

テントウムシの走性条件を探る

静岡県立科学技術高等学校
自然科学部 2年 宮崎紗帆

1 動機

昨年度の研究で、一般的に高所の先端で飛行するとされているテントウムシが、紫外線を当てると狭いシャレー内でも飛翔行動を取る様子が観察され、何を基準に飛翔行動を取っているのか興味を抱いた。そこでテントウムシが飛翔行為をとる条件について解明するために実験を行い、走性と関係づけて考えることにした。

2 目的

植物上でテントウムシが高い場所を目指し先端で飛翔行為をとる理由について解明するため、4つの目的を立て、実験を行う。

- (1) テントウムシがどの程度まで正確に角度(傾斜)を認識しているのかを調べる。
- (2) 実際の植物には太さや傾きがある。このことが影響を与えるのか検討する。
- (3) 光や重力以外に磁石や湿度などがテントウムシの行動にも影響を与えているのか検討する。
- (4) 高所に向かう理由が、餌であるアブラムシの生息範囲と関係があるのか調べる。

3 基礎知識

昨年までの研究では、「テントウムシは紫外線下で行動力が高まり、翅を開く行動が多くみられるようになる。」「可視光のLEDライトには光走性があり集まるが、赤外線には反応しない。」などが判明している。又、昆虫の感覚器について立田(2020)は「特別に昆虫だけが持たない感覚器として平衡胞があげられるが、このことは昆虫が平衡感覚を持たないことを意味するものではない。」と述べている。

4 研究内容と結果

(1) 実験1 行動パターンの解析

ア 実験の予想

光の強い上部を目指して登っていくことから、曲がることは少ないと考えた。このことからスタート地点の真上に多くたどり着くのではないかと予想する。

イ 実験方法

竹ひごを組み、3階建てのジャングルジムのような装置(図1)を作り、中央下「E0」からスタートしてどのような道筋で進むのか記録を取った。旗にはアルファベットでマークを付けた。光に向かいやすい性質の影響を考慮して測定のたびに90°ずつ角度を動かし記録を取った。実験回数は33回。

ウ 実験結果と考察

図2には結果の割合を示した。90°の竹ひごが組み合った格子状の装置では曲がらずに頂上まで行って飛び立ったものが15%、上まで登らずに飛んだものは33%、1回だけ曲がったものは52%であった。この結果から上を目指す傾向が強いことがわかったので、テントウムシには傾斜角の大きい道を選択する習性があるのではないかと考えた。

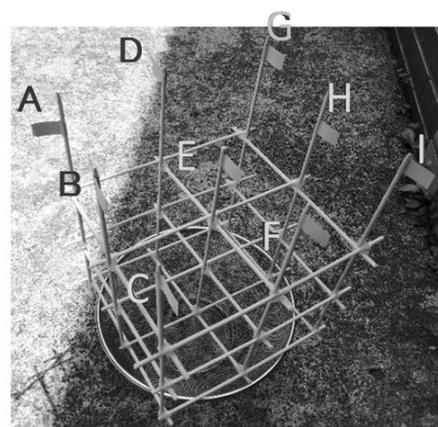


図1 格子状測定装置

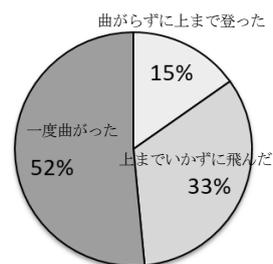


図2 実験1装置上でのテントウムシの行動

(2) 実験2 傾き感知実験

ア 実験の予想

昆虫に平衡法や三半規管はないが、重力に逆らって飛ぶことで上に向かってしていると判断できていると言われていることから、わずかな角度でも重力で判断することができるのではないかと考えた。

イ 実験方法

テントウムシが歩いている棒を進行方向が下になるようにゆっくり傾け、何度になった時にテントウムシが引き返すのかを傾斜計で測定しながら記録する。実験回数は20回。

ウ 実験結果と考察

結果を表1にまとめた。5°でも引き返す個体や、逆に90°度でない引き返さない個体もいて、個体差によるばらつきが大きかった。しかし、引き返すという行動が現れたので、テントウムシは角度を感知できていると考えられる。

表1 実験2 テントウムシが引き返した角度

テントウムシ NO	引き返した角度(度)											平均(度)	
2-1	10	12											11.0
2-2	30	90	80	60	90	85	45	55	90	90	75	90	73.3
2-3	25	5	19	16	27	31							20.5
全平均												34.9	

(3) 実験3 傾き判断実験

ア 実験の予想

実験2では、10°を超えると引き返す個体が多くなったことから、10°位から感知できるようになり徐々に大きい角度での負の重力走性を選択することが多くなるのではないかと予想した。

