

1. すごいぞ！100m 以上も飛ぶバッタのひみつV

静岡大学附属島田中学校

1 年 寺尾皓太郎

1 動機

つかまえようとした時に、とても遠くまで飛んで逃げていくことができるバッタのひみつについて、4 年間研究を続けてきた。これまでの研究結果をもとに、特に感覚器（複眼・単眼・聴覚・触角）のはたらきについて追求し、明らかにしたいと思い、引き続き「バッタのひみつ」について研究を行った。

2 研究の目的

- (1) バッタは、もしかしたらモンシロチョウのように紫外線などの方がよく見えているのではないかと予想した。このことについて、確かめてみたい。
- (2) 単眼は飛んでいるときの姿勢を制御する働きがあることが考えられる。実際はどうか、今年、調べたい。
- (3) トノサマはほかのバッタより聴覚が、優れているのでは？と予想を立てた。また、捕まえた時の鳴き声は仲間への「危険信号」、草むらでの鳴き声は、ほかのオスに「縄張り」を、メスには「求愛」を知らせる信号であると予想した。今年は、これらの予想があっているかを調べたい。
- (4) 昨年度、後脚のモデルを作ってみたが、作ってみて中学 3 年間のあいだに「バッタロボット」を作りたいと思うようになった。今年度から、少しずつ取り組んでいきたい。

3 研究の方法

(1) 複眼の働きを調べる。

- ① 暗くした部屋の中にバッタを置き、白色光、赤色光、青色光、ブラックライト中でバッタの動きを観察したり、バッタにもものを近づけた時の反応を観察したりする。
- ② バッタにとって一番感度のよい光の中で、単眼を隠した場合のバッタの行動を観察する。
- ③ バッタにとって一番感度のよい光の中で、複眼を隠した場合のバッタの行動を観察する。

(2) 単眼の働きを調べる。

- ① 棒につけた糸でバッタの体をしばり、暗い部屋の中で、下からバッタを電灯で照らした場合、どのように飛ぶか（上から照らされている時との違い）を調べる。
※飛ばし続けさせるために、バッタの体に送風機で風を送り続ける。

- ② 暗い部屋の中で、横からバッタを電灯で照らした場合、どのように飛ぶかを調べる。

(3) 聴覚について調べる。

- ① 3.5 m³ ぐらいの網でおおわれた部屋を作り、その中にトノサマバッタを 10 匹ほど入れ、草の中で鳴いている鳴き声を録音したものや、捕まえられた時の鳴き声を録音したものを聞かせ、バッタの反応を観察する。
- ② 水槽の中にトノサマバッタのオス・メスをそれぞれ入れ、いろいろな高さの音（できれば、録音した鳴き声の音を高くしたり、低くしたりして使用したい）を聞かせた時のバッタの反応を観察する。

(4) 触角の働きについて調べる。

- ① 触角について書かれている書籍や、研究の結果をインターネットなどで探し、調べる。

②触角を触ったとき（指で、草で、プラスチックでなど）のバッタの様子を観察する。

(5) ロボット作りの基礎研究

①インターネット、書籍などで「バッタロボット」についての情報を集める。

②昨年度の後脚のモデルをもとに、ギアやクランクなどを使って動く後脚モデルを作成する。

4 研究の結果

(1) 複眼のはたらきを調べる。

赤い光の中では、バッタが光源に近づくなどの動きが見られなかった。青い光の中では、光源に登り動き回るなど、激しい行動が観察された。白い光の中でも、青い光ほどではないが、よく動き回ることが観察された。ブラックライトの光の中では、青い光の中に続いて、オスはよく動くものがある一方で、メスは、そこから遠ざかるような反応も見られた。また、メスの場合は、赤い光でも青い色ほどではないが動くことが観察された。

バッタの反応が一番良かった青い光の中で、単眼をシールで隠した（複眼のみ）場合と複眼をシールで隠した（単眼のみ）場合のバッタの行動を観察した。表1にあるように、シールを貼らなかった時に比べ、どのバッタも動きが鈍くなり、その場で回転する行動が多くのバッタで観察された。

(2) 単眼の働きを調べる。

光を下からあてた場合、飛び方が不安定で、腹を上にして飛んでいた（背を光の方向に向けて飛んでいた）。光を横からあてた場合、二足歩行に近い体勢（頭が上で足が下）で飛び、腹は、光の逆側を向いていた。明るい部屋（光を上からあてた）の場合、バランスを崩さず円を描くように飛んだ。腹は下を向いていた。

