

〈第 67 回静岡県学生科学賞 県知事賞〉

トンボの速さのヒミツを探ろう Part 3～トンボの翅と目の構造が飛ぶ速さにどう影響しているか？～

藤枝市立青島北中学校

2年 山本 琉太

1 動機

僕は、一昨年度トンボの飛ぶ速さには体のどの部分がどう影響するのかを研究した。その研究結果から、速く飛ぶトンボにはいくつかの共通点があった。しかし、研究していく中で、トンボは翅の構造や動かし方などいろんな要因が関係して飛ぶ速さや飛び方を使い分けていることに気づいた。

昨年度の研究では翅の動かし方が種類によって変わらないことや翅の付け根の構造が速く飛ぶトンボの方が丈夫で大きいことが分かった。

今年度は調査していなかった翅の厚さ、形、前翅と後翅の間隔の差を研究する。また目の大きさや形が飛ぶ速さに影響しているのかも研究する。

2 昨年までの研究結果

一昨年の研究では、「トンボの飛ぶ速さ」について以下のことが分かった。

- (1) 翅の大きさは速く飛ぶことに影響しない。
- (2) トンボは種類によって、速さだけではなく飛び方を使い分けている。
- (3) 翅脈の多さは速く飛ぶことには影響しない。

しかし、翅脈の太さ（翅の厚さ）は速く飛ぶことに影響していると予想される。

- (4) 速く飛ぶトンボは縁紋が大きい。
- (5) 速く飛ぶトンボは翅の付け根がしっかりしていて丈夫である。
- (6) 速く飛ぶトンボは翅胸が厚い。

昨年の研究では、

- (1) トンボの翅の動かし方は、種類によって差はない。
- (2) どのトンボも前翅と後翅共に左右の翅は必ず同じ動き方をする。
- (3) 速く飛ぶトンボの翅の付け根の面積は大きい。
- (4) 飛ぶトンボの翅の付け根は筋肉のような部分が多く、大きく丈夫である。
- (5) 速く飛ぶトンボは、前翅・後翅の一番前の翅脈が濃く、太い。
- (6) どの種類も翅の付け根に毛のようなものが生えている。

今年度は翅について今まで長さだけで考察していたデータを面積まで求めることで、より発展した研究にしたい。また、厚さ、大きさ、形、翅と翅の間など、多面的に翅の調査をする。また、今回の研究では今まで研究していなかった目の大きさ、形にも注目して種類によってどのような差があるか研究することにした。

3 調査①-1 「速く飛べるトンボほど、翅の面積は大きいのだろうか」

(1) 仮説

今までの研究で、翅の長さや幅の最大値について研究した。その結果は種類によって大きく変わらないことから、翅の大きさは速く飛ぶことに影響しないと考察した。

しかし、翅の面積を出すことで、翅の長さや幅の数値では見えなかった種類による差が出てくるのではないかと考えた。本当にそうなのか調査することにする。

(2) 調査方法

- ア トンボを捕まえ、9箇所を電子ノギスで計測する。
- イ 右翅を広げた状態の写真を撮る。
13個体のうち、2個体以上捕獲できたトンボは、データや写真の計測方法に一番誤差が少ないと思われるものを選び、8種類について調査する。
- ウ 撮影した翅の写真と実寸データを基に、面積を算出する。
種類による比較をするために、体長に対する翅の面積についても算出する。

(3) 結果

《翅の面積の測定値》 【mm】

種類	①体長	翅の大きさ (実寸：a)	翅の大きさ (画像上：b)	10ミリあたりの比率(x)	1マスあたりの比率	翅の面積 のマス数		翅の面積		体長に対する 翅の面積比率	
		②前右	③前右	④前右	⑤前右	⑥前右	⑦後右	⑧前右	⑨後右	⑩前右	⑪後右
オオヤマトンボ	87	57.2	122	4.69	21.99	25	28	549.8	615.7	631.9	707.7
ウチワヤンマ	80	48.7	101	4.82	23.23	14.5	20	336.8	464.6	421.0	580.8
ギンヤンマ	78	52.2	125	4.176	17.44	31	43	540.6	749.9	693.1	961.4
オオシオカラトンボ (オス)	59	44.5	128	3.48	12.08	31	37.75	374.5	456.0	634.7	772.9
アキアカネ		42.5	143	2.97	8.82	35	47.5	308.7	419.0		
シオカラトンボ (オス)	56	43	116	3.71	13.73	29	35	398.2	480.6	711.0	858.1
チョウトンボ		25	111	3.315	10.99	28	33.5	307.7	368.2		
ショウジョウトンボ	37	36.8	120	2.083	4.34	31	35.5	134.5	154.1	363.6	416.4

