

ハエの準備運動

宮城県仙台第三高等学校

飛翔を行う昆虫は翅の筋肉の温度が生存に大きく関わる。昆虫は変温動物であるため、体温は気温と同様に変化するとみなされてきたのであろうが、例外がある。昆虫類の中にも内温的に体温を上げるものがあることが報告されている。昆虫は効率よく翅を動かせる理想の体温を求める。本研究ではハエは本当に筋肉の温度調節を行うかどうか、またどのような動作で体温を調整するのかについて調べることにした。本研究では、冷やしたハエの体温を測定、飛翔までのハエの動作を観察した。結果として、ハエの体温が飛翔の際に周囲の温度より高くなり、また動作については後ろ脚で翅をこすり、広げる動作が見られた。

1 背景

全ての生物は周囲の環境温度との関係によって、自らの体内で熱を発生させ一定の体温を維持する内温生物(鳥類・哺乳類)と、体温調節をほぼ外部の熱源に頼っている外温生物(その他の生物)に分類することができると思われる。しかしこれには数多くの例外があり、外温生物とされる昆虫類の中にも活発に活動して内温的に体温を上げるものがあることが報告されている。

昆虫の行動生態学の研究では、闘争や交尾成功における身体的特徴の影響がしばしば検出されているが、不思議なことに、体温の影響はあまり問題にされてこなかった。昆虫は変温動物であるため、体温は気温と同様に変化するとみなされてきたのだと思われるが、それは大きな間違いである。昆虫はいくつかの方法を使って、気温よりも高い体温や低い体温を実現している(1)。実際、昆虫の体温調節については、May(1979)によるトンボ類の研究、Heinrich(1993)によるハナバチ類やタバコスズメガ、Kingsolver(1985)のチョウ類の研究などが優れた結果を出している。体温調節とは、周囲の気温に対して、積極的な行動あるいは生理的な反応をとって体温を変化させることである。しかし、ハエの体温調整において、体温を下げさせる環境を

作り出すことが困難であったため、本研究においては、体温を上げることを体温調整として捉える。

本研究の目的は昆虫の体温調整の有無と方法について知見を得ることが目的である。入手のしやすさ、身近さを考慮しハエを実験対象とした。ハエはどのように体温調整するのか疑問に思い本研究に着手した。

2 実験1

材料

- ・釣り餌のサンを羽化させ入手したハエ(キンバエと推定)
- ・透明な250mlプラスチック容器
- ・サーモグラフィー

方法

1. 3~5度の冷蔵庫でハエ1匹を10分間冷やす
2. 冷蔵庫から取り出す
3. サーモグラフィーで飛翔するまでの動きを観察する

4.1から3を11回繰り返す

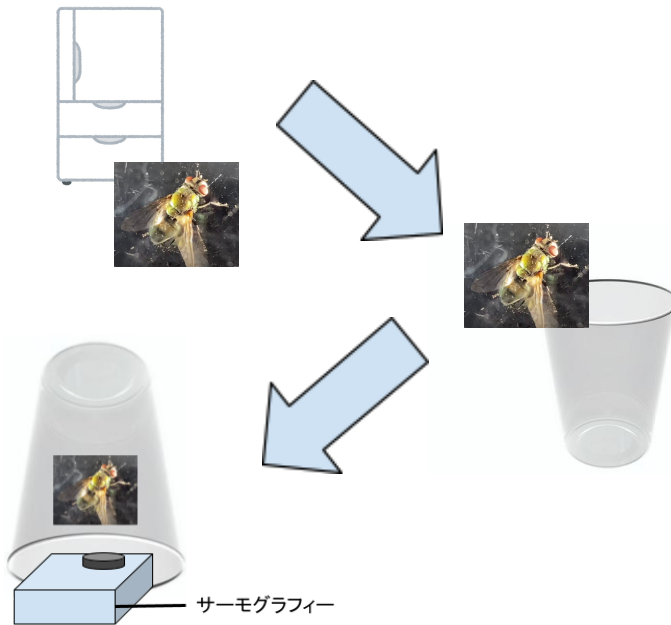


図1 実験イメージ

本研究で使用するハエは羽化後7日から10日の個体とする。

また直射日光を避け、およそ16.5°Cから17°Cの室内で行い外部から熱が加わらないようにする。

サーモグラフィーの誤差を考慮し、小数点第1位を四捨五入する。

ハエが宙に浮き上がったときを飛翔と定義する

3 結果1

	5°C	10°C	14°C	16°C	17°C	18°C	19°C	21°C	合計
A	×	×	×	△	△	△	△	○	1
B	×	×	×	△	△	△	○	○	2
C	×	×	△	△	△	○	○	○	4
D	×	×	△	△	○	○	○	○	1
E	×	×	△	○	○	○	○	○	2
F	×	×	○	○	○	○	○	○	1

