

よく飛ぶ紙飛行機VI ～飛ぶ力と翼の断面～

浜松市立広沢小学校

6 年 三宅 遼空

1 研究の動機

ぼくは、紙飛行機を作って飛ばすのが大好きです。1 年の時から、いろいろな形の紙飛行機を作って研究をしてきました。去年は翼の表面に鳥の羽、魚のウロコの凹凸模様をつけた紙飛行機を作り、水中に沈め、沈む速度と空気の泡の流れ方から凹凸模様がどのように影響しているか調べました。生物の翼の凹凸模様を調べた本を見ると、トンボの羽は、表面にある複雑な編み目の凹凸模様だけでなく、断面もギザギザに波打った形状をしていることを知りました。他の生物の翼、羽の断面もそれぞれ、異なった形状をしており、この断面形状にも何か秘密があり、飛ぶ力に関係しているのではないかと、もっと詳しく調べてみることにしました。

2 研究の方法

(1) 実験の進め方

ア よう力、こう力測定

翼の性能は、よう力をこう力で割った「ようこう比」が大きいほど良いため、色々な飛行生物の断面形状をまねた翼で、よう力とこう力を測定する。

イ 空気の流れの観察

アの結果がなぜそうなったのか、風洞実験装置で翼に流れる空気の流れを観察し調査する。

ウ ア、イの実験と同じ断面形状で紙飛行機を作り、どれが一番良く飛ぶか対決する。

(2) 実験の準備

ア 色々な飛行生物の翼の断面形状

断面形状の違いを比較するため、簡単に折り曲げることができ形が崩れにくい、0.3 mm 厚の薄いアルミ板で作成した。

イ 用意するもの

- ・アルミ板・両面テープ・ストロー（直径 6 mm）・お菓子用プラ容器・高速カメラ・電子天びん
- ・スモークマシン・扇風機・風速計

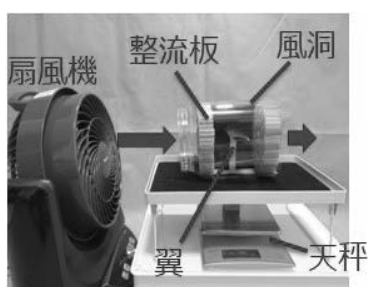
ウ よう力、こう力測定装置と測定

- ・翼を電子天びんの上に乗せ、値を 0 にする。
- ・風洞を通して、翼に扇風機の風（3.2m/s）を当て、電子天びんの値を測定。

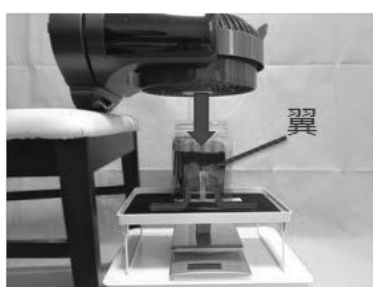
エ 風洞実験装置と観察

- ・お菓子のプラスチック容器の底の部分をカットし、長さを 25 mm に切ったストローで作った整流板を両側にはめ込む。
- ・スモークマシンで煙を流し、翼に流れる煙を高速カメラで観察する。

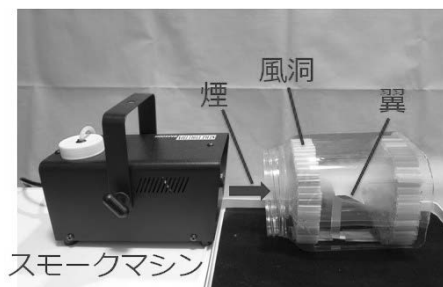
よう力測定装置



こう力測定装置



風洞実験装置



3 研究の結果

(1) 実験1 断面形状の違いによる揚力、こう力測定

次の断面形状の翼を測定装置にセットし、翼の角度を0から40°まで5°おきに変えたときの揚力、こう力を測定する。

飛行機
(平板)



飛行機
(流線形)



鳥
(アーチ)



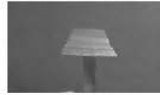
トンボ
(ギザギザ横)