《翅の面積》

(4) 考察

どの種類のトンボも前翅より後翅の方が、面積が大きい。
ウチワヤンマは他のヤンマの様な速く飛ぶトンボよりも翅の面積が小さい。
オオヤマトンボやギンヤンマ以外のトンボは、翅の面積にさほど大きさに違いはなかった。
大きいトンボも小さいトンボも体長に対する翅の面積の比率はさほど変わらなかった。
よって、速いトンボほど翅の面積が大きいとは言えない。

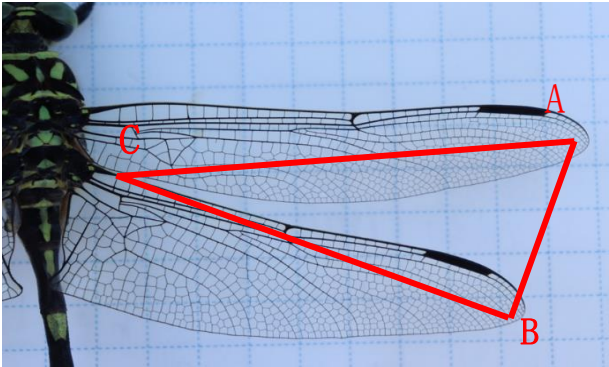
4 調査①-2 「トンボの種類によって前翅と後翅の間の面積に違いはあるのだろうか」

(1) 仮説

調査①-1の結果から、種類による翅の面積の大きな差が出なかったが、翅の写真画像をよく見ていると、前翅の先端と後翅の先端の胴体からの距離の差が種類によって異なるのではないかと考えた。そこで、前翅と後翅の間の面積を算出して種類による差が出るのか調査する。

(2) 調査方法

- ア 調査1-①で使用した8種類のトンボの翅の写真画像に前右翅先端頂点A、後右翅先端頂点B、前翅と後翅が重なる部分頂点Cを決める。
- イ 三角形ABCの面積を算出することで前翅と後翅の間の面積を比較する。



(3) 結果

《前翅と後翅の間（三角形ABC）の面積の測定値》



(4) 考察

速く飛ぶトンボほど三角形の面積の形が横に長い。

速く飛ぶトンボは隙間の面積が大きい分、前翅と後翅が干渉しにくい。

速く飛ぶトンボほど面積が大きく、その他のトンボは面積が小さかった。

よって、種類によって前翅と後翅の間の面積に違いはあると言える。

5 調査②-1 「トンボの種類によって、翅の形状に違いはあるのだろうか」

(1) 仮説

翅の大きさは速く飛ぶことに影響しないことが分かったので、翅の形状の違いが速く飛ぶことに影響するのではないかと考えた。

そこで、種類によって翅の形状がどのような差があるか調査する。

(2) 調査方法

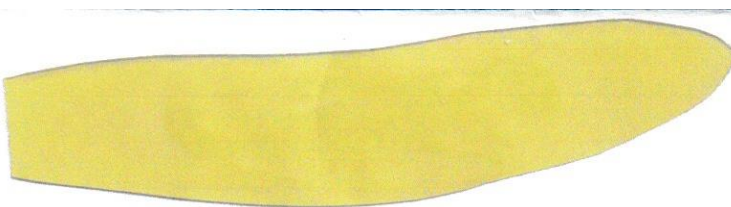
ア 調査①-1で使用したトンボの翅の写真画像を基に、右前翅と右後翅の形状を黄色プラスチック板に写し、切り取る。

