

飛翔前に体温調節をする甲虫しない甲虫

熊本県立東稜高等学校 生物部

1 はじめに

私たちは昨年、固定された状態でも容易に飛翔行動をとるシロテンハナムグリ (*Protaetia orientalis submarmorea*) を用いて、飛翔前に体温を約 37℃ に調節して飛翔すること、腹部をヒクヒクさせる 2 種類の動きで体温調節をしていることを報告した (図 1)。今回、飛翔前体温調節行動が、他の甲虫でも一般化できる現象であるのか確認したいと考えた。さらに、昨年は甲虫を固定して実験を行ったので、より自然な状態で飛翔前の体温変化を調べたいと考えた。

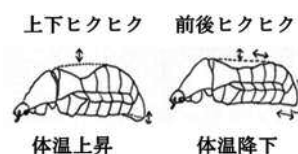


図 1 体温調節行動

2 研究の目的

- (1) 飛翔前の体温調節が、自然状態でも行われている行動であることを確認する。
- (2) 複数種の甲虫で飛翔前の体温変化を比較し、体温調節行動が一般的現象か確認する。
- (3) (2)に違いがあった時、その要因を明らかにする。

3 研究方法

- (1) 研究期間：2014 年 6 月～10 月
- (2) 実験場所：熊本県 熊本市・大津町
- (3) 実験に用いた甲虫 (表 1)
- (4) 採集場所：熊本県熊本市・大津町
- (5) 甲虫に飛翔行動をとらせる装置と実験方法

表 1 実験に用いた甲虫

種類	平均体重(g)
ニレハムシ <i>Pyrrhalta maculicollis</i>	0.01
ナミテントウ <i>Harmonia axyridis</i>	0.01
ナナホシテントウ <i>Coccinella septempunctata</i>	0.01
コアオハナムグリ <i>Gametis jucunda</i>	0.34
アオドウガネ <i>Anomala albopilpsa</i>	0.70
シロテンハナムグリ <i>Protaetia orientalis submarmorea</i>	1.00
カナブン <i>Pseudotorynorrhina japonica</i>	1.08
アオカナブン <i>Rhomborhina unicolor</i>	1.19
ノコギリクワガタ <i>Prosopocoilus inclinatus</i>	2.10

A：「固定(定位置)飛翔装置」(図 2 左)：

胸部背面を垂直な棒の下端に両面テープで固定し、足を浮かせて飛翔行動をとらせる。10 秒間隔で測定。

B：「固定(回転)飛翔装置」(図 2 中央)：水平に円運動する装置の端に胸部背面を両面テープで固定。飛翔中の体温を、回転を止めて測定。

C：「自然飛翔装置」(図 2 右)：カップに虫を入れると垂直の枝を登ぼり、頂端で飛翔する装置を

新たに製作。飛ぶまで 10 秒間隔で測定。従来の装置では飛びにくい甲虫もよく飛んだ。

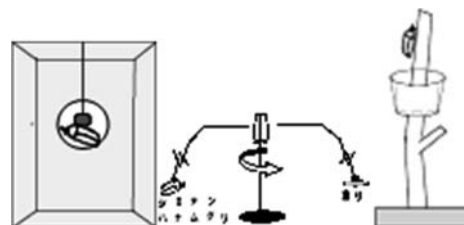


図2 飛翔装置(左:固定(定位置)・中央:固定(回転)・右:自然)

- (6) 体温測定には赤外線熱画像装置(Thermo Shot F20/日本アビオニクス/0.1℃まで測定可)を用いた。コガネムシ科では最高体温となる胸部腹面中央を測定した。テントウムシ科・ハムシ科ではどの方向から撮影しても中心温度にほとんど差は無かったので、方向に関係なく測定した。
- (7) ハムシ科には餌としてケヤキの葉、テントウムシ科にはアブラムシ、その他には市販の昆虫ゼリーを与え、ケースに腐葉土を入れて飼育した。実験者の体温の影響を避けるため、虫の取り扱いにはスプーンやピンセットを用いた。

4 結果

- (1) 固定飛翔装置と自然飛翔装置とで飛び始めの体温に差がないかを比較した。シロテンハナムグリを用い、気温 27±1℃条件で実験を行った。固定飛翔装置 35.7±3.5℃(±sd)、自然飛翔装置