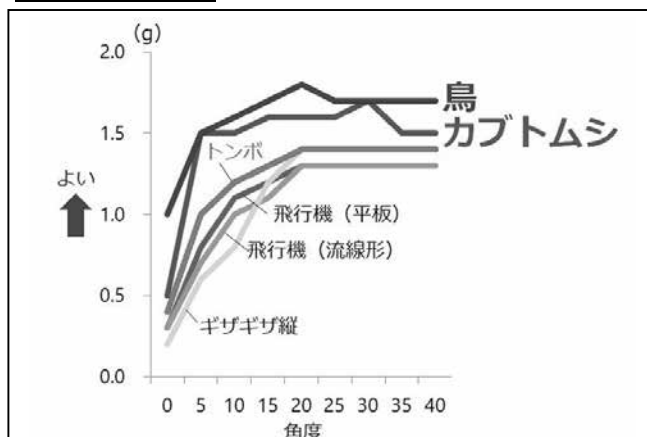
カブトムシ
(パラシュート)



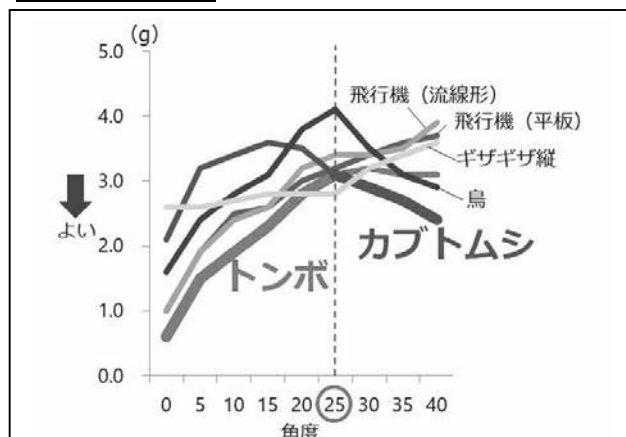
ギザギザ
(縦方向)



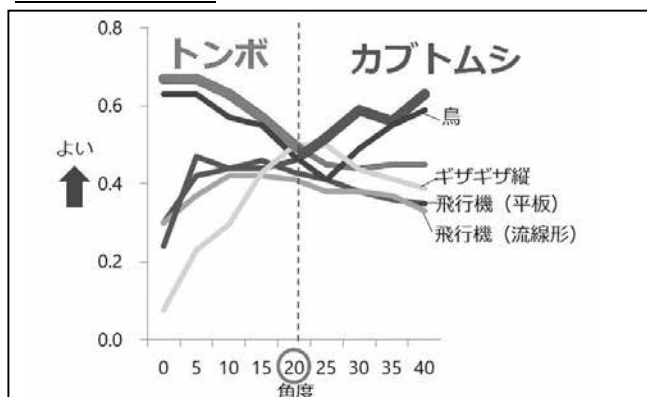
揚力測定結果



こう力測定結果



揚こう比結果



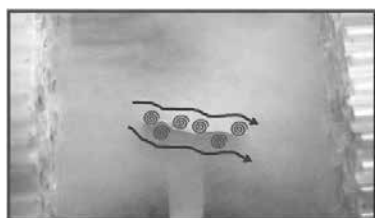
(わかったこと)

- ・揚力は鳥やカブトムシのように断面形状がカーブしている方が大きいことがわかった。
- ・実験の結果から水平に飛ぶときはこう力が小さいギザギザ形状、角度をつけて飛ぶときは揚力が大きいカーブした形状がよいことがわかった。

(2) 実験2 断面形状の違いによる空気の流れ観察

実験1と同じ断面形状の翼を風洞実験装置に入れスモークマシンの煙を流し、翼に流れる煙の流れを高速カメラで観察。翼の角度は0度、15度、30度の3種類で調査。

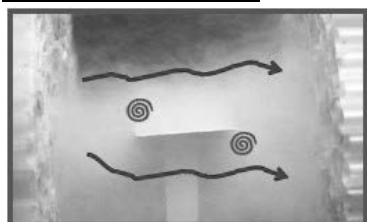
トンボ：角度0度の例



(わかったこと)

