反応していると思われる結果が得られた。この結果からは、触角でエサのにおいを感知している可能性は低いと判断される。

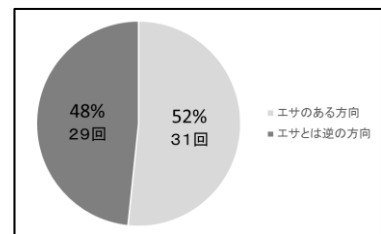


図7 触角アリが入った部屋

7 実験 2

(1) 目的：実験1の結果から、コオロギはエサのにおいを触角では感知していないのではないかと考えられる結果が出た。そこで本当にエサに対しての反応が無いのかを調べるため、触角以外の感覚器官をふさいで実験を行う。

(2) 実験方法：プラスチックカップの底を平らにするために湿らせたティッシュペーパーを敷き、中心にエサを置く。コオロギを入れ、エサを食べるまでの時間を調べた。コオロギは図9のように触角以外の感覚器官をふさぐために触角以外の部位にチョークの粉をつけた実験群(粉アリ)と、チョークの粉をつけていない対象群(粉ナシ)とで実験を行った。粉アリ、粉ナシ共に10回ずつ実験を行う。

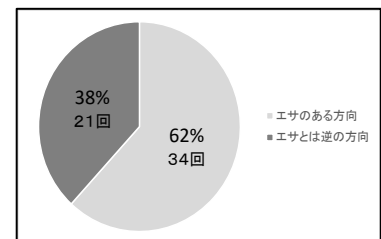


図8 触角ナシが入った部屋



図9 チョークの粉アリ、粉ナシのコオロギ

(3) 実験結果：エサを食べ始めるまでの時間の平均を図10に示した。粉ナシの平均の25秒と比べると、粉アリは平均93.9秒であり、エサを食べるまでに時間がかかっていた。粉アリは実験中に自分の体についたチョークの粉を取っているような動きを見せ、ある程度チョークの粉が取れたところでエサを食べるという行動が観察された。

(4) 考察：食べ始めるまでの時間の差や、行動観察の結果などから、コオロギがエサを見つける時間に触角以外のところにかかったチョークの粉が影響していると判断できる。このことからエサの認識を触角ではしておらず、他の器官でエサの存在を感知している可能性が高いと考えられる。

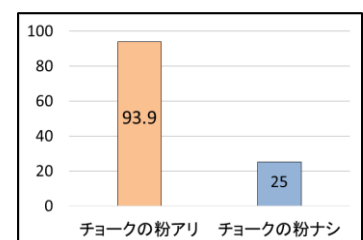


図10 コオロギがエサを食べ始めるまでの時間(s)

8 実験3

(1) 目的：実験 1、2 から、触角アリのコオロギがエサのにおいを感知していると思われる結果は得られなかった。そこで、避けるといわれているにおいに対してはどのような反応を示すのか、ミントのにおいを用いて実験を行う。

(2) ミントについて：ミントに含まれるメントールは昆虫に対して忌避効果があるといわれ(京都府立園部高等学校研究 (2020)、静岡総合教育センター研究 (2010) より)、害虫よけの対策にも多く使用されている。今回は学校で入手したスペアミント(図 11)を 10 分間煮込んで作成したミント水(図 12)を用いて実験を行った。



図 11 ミント



図 12 ミント水

(3) 実験方法：においを仕切るためにプラケースの中をポリエチレンで作成したカーテンで区切った装置(図 13)を使用し、コオロギを 1 匹ずつ部屋に入れる。スタートは右側から始める場合、左側から始める場合を同じ回数にし、左右の偏りが出ないようにした。装置内で移動するコオロギの各部屋での合計滞在時間と部屋ごとの移動の様子を 5 分間観察した。実験は触角アリ、触角ナシの実験群で行う。条件は以下の通りである。

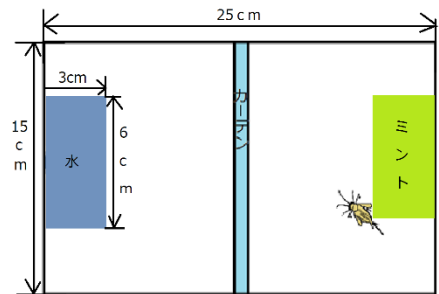


図 13 実験 3 実験装置模式図

①左右両方の部屋に水を置く実験

左右どちらにも水で湿らせた脱脂綿を置き、コオロギの行動に左右のどちらかに行きやすいなどの特徴がないかを調べる。実験は触角アリ、触角ナシ共に 40 回ずつ行う。

②ミントを片方の部屋に置く実験

左右どちらかの部屋にミント水をしみこませた脱脂綿、もう片方に水をしみこませた脱脂綿を置き、実験を行った。実験は触角アリ、触角ナシ共に 20 回ずつ行う。

③ エサを片方の部屋に置く実験

左右どちらかの部屋にエサのにおいをしみこませた脱脂綿、もう片方に水をしみこませた脱脂綿を置き、実験を行った。実験は触角アリ 20 回、触角ナシ 10 回行う。

(4) 実験結果：合計滞在時間中に各部屋にいた割合を出し、図 14 にグラフにしてまとめた。平均滞在時間は各部屋の滞在時間の合計を行動回数で割り、算出した。行動回数は各部屋を行き来し、部屋に入った合計の回数で求めた。