イ 切り取った模型を使い、翅の形状の比較をする。前翅同士後翅同士で比較する。

(3) 結果

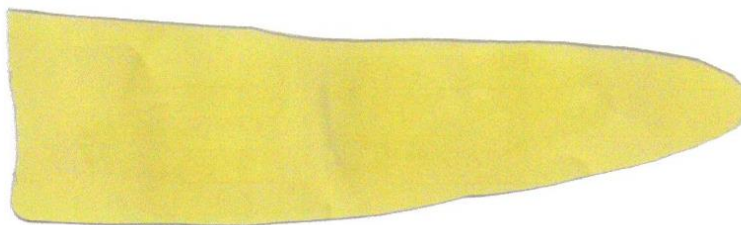
《前右翅の形状》

【オオヤマトンボ】



《後右翅の形状》

【オオヤマトンボ】



(4) 考察

前後翅ともにどのトンボも中央部分が前方に角度がついている。

前翅はどのトンボも先端や付け根部分よりも中央部分の幅が広い。

後翅はどのトンボも付け根部分の幅が一番広がっている。

速いトンボほど翅が全体的に細長く、先端が尖っているように見える。
 よって、トンボの種類によって翅の形状に違いはあると言える。

6 調査②-2 「トンボの種類によって、前翅の中央の角度に違いがあるのか」

(1) 仮説

調査②-1の調査の中で、どのトンボも中央部分が前方に向けて角度がついていることに気づいた。速く飛ぶトンボとその他のトンボでは角度に違いがあるのではないかと考えた。そこで、種類によって角度の違いがあるのかどうかを調査する。

(2) 調査方法

調査①-1で使用した写真画像を基に、前翅と後翅の中央部の前方に向けて曲がっている部分の角度を計測する。

(3) 結果

《翅の角度の測定値》

種類	①体長 (mm)	②翅の角度 (°)	
		前右	後右
オオヤマトンボ	87	170	172
ウチワヤンマ	80	172	170
ギンヤンマ	78	167	170
オオシオカラトンボ (オス)	59	167	170
アキアカネ		170	172
シオカラトンボ (オス)	56	172	170
チョウトンボ		167	173
ショウジョウトンボ	37	169	170

(4) 考察

トンボの種類によって角度に大きな差が出なかった。

どのトンボも、前翅と後翅の角度は違っていた。

よって、トンボの種類によって前翅の中央の角度に違いがあるとは言えない。

7 調査③-1 「トンボの種類によって、翅の厚さに違いはあるのだろうか」

(1) 仮説

今までたくさんのトンボを捕獲し、調査する際に翅を触っていると明らかにギンヤンマとアキアカネでは翅の厚さや丈夫さに差があると感じる。翅が丈夫で厚いほど強い力で翅を羽ばたかせても耐えられることを考えると、速く飛ぶトンボほど翅が厚いと考えられる。本当にそうなのか調査することにする。

(2) 調査方法

調査①で捕まえたトンボの右前翅と右後翅の先端から1cmの翅の厚みを電子ノギスで計測する。

(3) 結果

《翅の厚さの測定値》

種類	①体長	翅の厚さ				翅の面積		翅の体積	
		②厚さ				③面積		④体積	
		⑥前右	⑦前左	⑧後右	⑨後左	⑤前右	⑤後右	前右	後右
オオヤマトンボ	87	0.38	0.37	0.3	0.3	549.8	615.7	208.9	184.7
ウチワヤンマ	80	0.28	0.23	0.27	0.23	336.8	464.6	94.3	125.4
ギンヤンマ	78	0.2	0.25	0.29	0.26	540.6	749.9	108.1	217.5
オオシオカラトンボ (オス)	59	0.21	0.18	0.16	0.18	374.5	456.0	78.6	73.0
アキアカネ		0.18	0.17	0.16	0.14	308.7	419.0	55.6	67.0
シオカラトンボ (オス)	56	0.2	0.2	0.18	0.2	398.2	480.6	79.6	86.5
チョウトンボ		0.13	0.11	0.13	0.11	307.7	368.2	40.0	47.9
ショウジョウトンボ	37					134.5	154.1		

(4) 考察

どのトンボも左右で差はなく、速く飛ぶトンボほど翅が厚い傾向にある。
翅の厚みを計測していた際に、翅の位置によって厚みが少し異なるように感じた。
よって、トンボの種類によって翅の厚さに違いがあると言える。