(3) 聴覚を調べる。

網で覆われた部屋に、オス9匹、メス1匹の計10匹を放した。近くにバッタのいないところから「草の中で鳴いているバッタの声」を聞かせたが、バッタが、場所を移動するなどの変化は見られなかった。「捕まえた時に鳴いているバッタの声」も聞かせてみたが、特に変化はなかった。次に、網に留まっているバッタのそばで2つの音を聞かせてみたが、そのバッタに動きは見られなかった。

音を聞かせなければ、自分たちで鳴くかもしれないと思い、途中から、音を流さずにしておいたが、その後も大きな変化は見られなかった。交尾中のオスとメスは、部屋の上の方の角のところで全く動かず、そして2匹は離れずにいた。

何の変化も見られないため、部屋の広さに対してバッタの数が足りないのかもしれないと思い、新たにバッタを捕まえてきて、オス2匹とメス1匹を加え、計13匹で実験を2日間継続した。約2日間の実験の間に、最大で6匹のバッタ（オス5匹、メス1匹）が、光の近くに集まった。追加でメスを入れた後、3匹程（最大の時は4匹）がメスを奪い合うように、メスのそばで鳴き交わしていた。そのメスは、僕が寝ている間に、メスの近くで奪い合いをしていたオスとはほかのオスとくっついていった。

バッタを水槽に入れ、録音した2つの鳴き声を高い音と低い音に変換（録音した音の高さを変えるには、フリーソフトの「Audacity」（<http://sourceforge.net/projects/audacity/>）を使い、高い方は約24Hzと約48Hz高くしたもの、低い方もそれぞれ、約17Hzと約30Hz低くしたもの）したものを聞かせてみたが、高い音を聞かせてみても、低い音を聞かせてみても特別な反応は確認できなかった。また、複眼の実験で使った、オスの反応がほとんどなかった赤色光やメスがあまり動かなかったブラックライトの中でも同じ実験を行ってみたが（よく見えないうちでは聴覚が研ぎ澄まされ、反応が良くなるかもしれないと考えたため）白色光の中で行った時と同じように、音の高さの違いによる変化は観察されなかった。

(4) 触角を調べる

バッタの触角についての情報を書籍やインターネットで調べたが、カイコガやコオロギ、シヨジョウバエなどの触角の働き（嗅覚）については、多く見つかったが、バッタの触角のはたらきについては今回見つけることができなかった。

実際にバッタの触角に何かを触れさせる実験では、指、プラスチック、草で行っていても、触れるものの違いにより、反応が変わるといった特別な反応は見られなかった。今まで気がつかなかったが、バッタは、触角を意外とよく動かしていた。一度触ったものに自分から触角を動かして触ってきてみたり、触角をグーっと下の方へ下げたりして、何かを感じ取ろうとしているかのように見えた。また、触角に触れた時に、オスのバッタは、鳴き出すものが何匹かいた。

(5) バッタの後脚をレゴで作る

レゴ社製の「CRAZY ACTION CONTRAPTIONS」を使ってバッタの脚を昨年度よりも精密に表現した。

5 研究の考察

(1) オスとメスにより、見え方の違いがあるのか？なぜが深まる複眼の働き！？

2年前に行った実験を裏付けるように、赤い光の中では、バッタはあまり見えていないようだった。しかし、メスは赤い光の中でも、光に近づいていくことが観察された。また、ブラックライトの中では、オスは、青い光について動きが激しかったのに比べ、メスは光を避けるような動きが見られた。メスが紫外線を避けるのは、紫外線は生物にとって毒となるということを知ったことがあるので、もしかしたら、「卵（子孫）を守る」ために、避けたのかもしれない。この二つの光については、オスとメスで行動が大きく違ったので、オスとメスにより見え方の違いがあるのでは？と考えた。今回は、オス6匹とメス4匹の結果なので、もっと多くのバッタで実験してみて、本当にオスとメスにより、見え方の違いがあるのか確かめる必要がある。

(2) 単眼で飛行中の姿勢制御をしていることはほぼ間違いなし！！

これほどまでに、はっきりとした結果が出るとは正直言って驚きだった。今回は、単眼で光を感じて飛んでいる時の姿勢を保っているのであれば、普段は、上から太陽の光を感じているので、暗い部屋で下から光で照らしたら、上下反対になって飛ぶかもしれないと思い、実験を行ってみた。結果でも書いたように、トノサマバッタは、光がある方に背を向けて飛ぶということがわかった。