イ 実験方法

0°、3°、5°、10°、15°、20°の角度に試験棒を傾け、試験棒の中央にテントウムシを付け正負どちらの方向に向かったか記録を取る。光走性の影響を消すため棒の両端に光源(可視光ライト)を付け部屋を暗くし、実験を行う。実験回数は1つの角度につき7匹を10回ずつ、人間などの周りの影響を減らすため傾きの左右を入れ替えて合計140回のデータをとった。

ウ 実験結果と考察

結果(図3)より3°から角度が高くなるにつれ負の重力走性を選択する割合が高くなることがわかった。感知できる角度には個体差があったが、10°や15°程度になると65%を超え、ほとんどの個体が感知できることが分かった。

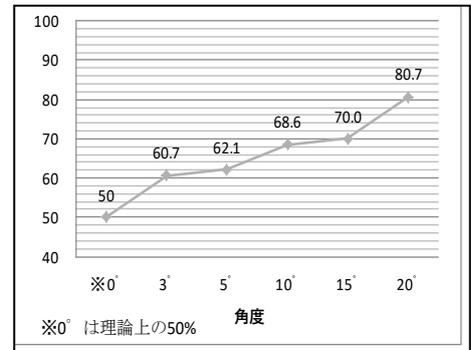


図3 実験3 負の走性を選択する割合

(4) 実験4 枝分かれ角度実験

ア 実験の予想

これまでの実験で傾斜を感知するという結果が出たので、枝が二股に分かれたときにも急な傾斜を選ぶのではないかと予想した。

イ 実験方法

テントウムシが登ると途中で二股に分かれるY字型の二股試験枝を造花用の針金で作製、点Oの位置にテントウムシを置き、表2の実験条件(角度θ)でア、イ、

表2 実験3実験条件

実験ア		実験イ		実験ウ		実験エ		実験オ	
枝A	枝B	枝A	枝B	枝A	枝B	枝A	枝B	枝A	枝B
15°	30°		15°					75°傾いてスタート	
30°	45°		45°						
45°	60°	30°	60°	30°	35°	30°	75°		
60°	75°		75°					75°	60°
75°	90°								

ウ、エ、オの5つの実験を行った。光走性の影響を減らすために、部屋を暗くし上部から光走性

を示す可視光ライトを当てる。1つの角度につき7匹を10回ずつ、人など周囲の影響を減らすために左右を入れ替え合計140回の実験を行った。

ウ 実験結果と考察

実験アの結果を角度ごとに棒グラフにまとめた(図4)。15° 差の二股実験では常に大きな角度を選んでいるという結果が得られた。実験イの結果を見ると(図5)、15° の時25.7%だが75° の時は83.6%で大きい角度の枝を選択し、角度に比例して選択する割合が高くなった。低い角度に少し進むと、急な角度のほうに引き返すこともあった。

実験ウの結果(図6)より、30° は52.9%、35° は47.1%でほぼ変わらぬ割合だった。

実験エの結果(図7)より、枝が片側に偏っている場合、30° の枝を選択したのは22.9%、75° の枝を選択したのは77.1%であった。実験イの結果も図の中に載せた。実験イの結果より30° 選択性が6.5%増えた。

実験オの結果(図8)よりスタート位置が75° 傾斜している実験では60° を選んだのは31.4%、75° は68.6%であった。実験イの傾斜が無い実験とは75° の選択性に10.7%の違いがあり、傾斜がある方が行きやすくなったのではと考えた。

(5) 実験5 枝の太さと角度実験

ア 実験の予想

太い茎をたどると高い場所に出られるのを知っているため太い方を選択するのではないかと予想した。

イ 実験方法

実験4と同じ手順で行う。細い棒はφ1.2mm、太い棒は細い枝を4本分束ねてφ2.4mmとした。

[実験ア]60° 30° における細い枝、太い枝の選択性を比較する。

[実験イ]細い枝30° と太い枝60°、細い枝60° と太い枝30°、同じ太さの30°、60° の条件下での選択性を比較する。

ウ 実験結果と考察

実験アの結果(図9)よりどちらも大きい角度を選択する割合はほぼ85%であった。

実験イの結果(図10)より太さの実験では30° と60° の同じ角度で実験した場合、80%以上が太い枝の方に行くという結果になった。太い枝または急角度を択する選という走性が見られるが、太い枝の方を30°、細い枝を60° にした場合では、50%の割合になったことから、枝の太さと枝の角度は同じくらいテントウムシの進行条件で重要なものと分かった。