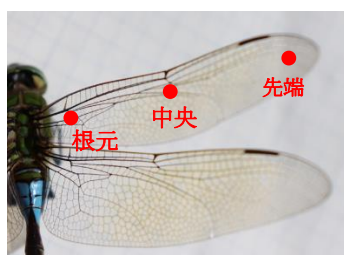
8 調査③-2 「トンボの翅の位置によって、厚さに違いはあるのだろうか」

(1) 仮説

僕は、調査③-1の調査で翅の厚みを計測していた際に、翅の位置によって厚みが少し異なるように感じた。調査③-1では翅の先端から1cmの1カ所しか計測しなかったため、翅の3カ所を計測し、翅の位置によって厚みがどう違うのかを追加調査することにした。

(2) 調査方法

トンボを捕まえ、右前後翅の先端・中央・根元の3点を電子ノギスで計測する。



(3) 結果

《翅の3点計測値》

											【mm】	
種 類	翅の厚さ											
	前右			前左			後右			後左		
	③①先	③①中央	③②根元	③③先	③④中央	③⑤根本	③⑥先	③⑦中央	③⑧根元	③⑨先	④①中央	④①根元
ギンヤンマ	0.17	0.19	0.34	0.21	0.28	0.29	0.23	0.3	0.35	0.17	0.24	0.31
ウチワヤンマ	0.17	0.22	0.3	0.18	0.2	0.27	0.17	0.21	0.28	0.2	0.24	0.3
オオシオカラトンボ（メス）	0.15	0.2	0.24	0.18	0.24	0.25	0.14	0.18	0.24	0.18	0.21	0.25
シオカラトンボ（オス）	0.16	0.21	0.27	0.18	0.21	0.29	0.18	0.21	0.25	0.17	0.22	0.28

(4) 考察

どのトンボの翅も先端から根元にいくにつれて厚くなっている。
どのトンボも前翅と後翅の厚さに差が出なかった。
トンボの種類によって翅の厚さに違いが出なかった。
よって、トンボの翅の位置によって厚さに違いはあると言える。

9 調査④ 「目の大きさや形状が、速く飛ぶことに影響するのだろうか」

(1) 仮説

僕は、今までの継続研究の中でトンボが速く飛ぶことに大きく影響する部位として、翅、翅の付け根、胸について注目してきた。今まで研究していない「目」について注目してみたとき、種類によって差があるのではないかと考えた。目の大きさや形状が種類によってどう違うのかを調査することにする。

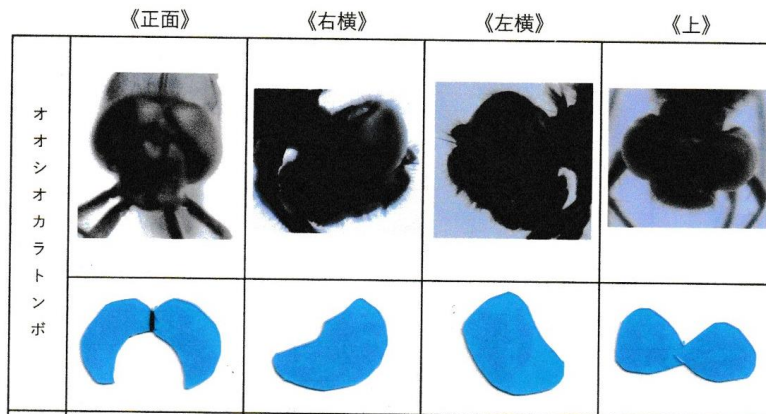
(2) 調査方法

- ア トンボを捕まえ、トンボの目を縦・横・奥行について電子ノギスで計測する。体長に対する目の大きさの比率も算出する。
- イ 目を正面、右横、左横、上から撮影する。
- ウ 切り取った模型を作り、翅の形状の比較をする。

