

水生昆虫の飛翔前行動の2つのタイプ

熊本県立東稜高等学校 生物部昆虫班

1 はじめに

昆虫類が飛翔前に体温調整していることは知られているが、水生昆虫についての報告はほとんどない。私たちは昨年、水生昆虫も陸上昆虫と同様に飛翔前に体温を調節しており、身体が大きい種が体温を上げて飛翔していること、そして陸上昆虫と異なり飛翔前に身体を乾かした後で体温を上げていることを報告した。しかし、実験を行った気温・水温条件を統一できず、得られた体温データの信頼性が低かった。さらに、硬い外皮に覆われている甲虫類を背中側から測定したため、本来の深部体温より低い温度を測定した可能性が高かった。他の陸上昆虫などと比較するためにも、正確な体温測定が必要と考えた。

今回、水生昆虫の正確な体温測定の方法を開発し、飛翔前の深部体温を正確に測定することを試みた。水生昆虫の中には、水面から直接飛翔する種がいる。昨年報告した「乾かしてから体温を上げる」ができない飛翔方法である。このような水面から直接飛翔する種と、そうでない種の飛翔前の行動の違いも調べたいと考えた。さらに、甲虫目の他に半翅目も対象とし、水生昆虫全体について分析することにした。

2 研究の目的

- (1) 深部体温の測定方法を確立し、飛翔直前のより正確な体温を測定する。
- (2) 種による飛翔行動の違いを分析する。

表1 実験に用いた昆虫一覧

3 研究方法

- (1) 研究期間：2017年4月～10月
- (2) 実験に用いた昆虫

昆虫は、主に東稜高校プール、立田

山、山都町のため池で採集した5種の水生昆虫を用い、各個体は背番号で個体識別を行った。体長はノギス、体重は自動上皿天秤（0.01gまで測定可）で測定した。水槽で種ごとに飼育し、餌は冷凍赤虫を与えた。

(3) 体温測定方法

サーモグラフィーカメラ（Handy Thermo TVS-200/日本アビオニクス/0.1℃まで測定可）を用いて水生昆虫の体表温度を測定し、最高温度を体温として記録した。昨年は背中側から体温を測定したが、甲虫類の深部体温は腹部に現れる（2013年、東稜高校生物部）。そこで今回、下方から昆虫の体温を測定する方法を開発した。まず、昆虫が陸に這い上がって飛翔する行動を再現して昆虫を網の上に置いた。その下方向から網越しに昆虫の腹側の胸部中央の体温を測定した。なお、人の体温が実験に影響しないように、虫は直接接触らず、網ですくって移動させた。

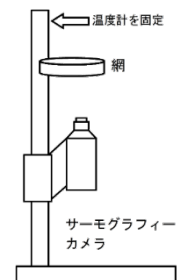


図1 新上陸飛翔装置

(4) 実験環境

外部からの体温への影響を避けるため、直射日光が当たらない、無風の条件で実験を行った。気温、水温はデジタル温度計で記録した。気温は $30 \pm 2^\circ\text{C}$ で、気温と水温の差は $\pm 2^\circ\text{C}$ 以内とし、実験に用いる昆虫は、30分以上前に、水槽ごと実験環境に置き、温度を馴染ませてから用いた。

(5) 行動と形態の観察

透明なケースに入れ、横から飛翔行動を観察し、ビデオで記録し解析した。翅の構造などは顕微鏡で観察した。内部構造は解剖して観察記録した。

4 結果

(1) 飛翔開始時体温

5種、計79個体を用いて、380回の実験を行った。すべての種で、飛翔前に体温の上昇を確認した（表2）。

表2 飛翔実験の結果一覧

種名	個体数			平均体重 (g)	平均飛翔 温度(℃)	飛翔 回数	実験 回数	飛翔率
	♀	♂	計					
マツモムシ	24	24		0.16	32.4	29	36	80.6%
ミズカマキリ	5	8	13	0.36	37.4	20	29	69.0%
ハイロゲンゴロウ	17	19	36	0.16	30.2	37	50	74.0%
クロゲンゴロウ	2	0	2	0.72	37.9	8	40	20.0%
コガタノゲンゴロウ	19	22	41	1.13	35.7	41	225	18.2%
計			116			135	380	35.5%

ア 雌雄の飛翔開始時体温の差

雌雄両方を多く測定することができた3種で、飛翔開始時体温に雌雄による差があるか検定した（マンホイットニーのU検定）。ミズカマキリ雌 $37.9 \pm 1.3^\circ\text{C}$ 、雄 $37.9 \pm 1.7^\circ\text{C}$ で $P=0.79 > 0.05$ 、ハイイログンゴロウ雌 $30.4 \pm 1.1^\circ\text{C}$ 、雄 $30.0 \pm 0.8^\circ\text{C}$ で $P=0.41 > 0.05$ 、コガタノゲンゴロウ雌 $35.3 \pm 1.1^\circ\text{C}$ 、雄 $35.7 \pm 2.3^\circ\text{C}$ で $P=0.69 > 0.05$ となり、いずれの種でも雌雄に有意な差は認められなかった。差がなかったため、雌雄のデータは合わせて分析を行った。