(6) 実験6 湿度走性実験

ア 実験の予想

湿気を感知すると、飛べなくなるため下に下がる行動や水を飲むため近づく行動を見せるなど、どちらにして

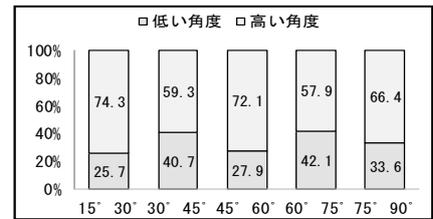


図4 実験4 15° 差の角度の選択性

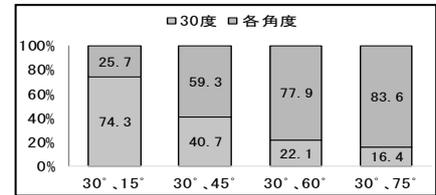


図5 実験4 30° と各角度の選択性

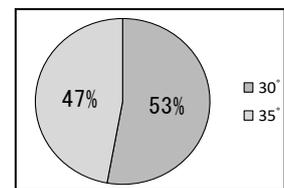


図6 実験4 5度の差

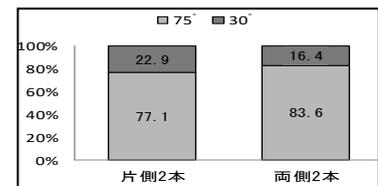


図7 実験4 枝の向きによる選択性

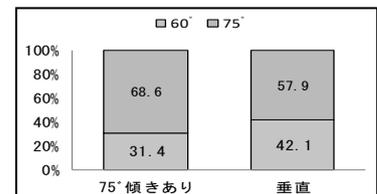


図8 実験4 スタート位置が傾いた枝での選択性

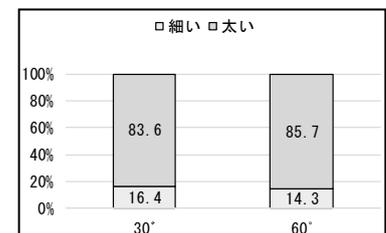


図9 実験5 30°、60° における細い枝、太い枝の選択性

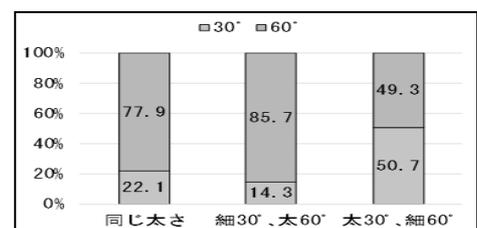


図10 実験5 太さと角度による選択性

も走性を示すのではないかと予想した。

イ 実験方法

装置手順は実験(4)と同様に行う。二股試験棒の角度を両側とも 30° に設定し、片側を水で湿らせてテントウムシがどちらを選択するのか記録を取った。

ウ 実験結果と考察

乾燥を選択したのは 51%、湿気を選択したのは 49%であり、湿度はテントウムシの走性に影響していないと考えられる結果となった。

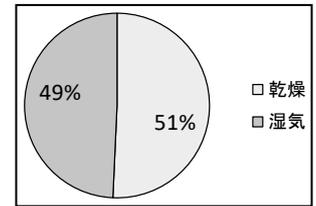


図 11 実験6湿度による選性

(7) 実験7 磁力走性実験

ア 実験の予想

磁気走性は長距離移動をする必要がある生物に備わっているが、テントウムシには帰巢本能はないと考えられる。又、同じ場所に戻る長距離移動もしないため、磁気には反応しないと予想した。

イ 実験方法

装置手順は実験4と同様に、実験条件は表3のように行う。二股試験棒の枝角度を両側とも 30° に設定し、片側に鳥避け用強力磁石(1200 ガウス2個)を設置し、方位磁針で磁力の影響があるように磁石の位置を決定した。

表 3 実験7実験条件

	実験ア	実験イ	実験ウ			
			実験ウ-1	実験ウ-2	実験ウ-3	実験ウ-4
磁石との距離	約35cm	約35cm	20cm	35cm	35cm	80cm
試験棒素材	針金	竹ひご	竹ひご	竹ひご	竹ひご	竹ひご
磁石の向き	—	—	—	N極	S局	—

下からスタートさせ、テントウムシがどちらを選択する

のか記録を取った。

ウ 実験結果と考察

図 12 に結果を示す。実験アは針金のため金属が磁力に影響を及ぼすと予想し、実験イの竹ひごで実験を行った。結果は両実験ともにほぼ 60%で、わずかに磁石を避けているという結果となった。実験ウでは磁石からの距離、および S N極の違いでの行動を見たところ、実験アイと逆で今度は磁石に若干近づくという結果が出たが、S N極の向きは差がなかった。80cm では 50%に近づいた。いずれも強い磁石の走性は見つけることはできなかった。