図 14 より水のみの実験では合計の滞在時間を左右で比べると、触角アリと触角ナシでは左右の差はどちらもとても小さく、偏りはないように見える。一方、水とミントでは、触角アリ、触角ナシ、どちらもミント側でのほうが水側よりも滞在時間が短かった。又、水とエサのにおいでは、触角アリ、触角ナシのどちらもエサのにおい側に長くいたことがわかる。

平均滞在時間を求めて比べると、図 15、16 より水のみの実験では触角アリではどちらも同じくらいの時間ではあるが、触角ナシでは右側のほうに長く滞在していることがわかる。又、水とミントでは、触角アリがミ

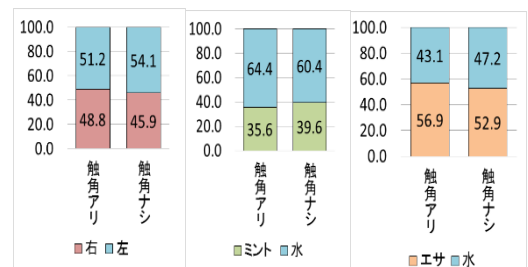


図 14 合計滞在時間中に各部屋にいた割合

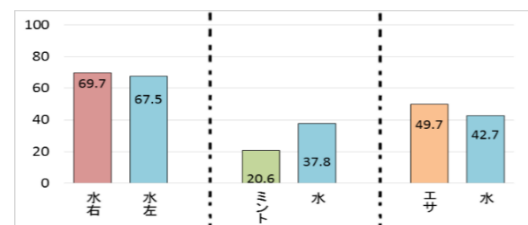


図 15 触角アリ平均滞在時間のグラフ(s)

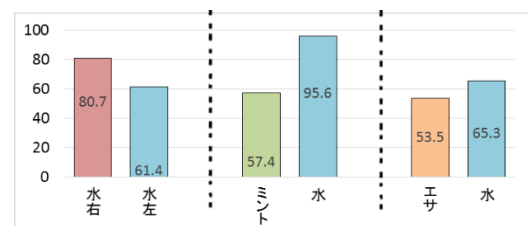


図 16 触角ナシ平均滞在時間のグラフ(s)

ント側での滞在時間が短いのに対し、触角ナシでは、どちらも触角アリよりも比較的長く滞在している。水とエサのにおいては触角アリでは、エサ側にわずかに長くいるが、触角ナシでは水側のほうがわずかに長い。すべての条件下において触角ナシは平均滞在時間が長いという結果が得られた。

(5) 考察：今回の実験装置では、触角アリよりも触角ナシの方がエサのにおいに反応していると思われる結果が得られた。この結果からは、触角でエサのにおいを感知しているとは考えにくい。

触角アリよりも触角ナシの方がエサのにおいに反応していると思われる結果が出たのは、触角以外の場所でおいを感知している、触角を切られたことによりその他の感覚が鋭くなったなど、別の要因があるのではないかと考えた。

9 実験 4

(1) 目的：実験 3 より、触角アリのコオロギと比べて触角ナシのコオロギの移動回数が減ることに気が付いた。なぜそのような結果になったのか歩行を映像で撮り、触角アリのコオロギと触角ナシのコオロギの歩行の様子の違いを調べる。

(2) 実験方法：触角アリのコオロギと触角ナシのコオロギの壁に対しての歩き方をそれぞれ 3 分間スローモーションで動画を撮った。実験回数は触角アリ、ナシ共に 10 本映像を撮った。

(3) 実験結果：180 秒間の映像から、18 秒毎にコオロギと壁のなす角度を測り、10 個のデータをとった。図 17 に触角アリのコオロギの壁に対する角度、図 18 に触角ナシのコオロギの壁に対する角度をそれぞれヒストグラムに、図 19 にそれぞれの壁に対する角度の平均をグラフに示した。図 17 を見ると触角アリのコオロギは 0-4 の角度が 48 匹と最も多いのに対し、図 18 を見ると、触角ナシのコオロギは 15-19 と 25-29 がそれぞれ 20 匹ずつで最も多かった。触角アリのコオロギの壁に対しての平均角度は 6.63° 、触角ナシのコオロギは 27.44° であった。また、動画を見る中で、図 20 の触角アリのコオロギが壁に沿うように歩行しているのに対して図 21 の触角ナシのコオロギは壁に対して突っ込むようにして歩行している様子が見られた。

