

9 トンボ釣りによるシオカラトンボの光感覚調査 Part2

1 昨年の研究の概要

(1) 実験場所

実験は、磐田市の東北部に位置した桶ヶ谷沼にある、7つの実験池に分かれて行った。

ただし、担当者は毎回同じ者とした。

(2) 本物による実験

シオカラトンボのエサの見え方を調べるために、イチモンジセセリ（以下セセリ）を使い実験を行った。しかし、本物を使うと捕獲、実験準備のために大量の時間を消費してしまう。さらに、多くのセセリを殺してしまうことになり、デメリットが多かった。このようなことを避けるため、セセリの模型（以下ニセセリ）を以下の方法で作成した。

(3) ニセセリによる実験

ア ニセセリの作り方

① 型紙に合わせて胴体を作成する。本物のセセリは本来体が頭、胸、腹に分かれているが、ニセセリの胴体は完成すると大部分が翅で隠れるため、簡単にひとつなぎにする。その時胸となるあたりを他よりやや高めに作る。

② 翅も型紙に合わせ画用紙を用いて作る。

③ 胴体と翅にアクリル絵の具で色を塗る。

その際はセセリ特有の、翅に一列に並んだ白い斑点もつけ、より本物に近づける。

④ 胴体と翅の結合部分はボンドで接着する。翅は本物と同じように後翅が外側に見えるようにし、その翅を胴体の中心よりもやや頭部に近い所に着けて完成。

イ 形についての実験

シオカラトンボは、チョウの体のどの部

分を見てエサと認識するかを調べるために、ニセセリを体だけ、翅だけ、全体の3種類の形に分け、実験を行った。

結果はニセセリの翅だけのものの方が胴体だけのものよりもシオカラトンボの反応がよかった。このことから、シオカラトンボは、主に個体の翅でエサを認識していると考えられる。

ウ 色についての実験

ニセセリの色による反応の違いを調べるために、大きさと形を同じにしたニセセリを6色（赤、青、緑、白、黒、黄）用意し、実験を行った。

結果は、青、茶の反応がよく、赤は反応が悪かった。以上のことから、シオカラトンボは、赤、青、茶を識別していると考えられる。赤の反応が悪かった原因として、次のようなことが挙げられる。毒を持つ動植物の体色は、他の動物に自分が毒を持っているということを警告するためにたいいてい派手な色をしている。赤もどの中の1つであるため、シオカラトンボは赤を危険信号とみなし、警戒して避けたのだと考えられる。

エ 動きについての実験

シオカラトンボは、普段セセリを中心としたチョウ類をエサとしているということがわかっている。では、ニセセリをチョウとは違う動きで接近させたらどうなるのか。シオカラトンボは、「チョウの動き」を他の動くものと区別しているのだろうか。という疑問が挙がり、実験を行った。実験は、

「チョウの動き」「トンボの動き」「静止」の3つに分けて行った。

結果では、「チョウの動き」に似せたランダムな上下運動と、「トンボの動き」に似せたすばやく旋回する運動には、ほとんど差異がなかった。また、「静止」の動きでは、何も反応を示さなかった。これらのことより、シオカラトンボは単に動くものに関心を示していると考えられる。

2 動 機

昨年の研究において、シオカラトンボは形、色、動きをある程度までなら認識することができるという結論に至った。しかし、その一方で疑問点もいくつか挙がった。今年はそれらの中から二セセリの材質と色についてより深く追及すべく、実験、検証を行うことにした。

3 トンボ釣りについての研究・検証・内容

(1) 実験場所

トンボ釣りの実験は、昨年と同じく桶ヶ谷沼にある実験池にて行った。今年になって実験池の周辺が整備され植物が減少したが、夏には昨年とほぼ同じ状態に戻っていたため、実験環境に影響は無いと思われる。

(2) 実験方法

トンボ釣りの実験では、昨年の研究から疑似餌の二セセリの有効性が確認されたため、本物のセセリの代わりにこの二セセリを使って実験を行う。実験池の周りに生えている1m程度のアシの茎を竿とし、160cm程度の白い木綿糸の一方の端を竿の先端に、もう一方を二セセリの翅の付け根にきつく結びつけて完成である。

竿につけた二セセリをシオカラトンボに警戒されないように遠くから近づけていき、チ

ョウの動きに似せて小刻みに動かし、その際トンボの反応を、下記の「無関心」、「追跡」、「接触」、「捕食」の4つの基準に分けて記録した。

- ・ 無関心…二セセリを近づけてもシオカラトンボがそれに対して何の関心も示さないと。
- ・ 追 跡…シオカラトンボが二セセリに対して反応し、追いかけること。
- ・ 接 触…シオカラトンボが二セセリに対して体当たりしただけで、「捕食」にまで至らないこと。
- ・ 捕 食…シオカラトンボが二セセリに対して完全に掴み、嘔み付きが確認されたこと。

(3) 材質についての実験

ア 実験方法

昨年度の論文を御覧になった審査員の方々に、二セセリの材質の検討はしたのか、揮発性の物質などによりトンボの反応が違うのではないか、というご指摘を受けた。そこで私たちは二セセリの部位の材質を本来のものと変えて実験を行うことにした。