イ 種ごとの飛翔開始時体温の差

種ごとの飛翔開始時体温は、マツモムシ $32.4^\circ\text{C} \pm 1.4^\circ\text{C}$ 、ミズカマキリ $37.4 \pm 1.4^\circ\text{C}$ 、ハイイログンゴロウ $30.2 \pm 0.9^\circ\text{C}$ 、クロゲンゴロウ $37.9 \pm 1.1^\circ\text{C}$ 、コガタノゲンゴロウ $35.7 \pm 2.0^\circ\text{C}$ であった。ミズカマキリ、クロゲンゴロウ、コガタノゲンゴロウは 40°C 近くまで体温を上昇させ、マツモムシ、ハイイログンゴロウは 32°C 付近で飛翔した。

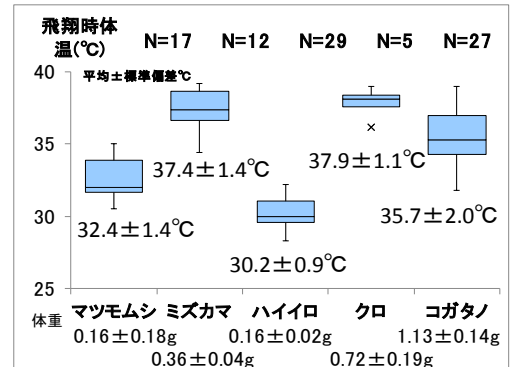


図2 種ごとの飛翔時体温の比較

(2) 水生昆虫の種による行動の違いと特徴

ア 上陸した状態からの飛翔前行動の種による違い

コガタノゲンゴロウ、クロゲンゴロウ、ミズカマキリの3種は、飛翔前はあまり動かず、体が乾いた後に体温を上昇させて飛翔した。体の表面は親水性が高く、水を垂らしても水滴にならずに表面に広がり、乾燥に時間がかかった。ハイイログンゴロウ、マツモムシの2種は、上陸後すぐに体温上昇し、5分程度で飛翔した。体の表面が水をはじきやすく、乾燥に時間がかからなかった。体温の上昇幅は2～5°Cで小さい温度上昇だった。いずれの種においても内部飛翔筋がある胸部のみを体温上昇させていた。

イ 種による水中での行動の違い

ミズカマキリ、クロゲンゴロウ、コガタノゲンゴロウは物につかまらなくても、静止したまま潜り続けることができるが、ハイイログンゴロウ、マツモムシは水中に潜り続けることが苦手なようで、泳ぐのをやめるとすぐに体が浮いた。この2種は水面から直接飛ぶことができる。陸上からの飛翔とは異なり、飛翔直前に水面を激しく泳いで全身の体温を少し上げ、鞘翅を水面より上に浮かせた状態から飛翔した。

5 考察・まとめ

昨年、水生昆虫の飛翔時体温は陸上昆虫より低いと報告したが、実験条件を統一し、腹側から正確な深部体温を測定することで、水生昆虫も陸上昆虫と同じく 40°C 近くまで体温を上げて飛翔していることが明らかとなった。

水生昆虫は、飛翔の準備に関して2つのタイプに分けることができるようだ。一つはコガタノゲンゴロウ、クロゲンゴロウ、ミズカマキリの比較的体が大きい種で、このタイプは飛ぶ際に体温を 10°C ほど大きく上昇させて飛翔する。体表面が親水性で、あまり泳がなくても水中に楽にとどまることができる。飛翔前には時間をかけて体を乾かす必要があり、しっかり準備をして飛翔する。私たちはこれを「がつつり型」と呼ぶことにした。

もう一つはマツモムシ、ハイイログンゴロウの体が小さい種で、このタイプは少しの温度上昇で飛翔する。体表面は疎水性が高く、後脚を動かし続けるか、何かにつかまっていなくて水面に浮かび上がってしまう。鞘翅の表面はすぐに乾くので、すぐに飛び立つことができる。このタイプを「ちょこっと型」と呼ぶことにした。

同じ水生昆虫でも、水中滞在を優先するがつつり型と、飛翔しやすさを優先するちょこっと型の2つの生き方があったことがわかった。

6 参考文献

バーンド・ハイリッチ, 2000, 熱血昆虫記／東稜高校生物部, 2014, 飛翔前に体温調節をする甲虫しない甲虫, 熊本生物 2014／東稜高校生物部, 2017, 水生昆虫の飛翔前体温上昇行動／クヌート・シュミット＝ニールセン, 2007, 動物生理学／森正人, 北山昭, 2002, 改訂版 図説日本のゲンゴロウ