(3) 結果

《目の測定値》

種類	①体長	目			体長に対する比率		
		②縦	③横	④奥行	⑤縦	⑥横	⑦奥行
		②縦	③横	④奥行	⑤縦	⑥横	⑦奥行
アキアカネ		7.9	7.2	4.3			
ウチワヤンマ	78	6.7	10.8	5	8.6	13.8	6.4
ウチワヤンマ	80	6.8	11.1	4.9	8.5	13.9	6.1
オオシオカラトンボ (オス)	59	5.5	8.5	3.8	9.3	14.4	6.4
オオヤマトンボ	87	8.8	12.1	5.7	10.1	13.9	6.6
ギンヤンマ	78	7.9	10.5	5.9	10.1	13.5	7.6
ギンヤンマ	68	8	10	6	11.8	14.7	8.8
シオカラトンボ (オス)		5.1	7.5	3.6			
シオカラトンボ (オス)	56	5	7.3	3.8	8.9	13.0	6.8
シオカラトンボ (オス)	50	4.3	7.2	2.9	8.6	14.4	5.8
シオカラトンボ (オス)	53	4.6	7	3.3	8.7	13.2	6.2
ショウジョウトンボ	37	7	6	4	18.9	16.2	10.8
チョウトンボ		4.3	6.8	3.4			



(4) 考察

ア 大きさ

オオヤマトンボとギンヤンマが他のトンボよりも目が大きい。

アキアカネ、ショウジョウトンボは、速いトンボよりも目が小さい。

イ 形

(ア) 正面

アキアカネ、ショウジョウトンボ、オオシオカラトンボは、口の部分を包み込むような形シオカラトンボ、チョウトンボは、少し丸い目の形

オオヤマトンボ、ギンヤンマは、アーチ状の形で口が大きい。

ウチワヤンマは、左右の目が完全に離れていて、他の速いトンボよりも目が小さい。

(イ) 左右面

どのトンボもあまり差が見られなかった。

ギンヤンマ、オオヤマトンボが、他のトンボよりも縦長の形状をしていた。

(ウ) 上面

オオシオカラトンボ、ショウジョウトンボ、オオヤマトンボ、ギンヤンマは少し丸い。

アキアカネ、シオカラトンボ、チョウトンボは、アーチ状の形

ウチワヤンマは、左右の目が離れている。

速く飛ぶことに目の大きさに影響はないと考える。

よって、目の大きさや形状が速く飛ぶことに影響するとは言えない。

10 まとめ

今回の調査で分かったことは、以下の7つである。

- (1) トンボの翅は面積で比較をした結果でも速く飛ぶことに影響しない。
- (2) 速く飛ぶトンボほど前翅と後翅の間の面積は広い。
- (3) 速く飛ぶトンボほど翅が細く、先端が尖っている。
- (4) どの種類も翅の前方中央に角度がついている。しかし、速く飛ぶことに影響しているとは言えない。
- (5) 速く飛ぶトンボは翅が厚い。
- (6) どのトンボも先端から根元にいくにつれて翅が厚くなっている。
- (7) 速く飛ぶことに目の形状や大きさが影響するとは言えない。

11 感想

今回の調査は、トンボの個体数を捕まえられなかった分、計測したデータや写真画像をいろんな方法で考察して視覚的にわかりやすくまとめられたと思う。

今年はとても暑く、日中にトンボを捕まえに行ってもなかなかトンボが飛んでいなかった。例年より朝早い時間や夕方等時間を考えたり、気温が比較的低い日に調査したりと工夫が必要だった。ニュースでも世界的な地球沸騰化の時代になったと取り上げられていた。トンボ自体の数もこの温暖化で減ってきているのではないかと心配になった。例年調査に行っている藤枝市にある蓮華寺池公園でも僕の小学生低学年の頃より見られるトンボの種類がここ数年少なくなっているように感じる。気温の変化がトンボの生態にどう影響するのも気になった。

12 新しい探求課題

- (1) 今回の研究でトンボの翅の振り幅を調査したかったが、トンボが飛行している距離と自分が撮影している距離が遠すぎてしまったり、近づきすぎてトンボに逃げられてしまったりしたため上手く撮影できなかった。次回の研究では下記のような工夫が必要であると考えます。
- (2) 翅の厚さについての再調査の計測位置を翅の長さの先端・中央・根元とした。その結果、種類による差がでなかった。計測位置を幅の前側・中央・後ろ側で計測すれば、翅の厚みの違いが出るのではないかと思う。
- (3) 今までトンボを捕獲する中で、場所によって多く生息するトンボの種類が違うことが分かっている。トンボは、川や池や田んぼなど必ず水が近くにある場所にいる。そこから、水質や生息環境を調査することでトンボにとってどのような環境が適しているのかを研究してみたい。

13 参考文献

新装改訂版 トンボのすべて 井上 清、谷 幸三 著 トンボ出版