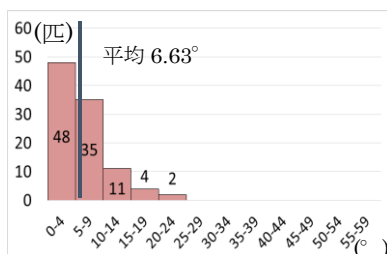


図 17 触角アリのコオロギの壁に対する角度のヒストグラム

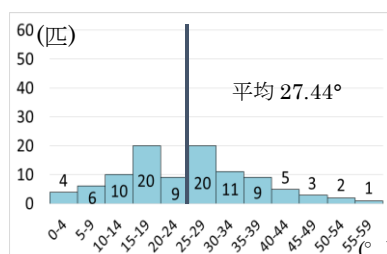


図 18 触角ナシのコオロギの壁に対する角度のヒストグラム

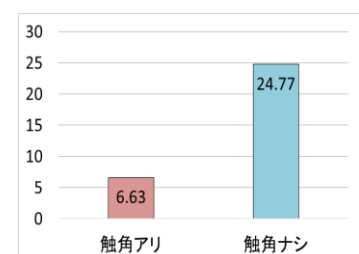


図 19 触角アリ触角ナシの壁に対する角度の平均 (°)

(4) 考察：触角ナシのコオロギは触角アリのコオロギより 6 倍ほど壁に対する角度が大きかった。このことからコオロギの触角は触覚器官として使われており、歩行の際に壁に沿って平行に歩くために使用していると考えられる。



図 20 触角アリコオロギ歩行 図 21 触角ナシコオロギ歩行

10 研究のまとめ

(1) コオロギの触角には、においを感知する機能はあるのか

・実験 1 では、触角アリのコオロギよりも触角ナシのコオロギの方がエサのにおいを感知していると思われる結果が得られた。このことから触角でエサのにおいを感知しているとは考えにくいことが考えられる。

- ・実験2からチョークの粉アリのコオロギが、粉ナシのコオロギに対して、エサをくわえるまでの時間が長いという結果が得られた。このことから、触角ではない他の器官を用いてエサを感知しているのではないかと考えた。

- ・実験3からミントと水の実験では触角アリ、触角ナシ共にミント側での滞在時間が短いという結果が得られ、水とエサの実験ではどちらも餌の部屋の滞在時間が長いという結果が得られた。どちらも同じ反応を見せたというところから、触角ではない部分においてにおいを感知している可能性が高いと考えられる。

(2)歩行行動の際にどのように触角を使っているのか

- ・実験3では、合計滞在時間では違いが見られなかったのに対して、各部屋の平均滞在時間では、触角ナシは触角アリと比べてすべてのデータにおいて一回の滞在時間が長くなっているという結果が出た。これは、触角アリが頻繁に部屋を入れ替わるのに対して触角ナシはじっとしていることが多いということを意味している。このことから、触角ナシのコオロギは触角アリに対して動きが鈍くなっていると判断できる。

- ・実験4から触角ナシは触角アリよりも約6倍壁に対する角度が大きくなっていることがわかったことから、コオロギの触角は歩行の際に壁に沿って平行に歩くことに関係している可能性が高いと考えられる。

11 結論

以上の結果から、コオロギの触角はにおいを感知する機能はなく、歩行の際に役割をはたしている可能性が高いと結論づけた。

12 感想

研究を始めたばかりのころはコオロギの飼育がうまくいかず、エサを何日抜けばよいかなどを確認する作業に時間がかかったり、実験しようと思うと湿度や温度で絶滅していたりと、思うように実験が進まないことがあり大変だった。そのため実験をあまりたくさん行うことができなかったが、飼育を続ける中で適切な飼育方法を見つけることができたり苦手だった虫に触れるようになったりした。実験装置を作成するときには、コオロギがダンボールを登ってしまうのでクリアファイルを張ったり、装置の角で動かなくなってしまうので角を減らしたりと工夫をすることが多く生物を取り扱うことの難しさや、新しい視点を学ぶことが出来た。

13 今後の課題

- ・壁がないところを歩くときにはコオロギの触角はどのように働いているのかなど、歩行についてさらに詳細に調べたい。
- ・コオロギ以外の昆虫の触角についても調べたい。

14 参考文献

- ・光野秀文(2009)「蛾類の性フェロモン受容体遺伝子の同定」
- ・長谷川英祐(2005)「アリの行動と化学物質」
- ・京都府立園部高等学校(2020)「悪臭カメムシはミントが苦手」
- ・静岡総合教育センター(2010)「コオロギの嗅覚記憶」
- ・安藤俊哉／藤原晴彦／小嶋徹也(2018)「昆虫の嗅覚器である「触角」の形が進化するメカニズムの解明」
- ・岡田二郎(2002)「昆虫の触覚行動」