今回は、白色光のみで行ったが、複眼の実験の時に使った、赤色光、青色光、ブラックライトで同じ実験をしたらどのような結果になるかも興味があるところである。また、周期的に、光が「上・下・右・左」などというように向きが変わった場合、トノサマバッタがどれぐらいの周期まで対応できるのかということも調べてみたい。

(3) オスの鳴き声は、縄張り主張、そしてメスへの求愛のメロディ

今年は、草の中で鳴いているトノサマバッタの鳴き声と、捕まえた時のバッタの鳴き声を録音し聞かせてみたが、結果のところでも述べたように、バッタに大きな反応の違いはなかった。このことから、昨年度、大阪市立自然史博物館の学芸員松本さんが教えてくださったように、「捕まえた状態の発音は、自分が逃げるための発音（捕まえた相手を驚かせる効果があるのかもしれない）か、逃げるために体を動かすことにより音のでているのかなと思います（これは考えているだけなので、確かめる方法を思いついたら、試してみたら面白いかもしれません）」

という説明が一番納得できる。ただ、このことはまだ証明されたわけではないので、確かめる実験方法を今後考えて実施してみたい。

音の高さを変えて鳴き声を聞かせてみた実験では、僕は、高い方がよく反応と思った。しかし、実際に実験をしてみると、低い音でも高い音でも、バッタの反応に変化がなかった。

ただ、今回バッタの鳴き声の音の高さのみを変更して実験を行ったので、音の大きさや音色によっては、バッタの反応が違ってくるのかも知れない。単に、バッタの鳴き声を全体的に低くするだけでなく、ある周波数域の部分だけ増幅することができれば、バッタが、どんな音に反応しやすいのかということが確かめられるのかもしれない。今の自分の知識と技術（持っている装置）では、なかなか難しい実験になると思われるが、今後も追及していきたい。

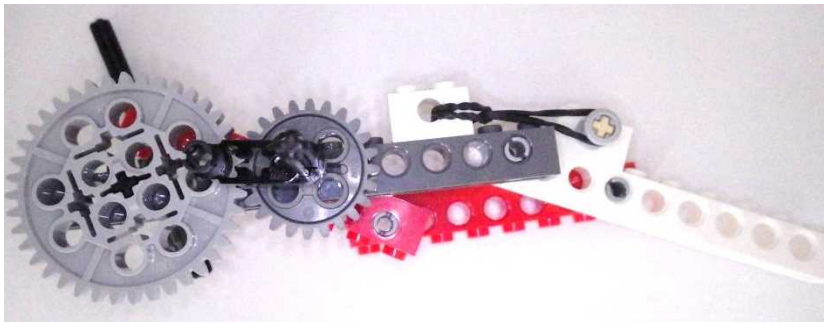
(4) まだまだ、よくわからないことが多い触角のはたらき

結果のところでも書いたが、書籍でも、インターネット上に公開されている研究等でも、トノサマバッタの触角を扱ったものが見つけられなかった。

触角には、「視力を補うはたらき」や「異性と出会いプロポーズするためのはたらき」もあるらしい。バッタの様子を詳しく観察すれば、トノサマバッタもコオロギと同じように触角同士をふれ合わせながらオスカメスカの判断をしている場面に出会えるかもしれないので、ぜひ、取り組んでみたい。

(5) 後脚1つ作るだけでも大変だ～！

ロボット作りのための基礎研究として、今年は昨年度モデルを作ってみた後脚をギアやクラ



ンクを使って作ることに挑戦してみた。取り組んでみると思った以上に大変で、バッタの後脚のように縮んだときはできるだけ0度に近づき、伸びたときには180度に近づくように組み立てるにはどうしたらいいか、ギアをどこにどのように入れるか、レジリンに見立てたゴムをどのように設置するか、等々頭を悩ますことばかりだった。

父にも相談しながら、二人で「ああでもない、こうでもない」とやっていたら、完成するまでに4時間以上かかってしまった。たった1本の後脚を作るだけでもこんなに難しいのだから、ロボットを作るというのはとても難しいのだと思った。出来上がったものは、たいしたものではないかもしれないが、僕にとっては、ギアなどのはたらきでこのような動きができるということを体験でき、何とか中学の間にロボットを作りたいという意欲が高まった。まずは、今回作った後脚をモーターで動かすことができるか挑戦してみたい。

6 おわりに

今年も石川県ふれあい昆虫館の林和美さんには、研究のアドバイスをいろいろいただきました。自分が気づかないような実験の方法や、バッタの習性など様々なことを教えていただきました。感謝申し上げます。