図2 パターンAからFにおける体温と動作及び個体数

図2は体温と動作の関係をAからFパターンに分け、それぞれのパターンの観察された個体数を表している。○は飛翔を表し、△は歩き回る動作、×は動かないことを表す。

実験1より、体温が極端に低いと飛翔を行わないことがわかる。また個体差があるものの、多くの個体は実験環境の気温より高い体温で飛翔を行った。このことから、ハエは体温を内温的に上げていると考えられる。その方法について調べるために実験2を行った。

4 実験 2

材料

- ・ハエ(実験1と同様)
- ・シャーレ
- ・スマートフォン

方法

- 1.冷蔵庫でハエ10分間冷やす
- 2.シャーレにハエに1匹を入れる
- 3.スマートフォンでハエの動作を撮影する
- 4.1から3を10回繰り返す

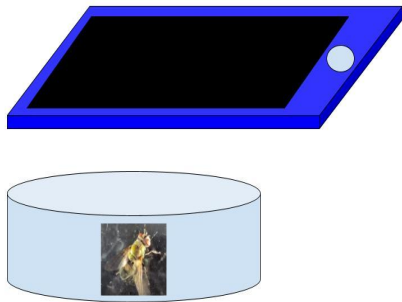


図3 実験3のイメージ

5 結果2

観察されたすべての個体は、活発に飛翔を行う個体(図4)には見られない、特異的な動作が観察された。頻度が高い順に並べると後ろ脚同士を擦り合わせる(図5)、翅を上から下へ後ろ脚でなでる(図6)、または翅を下から蹴り上げる行動(図7)を行う。

写真の個体はすべて同一個体である。

図4は十分に体温を上げ、活発に飛翔を行っているときのものである。



図4 活発に飛翔を行う個体の静止時



図5 後ろ脚を擦り合わせる行動

q



図6 翅を上から下へ後ろ脚でなでる行動



図7 翅を下から蹴り上げる行動

6 考察

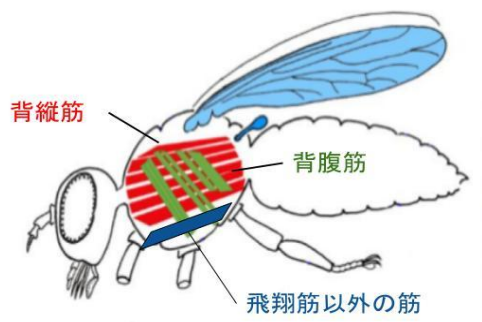


図8 側面から見たハエの内部の筋肉の構造(2)

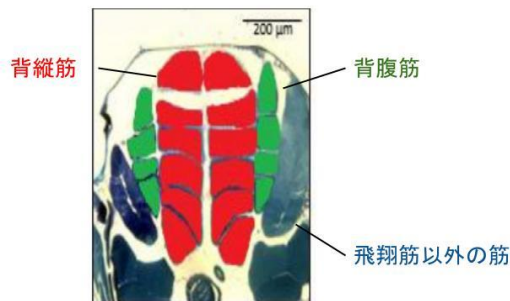


図9 頭部から見たハエの内部の筋肉の構造(2)

翅を動かす際に使用する背縦筋、背腹筋この2つをまとめて飛翔筋と呼ぶ。飛翔筋は最も発達していると知られている(1)。そのため、発熱量が最も多く発熱効率が良いと考えられるが、実験2より飛翔筋を動かし体温を上げた個体は存在しない。このことから飛翔筋は体温が低いと動かすことができず、脚に接続した飛翔筋以外の筋肉を動かすことによって体温を上げていると考えられる。

7 展望

本研究において低温の環境を用意することが困難であったため、ハエを冷やすことで、室温下でハエに体温調整を行わせた。しかし、低温の環境下において、実験2と同様の体温調整の動作を行うかはっきりしていない。そのため低体温の空間、安定した気温ではないが冬場の外で本研究を行い確実性の高い実験結果にしたい。

8 参考文献

1) 熱血昆虫記：虫たちの生き残り作戦

バーンド・ハインリッチ 著

2) Optical Cross-Sectional Muscle Area Determination of *Drosophila Melanogaster* Adult Indirect Flight Muscles, The National Center for Biotechnology Information, 2021年9月
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29658931/>