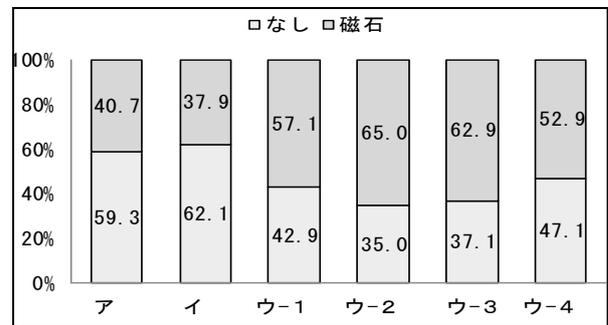


図 12 実験7 磁石による選性

(8) 実験8 アブラムシ枝分かれ実験

ア 実験の予想

野生のアブラムシは草の先端についていることが多いので先端へと移動するのではないかと予想した。

イ 実験方法

三股試験棒を作り、30°、60°、90°の角度に設定し、実験4と同様の手順でアブラムシの行動を調べ、テントウムシと比較する。

ウ 実験結果と考察

表4より、60°のみ登っていくアブラムシが少なく、角度による数の違いは見られたが、違いにどのような意味があるのかはわからなかった。

表 4 実験8アブラムシの選性

	選択した角度			
	30°	60°	90°	登らない
アブラムシの数	15	3	14	27

5 まとめ

(1) テントウムシがどの程度まで正確に角度(傾斜)を認識しているのかを調べる。

傾いた傾斜では3°から角度が大きくなるにつれ負の重力走性を選択する割合が高くなることがわかった。感知できる角度は個体差があったが、10°や15°程度になると65%を超えほとんどの個体が感知できることがわかった。

(2) 実際の植物には太さや傾きがある。このことが影響を与えるのか検討する。

負の重力走性と正の太さ走性は、細い60°と太い30°の枝でバランスが取れ選択する割合がほぼ50%になるという実験の結果から、テントウムシの進路選択に、枝の太さや傾きが関係していることがわかった。

(3) 光や重力以外に磁石や湿度など、他の昆虫の走性に影響を与えるものがテントウムシの行動にも影響を与えているのか検討する。

湿度、磁力による走性の実験ではどちらも有効な結果を得ることができなかった。

(4) 高所に向かう理由が、餌であるアブラムシの生息範囲と関係があるのか調べる。

今回の実験ではアブラムシの行動に規則性は見られなかった。しかし植物上ではつぼみの近くや、若い葉の部分にコロニーをつくって生息しているため、そうした場所に集まる理由は他にあるかもしれない。今回の実験からはテントウムシが上に向かうことに、アブラムシが関係しているという根拠は得られなかった。

6 全体考察

テントウムシは適温で活動している時は、正の光走性、負の重力走性、正の太さ走性があることがわかった。このことから植物上では太さによる走性で主軸を選びながら光と重力の走性によって角度の急な方へと向かふことで、上部へと向かっているのではないかと考えた。

また、太さ走性でしっかりした枝を選択するので、風に吹かれて足元が揺れることも少なく、飛び立つときに安定しているというところから、テントウムシには正の光走性、負の重力走性、正の太さ走性が備わっていると結論付けた。

7 今後の計画

(1) 紫外線を浴びると翅を広げ飛び立とうとするテントウムシが、飛行しない場所の条件を探る。

(2) 頂上に登った時にどのような条件で飛ぶのか調べる。

(3) があるものを登った時にどこを頂上だと認識して飛びたつのか。

(4) 平衡胞や三半規管が存在しないテントウムシは、目が回るのか調べる。

8 感想

今年の研究では、植物の上にいるテントウムシが高いところを目指す条件について研究をした。テントウムシといえば、指の先端に向かうという特徴があることで有名だが、どうしてそのような行動を取るのかというのは気になっていた。今回の実験を通して走性について理解が深まった。

研究をアドバイスしていただいた静岡大学理学部の竹内浩昭教授、昨年までの静岡大学FSSでご指導いただいた先生方、学校で指導していただいた科学技術高等学校自然科学部の先生、高校の友人、母の職場の虫の研究に興味を持ってくれた青木亮輔さん、質問に答えていただいたたくさんの方々にお礼申し上げます。なお、この研究は山崎賞の助成金を頂き、行ったものである。

9 参考文献

- ・テントウムシの調べ方/日本環境動物昆虫学会編 昆虫はずごい/丸山宗利
- ・生物間相互作用と害虫管理/安田弘法/城所隆/田中幸一
- ・インターネット文献

「昆虫の感覚情報伝達機構」/立田栄光/九州大学理学部生物学教室

「動物行動学から何を学ぶか」/森栄雄/山梨大学工学部電子情報工学科