基準となる二セセリの材質には、胸部に紙粘土、翅に画用紙、着色料には絵の具を使用し、木工用ボンドで接着したが、それとは別に胸部に発泡スチロール、消しゴムを材料とし、翅にはプラスチックファイル、着色料には水性ペン、油性ペン、そして接着剤にはセメダイン、両面テープ、液体のりを使用し、もとの二セセリをベースに一箇所づつの部位を変えた二セセリを作り、それらを使用して材質による反応の違いを調べた。

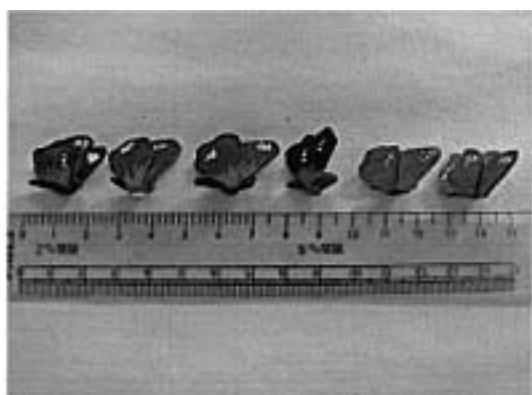


図-1 ニセセリ（左から、普通、発泡スチロール、消しゴム、プラスチックファイル、水性ペン、油性ペンを使って作ったもの。）

イ 結果

表-1 材質実験の結果

実験回数(回)	無関心	追跡	接触	捕食
普通	80	6	5	0
胸部 発泡スチロール	19	3	1	0
消しゴム	89	7	1	0
翅 プラファイル	61	6	2	0
結合 セメダイン	68	10	3	0
西面テープ	48	6	2	0
液体のり	24	2	0	0
水性ペン	30	4	0	0
油性ペン	70	14	2	0

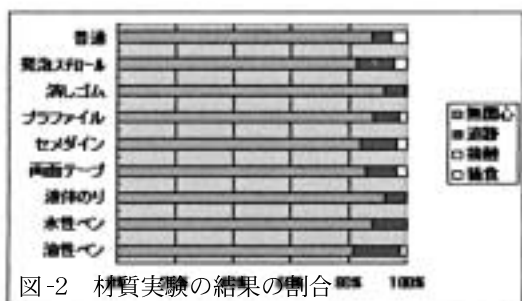


図-2 材質実験の結果の割合

ウ 考察

胸部を発泡スチロールに変えたものでは、この実験の中で最も良い反応を示した。発泡スチロールは、普通のニセセリがよく動き、よりチョウのはばたきに似せることができたためだと思われる。

次に翅をプラスチックファイルに変えたものでは、着色料には同じ絵の具を使っているため、色にあまり違いは無い。また翅の硬さも見た目では判断できない。よって翅につい

ては区別をしていないと言える。

結合部分に使うものを変えたニセセリでは、見た目には変わりはない。そこで私たちは、指摘された揮発性の物質が影響を与えると考えた。しかし2～3日という時間がたった。よって、揮発性物質は気化してしまい、消えてしまったと思われる。そのため、見た目や揮発性物質は関係していないといえる。最後に、着色料を変えたものでも、使用したペンとインクが気化してしまい、揮発性物質は無いと考えられる。そのことから、油性和水性のインクの色濃さの違いに問題があると考えた。

(4) 発光ダイオードについての実験

ア 実験方法

まず、光の点滅をチョウの羽ばたきに見せるために必要な、発光ダイオードを使用した点滅機械を作製する。(図-3 参照) それは、点滅部分に昨年の「色」の実験で反応の良かった青色の発光ダイオードを使用した機械で、それについているボリュームを回すと、速度を変更させることができるようになっている。実験方法は、その点滅機械の発光ダイオードが先端についた、約1mのコードを竹の棒に巻きつけ、その発光部分をシオカラトンボに近づけて反応を見る、というものである。結果は、捕食、接触、追跡、無関心の4つの反応で記録する。

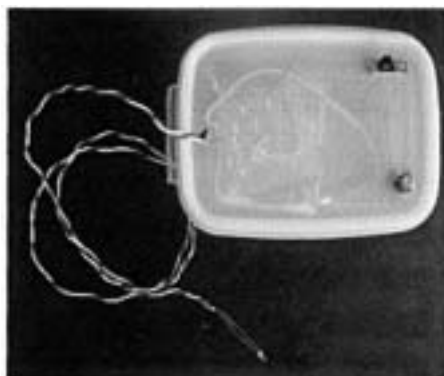


図-3 点滅機械

イ 結果

実験を行ったすべてのトンボが青色発光ダイオードに対して無関心だった。

表-2 発光ダイオードの実験結果

実験回数(回)	無関心	追跡	接触	捕食
青色発光ダイオード	20	0	0	0

縦向き(42~1°)