トンボのギザギザ形状では、ギザギザ部分に小さな渦がいくつもでき、その渦が煙を後ろにスムーズに流した。そのため、他の断面形状に比べ、翼の煙のふくらみが小さかった。

平板：角度0度の例



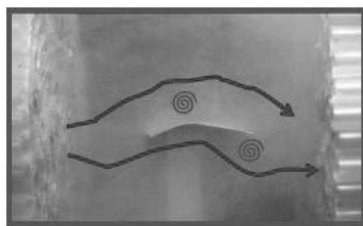
平板：角度30度の例



(わかったこと)

角度が大きくなると翼のまわりにできる渦が大きくなった。

鳥：角度 0 度の例



鳥：角度 30 度の例



(わかったこと)

カーブ形状では、翼の上面の流れが速く、煙のふくらみも小さくなった。

実験 1、2 の考察

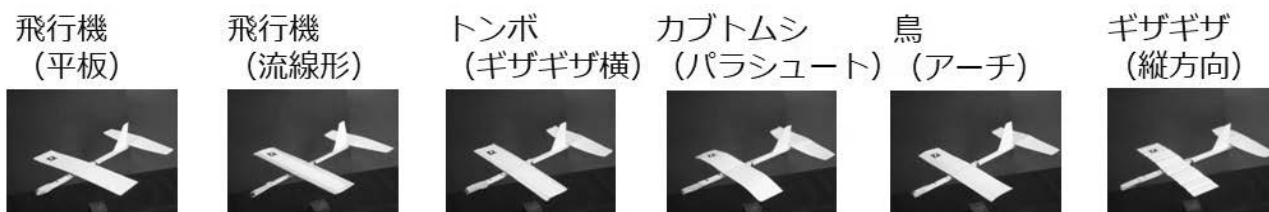
断面形状によって、翼のまわりにできる空気の渦の大きさが変化することがわかった。

ギザギザ形状は、ギザギザ部分にできる小さな渦が空気をスムーズ流すことで、翼にかかる抵抗を抑えていると思う。また、カーブ形状は上面の空気の流れが速く、下面より空気の圧力が小さくなるため、その圧力差で下から上に力が働き、揚力が大きくなるんだと思う。

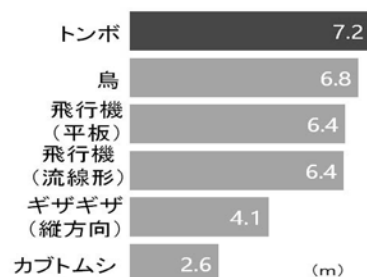
(3) 実験 3 紙飛行機の飛距離対決 (検証実験)

ア 実験方法

実験 1 と同じ断面形状の翼で紙飛行機 (棒どう機 N-1141) を作り、どれが一番良く飛ぶか、対決。風のない体育館で、10 回ずつ手投げで飛ばし、飛んだ平均距離を測る。



飛距離対決結果 (10 回平均)



トンボのギザギザ形状が一番よく飛んだ。

順位も実験 1 で測定した、ようこう比と同じ結果となった。

4 まとめ

翼の断面形状の違いにより、空気の流れが方が変わり、飛ぶ力に影響があることがわかった。

トンボのギザギザ形状は、空気の抵抗を小さくするために、軽いトンボが低速で飛んでも空気の抵抗に負けず飛ぶために必要な形状なんだと思う。鳥やカブトムシの断面形状は、翼の角度が大きいときに有利なことがわかった。これは飛び立つときに、より大きな揚力を得たり、方向転換するときに安定して飛ぶために、このような形状をしているんだと思う。

飛行生物はその生物に適した飛び方をするために、翼の断面形状を変え、空気の流れをコントロールしているんだと思う。

今回の研究では限られた生物の翼の断面形状でしか実験できなかったため、今後はもっと多くの飛行生物について調査し、その生物のヒミツについて解明していきたい。

5 参考にした本

- ・「高性能紙飛行機」 二宮康明 著 (誠文堂新光社)
- ・「トコトンやさしいバイオメティクスの本」 (日刊工業新聞社)
- ・「生物の形や能力を利用する学問 バイオメティクス」(東海大学出版部)
- ・カラー図解でわかる航空力学「超」入門 中村寛治 著 (S Bクリエイティブ)