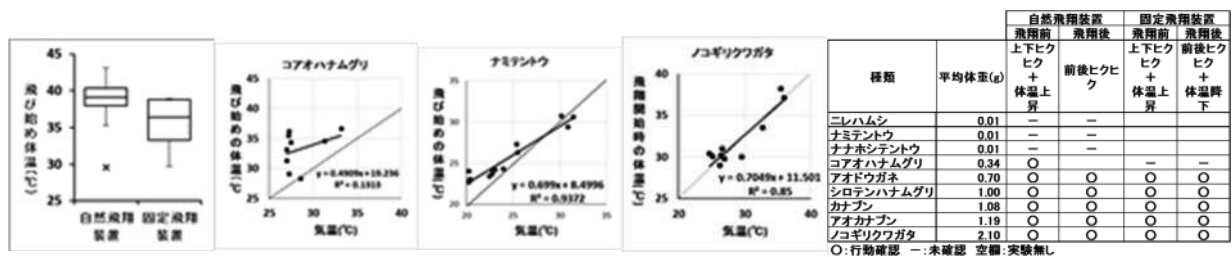


図3 装置による飛び始めの体温比較 図4 飛び始め体温と気温の関係 表2 種ごとに確認した体温調節行動

38.5±3.6℃で、マンホイットニーのU検定で有意な差が認められた ($p=0.0301<0.05$) ($n=22$) (図3)。自然飛翔装置のほうが飛び始め体温のばらつきが小さく、より高い体温で飛翔していた。

(2) 自然飛翔装置を使用し、気温と飛び始めの体温の関係を種ごとに比較した。シロテンハナムグリ ($R^2=0.0872$)、コアオハナムグリ ($R^2=0.1313$) (図4a)、アオドウガネ ($R^2=0.1754$) は気温と飛び始め体温に相関はなかった。これら3種は体温を上昇させて飛翔を開始した。ナナホシテントウ ($R^2=0.8398$)、ナミテントウ ($R^2=0.9372$) (図4b)、ニレハムシ ($R^2=0.9361$) では気温が高いほど飛び始めの体温が高い相関が見られ、飛翔前の体温上昇は確認されなかった。ノコギリクワガタ (図4c) では気温が高いほど飛翔開始体温が高い相関が見られた ($R^2=0.85$)。しかし、飛翔前に体温調節行動を行い、体温を上昇させていた。

(3) コガネムシ類で、上下ヒクヒクと前後ヒクヒクを観察した (表2)。気温が40℃ほどの高温時、固定飛翔装置で体温を下げる前後ヒクヒクを観察したが、自然飛翔装置では観察しなかった。

5 考察・まとめ

- (1) 固定飛翔装置は脚が浮いているためストレスがかかり、体温上昇途中に飛び始めてしまうため、飛び始め体温が低く、データのばらつきも大きくなったと考えられる。自然飛翔装置では甲虫に負荷を与えず、飛翔前の甲虫の正確な体温を測定できた。昨年、シロテンハナムグリは37℃で飛翔すると報告したが、39℃前後で飛翔するとしたほうがよいようだ。昨年報告した飛翔前の前後ヒクヒクは、自然飛翔装置では確認できなかった。固定飛翔装置の脚が浮いているというストレスにより誘発された行動で、自然な行動ではない可能性が高い。
- (2) 体重0.34g以上の体が大きい甲虫は体温を上昇させ、それより軽い甲虫はほとんど体温上昇せずに飛翔した。体重が重い、つまり体が大きい方が体重あたりの表面積が小さい。熱の放散が小さくなり、体温を維持しやすくなることが、体温調節に必須の条件だと考えられる。
- (3) 体重の重いノコギリクワガタは飛翔前の体温上昇を行っていたが、上昇体温は最大でも3.7度と小さく、気温の影響も受けていた。体が扁平で、表面積/体積が大きいことが熱の放散を大きくし、体温調節を行いにくくしている可能性がある。体温調節は体型にも影響されるようだが、甲虫の体型と体温調節の関係は今後の課題である。

6 参考文献

2013, 東稜高校生物部, シロテンハナムグリは37℃で飛翔する / 2000, バード・ハインリッヒ, 熱血昆虫記 / 2000, 松香光夫, 大野正男, 北野日出男, 後閑暢夫, 松本忠夫, 昆虫の生物学 [第二版] / 2014, 尾園暁, ハムシハンドブック, 文一総合出版 / 2012, 松原史典ら, 日本産コガネムシ上科標準図鑑

7 謝辞

東海大学農学部の村田浩平准教授に昆虫についてのアドバイスをいただきました。ありがとうございました。