1回	2回	3回	4回	5回	6回	7回	8回	9回	10回

☐ 無関心
☐ 追跡
☐ 接触
☐ 捕食

図-4 発光ダイオードの実験結果の割合

ウ 考察

シオカラトンボが青色発光ダイオードに対して反応を示さなかった原因として、「形」、「動き」、「色」の3項目が挙げられた。

① 形

形の点では、発光ダイオードはセセリとは形がまったく違い、さらに点滅機械に使用されていた棒やコードが見えてしまったということから、エサとみなさなかったと考えられる。昨年の「形」の実験でも、シオカラトンボは、体だけのニセセリの場合は反応が悪く、翅だけのニセセリ、体だけのニセセリの場合は反応が良いという結果になっている。このため、この推測は正しいといえる。

② 動き

動きの点では、点滅機械の構造上、ニセセリを使ったトンボ釣りのような、糸を使ったなめらかな動かし方をすることができなかった。よって、チョウのような動きに似せることができず、シオカラトンボはその動きをチョウの動きととらえていなかったのだと考えられる。

③ 光

光の点では、発光ダイオードの光は前方から見ると強いが、横から見るとほとんど見えない。このことから、トンボは、発光ダイオードを横から見た場合は、発光ダイオードの光を確認することができ

ず、前方から見た場合は光がまぶしすぎて、発光ダイオードを見ることができなかったのだと言える（図-5 参照）実際にそれを近づけると逃げていってしまった。

そこで、これを改善するためにティッシュを発光部分に巻き、光を拡散させて追加実験を行った。しかし、これもまったく反応を示さなかった。それは、ティッシュを巻き、光を拡散させたことによって、光が弱くなりすぎてしまい、明るい場所では光をうまく確認することができなかったためだと思われる。

（図-6 参照）



図-5 そのままの発光ダイオード



図-6 光を拡散させた発光ダイオード

(5) 色についての実験

ア 実験方法

昨年の実験より、シオカラトンボは赤・青・緑を識別することができるという結論に至った。しかし、ヒトの色覚では青よりも赤の方がセセリの体色に近いが、なぜ赤よりも青の方がシオカラトンボの反応が優れているのか、という疑問点が挙げられた。

この疑問点を科学的に実証するためにはどうしたらよいのか調べたところ、色を決定する大きな要因は光だということがわかった。

シオカラトンボもヒトと同じ方法で色を判断していると考え、浜松ホトニクスの方々に協力して頂いて、ニセセリの光のスペクトル、つまり光の波長とその波長における強さを示すものを分光器にかけて計測し、そのデータを基に考察することにした。

イ 結果

昨年の実験結果では、青のニセセリに対するシオカラトンボの反応が良かった。しかし、今回セセリと青のニセセリのスペクトルを計測・グラフ化し、比較したところ類似点がまったくなかった。

(図-7 参照)

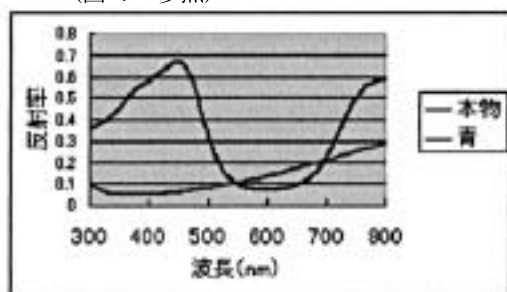


図-7 セセリと青のニセセリのスペクトルグラフ

ウ 考察

以上の結果から、シオカラトンボはセセリと青のニセセリを同じ対象として試しているのではなく、青のニセセリをセセリとは別のチョウとして認識しているという仮説を立てた。

桶ヶ谷沼にはセセリとほぼ同じ体長で、体色が青のシジミチョウが生息している。このチョウをシオカラトンボが捕食しているところを度々確認している。以上の点から踏まえて、この仮説は正しいという結論に至った。

4 まとめと今後の課題

今回の実験結果をまとめると次のようになった。

(1) 材質

・胸部において用いた発泡スチロールは軽い

ため、チョウのはばたきに似せることができる。

- ・結合部分に用いた接着剤は、シオカラトンボの反応に影響は無い。
- ・翅に用いる材質は区別しない。
- ・体はペンの色によって反応が違う。

(2) 発光ダイオード

- ・セセリとは形が異なっていて、さらに光が強すぎたのでシオカラトンボはエサと見えない。

(3) 色

- ・青のニセセリの結果が良かったのは、セセリとほぼ同形のシジミチョウを捕食対象としたためである。

また、今回考慮した上で来年度継続または新しくやることを計画すると以下のようになった。

材質

- ・インクのおいしがシオカラトンボの反応に影響するかどうか調べる。
- ・色を再度正確に調べる。

発光ダイオード

- ・発光ダイオードに翅をつけるなどの改善を行う。

色

- ・今年一度しかスペクトルのデータを計測していないため、来年度は数回計測し、その平均を出す。

5 参考文献

- ・佐藤真彦：脳・神経と行動、岩波書店
- ・井上清・谷幸三：トンボのすべて、トンボ出版
- ・数件出版：生物 I

また、浜松ホトニクス中央研究所第8研究室；土屋様、高本様にスペクトルデータの計測をはじめとしてご協力を頂きました。この場をかりてお礼申し上げます。