

飛行時のシロテンハナムグリの体温変化

熊本県立東稜高等学校生物部 2年 藤本 仁敏・平野 カ斗・田邊 亮太
1年 栗屋 大志

1 はじめに

昨年の先輩の研究から、昆虫は体温が上昇したときに飛行することを知り、興味を持った。

2 研究の目的

飛行中および飛行の前後に、昆虫の体温がどのように変化するかを明らかにする。

3 研究の方法

- (1) 研究期間：2012年7月～10月。
- (2) 甲虫の捕獲及び実験は、熊本県熊本市で行った。
- (3) 複数種の昆虫で予備実験を行い、飛行しやすいこと、大型で体温測定が可能なこと、普通種で多くの個体が得られることから、シロテンハナムグリ (*Protaetia orientalis submarmorea*) で実験を行うことにした。シロテンハナムグリを東稜高校敷地内で約20個体捕獲し、14個体を実験に用いた。平均体長25.0mm、平均体重1.01gだった。
- (4) 「強制飛行装置2号」を作成し、昆虫に飛行行動をとらせた。
ア 上方向から伸びてくる棒の先端に、昆虫の背中を両面テープで固定する。
イ 脚の直下に、横向きに、可動式の棒を置き、最初は脚が地に着いた状態を保つ。
ウ 脚の直下にあった可動式の棒を移動させ、脚を浮かせ、昆虫に飛行行動を促す。
- (5) 昆虫の体内の温度の測定は困難なので、胸部の表面温度を測って体温とした。測定には赤外線放射温度計と赤外線熱画像装置 (InfReCサーモギアG100) を用いた。
- (6) 体温は一定間隔 (基本的に10秒) で計測した。
- (7) 体温計測中、昆虫の行動・状態を目視・ビデオ録画で記録し、次の基準で分類・分析した。
0：硬直 1：静止 2：脚を動かす 3：腹部をひくひく動かす 4：排尿 5：飛行

4 研究の結果

- (1) 赤外線放射温度計を用いた44回の実験の内、飛行したのは28回だった。飼育装置内での安静時の体温は気温とほぼ同じ (差は1℃以内) だった。飛んだ時の最高体温は36.8℃で、気温よりも最大で10.4℃上昇した。赤外線放射温度計は至近距離から測定するため、装置が虫の体に触れやすく、飛行中の温度を継続して計ることはできなかった。
- (2) 赤外線熱画像装置は虫から10cm離れた位置から測定できるため、飛行行動中の温度も継続して測定できた。29回

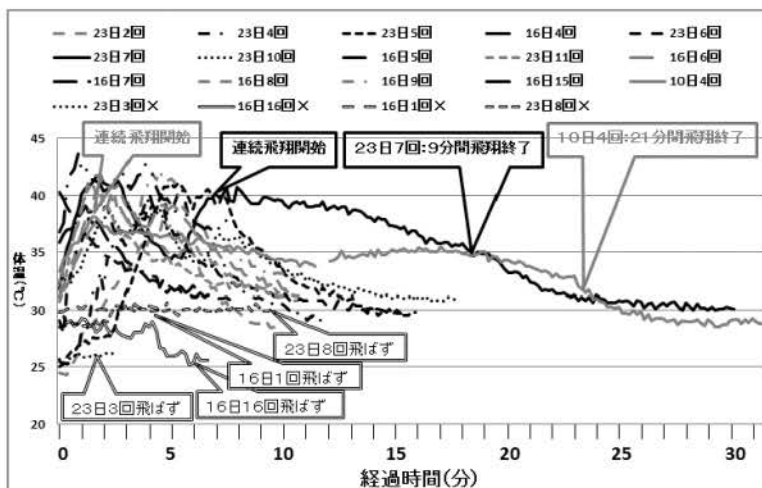


図1 赤外線熱画像装置による体温変化の記録

の実験データを解析した（図1）。飛翔した時の最高体温は43.7℃、平均39.7℃、最低は31.8℃だった。飛びはじめの体温と気温との差は、最大で19.5℃、平均13.7℃あった。飛んだ時の気温(X)と上昇温度（最高体温－気温）(Y)には $Y=-1.2125X+45.1824$ （ $\alpha=0.05$ ）の相関が認められ、気温が高いほど少しの体温上昇で飛んでいた。飛んだ時の最高体温の平均は39.7℃、飛ばない時は28.5℃で、有意な差が認められた（ $\alpha=0.05$ ）。飛翔前に胸部体温は急上昇しており、最も変化の激しい30秒間の上昇速度は、最高で5.4℃/30秒、平均3.3℃/30秒だった。

(3) 飛翔行動に伴う体温変化・行動変化の典型的なパターンは次のようであった（図2）。

脚を浮かせると、すぐに脚を動かし始めるが、体温変化は小さい。腹部をヒクヒクと動かし呼吸量が増大すると、胸部体温が急速に上昇する（平均13.7℃上昇）。胸部体温が40℃前後になると、体温上昇が穏やかになる。飛翔行動をとり始めると、体温がすぐに低下しはじめる。結果として、体温上昇のピークが飛翔開始となる。飛翔行動中、体



図2 飛翔行動時の体温と行動の変化の典型例 9月16日第3回実験

温は緩やかに低下する。飛翔行動をやめると、体温はさらに低下する。温度が低下すると、硬直状態になることもある。

(4) 体の部位では、胸部がもっとも高く温度上昇した。腹部は胸部より少し遅れて上昇した。

(5) 飛翔前（温度上昇時）は、腹部を上下方向に、小刻みに動かした。飛翔後（温度下降時）は、腹部を後方斜め下に向かって大きくせり出させる動きを繰り返した。

5 考察・まとめ

シロテンハナムグリは、飛翔するときに自ら体温を上げていることが確認できた。飛翔装置に取り付ける前、飼育容器内での安静時の体温は、気温とほぼ同じであったので、上昇温度は気温との差を見るべきだと考える。そうすると、平均13.7℃、最高19.5℃上昇したと判断できる。温度上昇速度は最大5.4℃/30秒であり、急速かつ大きな上昇であることがわかった。

胸部の体温がもっとも高くなり、その他の部位の温度はあまり変化しなかった。呼吸が激しくなると胸部中心の体温が上がったことから、胸部の内部で熱を発生させていることが示唆される。複数の昆虫において胸部飛翔筋で熱を発生させて飛翔に備えるとの報告があるが、今回の研究でも同様の結果が示されたと考えられる。

飛翔を開始すると、体温はすぐに低下した。飛翔中、体温は低下し続けた。飛翔する筋肉で発生する熱量より、翅から失われる熱量が大きいようである。昆虫の連続飛翔時間は、体温の低下により制限されている可能性がある。

32℃ほどの低めの体温で飛ぶこともあったが、それは短時間の飛翔であり、連続して長く飛ぶのは40℃ほどに体温を上げた場合だけだった。緊急時には低めの体温でも飛ぶことができるが、通常は体温を上げるという準備をして飛ぶようだ。

腹部をヒクヒクさせる動きに、2種類あることがわかった。体温を上昇させる時と、低下させる時で、動きが異なっていた。シロテンハナムグリは体温を積極的に下げている可能性が高い。継続研究を行っていきたい。