

前縁渦と翅の構造の関係

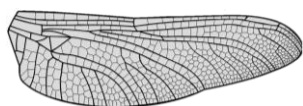
兵庫県立神戸高等学校 1年 廣瀬・鈴木・尾崎

I 目的

昆虫が飛翔する際、翅の前縁部分に前縁渦と呼ばれる渦が発生し、その渦が効率の良い飛翔を助けているということが明らかになっている。そこで今回の研究では翅のモデルの形状や湾曲を変化させ、どのような組み合わせで前縁渦が発生するか、また渦の発生場所を調べた。

II 方法

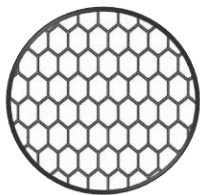
今回は自作した風洞装置を用いて、ハニカムによって整流された風を送り込んだ。風の流れを可視化するためにスモークマシンで噴射した煙を用いた。トンボの翅と蚊の翅を簡略化したモデルをそれぞれ作成し、装置内でそのモデルを動かし、スローモーションカメラを用いて撮影し、前縁渦が発生するかどうか、またその渦の発生場所を記録した。



(図1) トンボの翅の形状



(図2) 蚊の翅の形状



(図3) ハニカムの模式図

III 結果

次の表は、トンボの翅のモデルと蚊の翅のモデルを用いて渦の発生数と発生場所をそれぞれ測定した結果である。

(表1) 渦の発生数と場所 (トンボ)

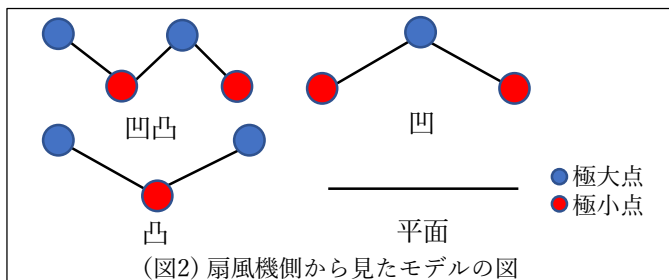
湾曲	平面	凸	凹	凸凹
極大		5	3	6
極小		4	2	9
合計	5	7	4	7

(単位は数)

(表2) 渦の発生数と場所 (蚊)

湾曲	平面	凸	凹	凸凹
極大		5	1	7
極小		2	3	11
合計	8	6	3	9

(単位は数)



(図2) 扇風機側から見たモデルの図

(トンボのモデル)

(蚊のモデル)



(図3) 渦の発生の様子

- ・前縁渦は、翅のモデルの凹凸に折り曲げた箇所が発生しやすい。
- ・凸に折り曲げられたモデルは、凹に折り曲げられたモデルと比較して渦がよく発生した。
- ・トンボの翅のモデルは蚊のモデルと比較して翅の湾曲による影響が大きかった。

IV 考察・まとめ

以上の結果を見てみると、前縁渦は風向の垂直面に対して起こりやすいことがわかる。凸に折り曲げられた翅と凹に折り曲げられた翅をみると折り返し点での渦が大きいことから考えられるが、凹に折り曲げた翅について羽ばたいている過程で翅の末端の辺が風向と垂直になった時に前縁渦ができていたこともこれを示唆していると思う。特に、垂直面以外では前縁渦があまり確認できなかった事から、垂直面以外の部分では変化した気流の影響を受け、渦が出来にくい状態にあるのではないかと考える。また、1点を軸にして翅を羽ばたかせる場合、翅に凹凸をつけることで回転中の角度が変わっても常に渦を発生させることができるのがメリットであると考えられる。しかし、実際の昆虫の翅は1点を軸に回転させているにもかかわらず平面のものが多かったため、次回は翅を平面にするメリットについて、また渦の規模についても考えたい。

V 参考文献

https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000174_000015177.html

Leading edge vortex and wing structure

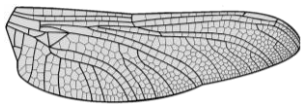
Hyogo Prefectural Kobe High School 1st grade Yugo Hirose Shoma Ozaki Daito Suzuki

Purpose

When an insect flies, a vortex called a leading edge vortex occurs at the leading edge of the wing, which has been revealed to help efficient flight. Therefore, in this study, we examined the shape and curvature of the wing model, and examined the combination of leading edge vortices and the location of vortices.

Method

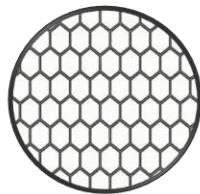
This time, we used a wind tunnel device that we made ourselves to send the wind rectified by the honeycomb. To visualize the wind flow, we used smoke injected by a smoke machine. We made simplified models of a dragonfly wing and mosquito wing, respectively, and moved the models around in the apparatus, filming them with a slow-motion camera to record whether or not a leading edge vortex was generated and where it occurred.



(Figure 1) The dragonfly feather shape



(Figure 2) The mosquito feather shape



(Figure 3) The Schematic diagram of honeycomb

Result

The following table shows the results of measuring the number and location of vortices using the dragonfly wing model and the mosquito wing model, respectively.

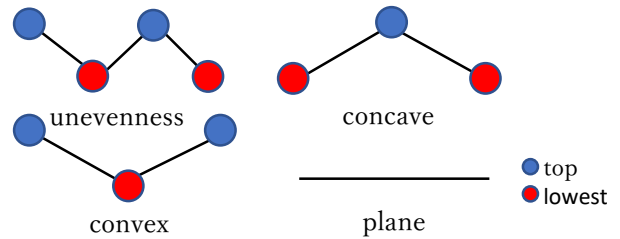
(Table1) The Number and location of vortices (dragonfly)

bend	plane	convex	concave	unevenness	total
top		5	3	6	14
lowest		4	2	9	15
total	5	7	4	7	23

(Table2) The Number and location of vortices (mosquito)

bend	plane	convex	concave	unevenness	total
top		5	1	7	13
lowest		2	3	11	16
total	8	6	3	9	26

(The Unit is number)



(Figure 4) The model seen from the electric fan

(dragonfly)



(mosquito)



(Figure 5) A view of a vortex being generated.

- The leading edge vortices were easily generated in the concave and convex folds of the wing.
- The convex fold model was also able to generate more vortices than the concave fold model.
- The effect of wing curvature was greater in the dragonfly wing model than in the mosquito wing model.

Conclusion

The above results show that the leading edge vortices tend to occur on a plane parallel to the wind direction. This may be due to the fact that the vortices are larger at the folding point when looking at the convex and concave folded wings, but I think it is also suggested by the fact that for the concave folded wing, the leading edge vortices are formed when the terminal surface of the wing becomes parallel to the wind direction during the flapping process. In particular, the fact that the leading edge vortices could not be observed on non-vertical surfaces suggests that the vortices are not easily formed on non-vertical surfaces due to the influence of the changing airflow. Also, when flapping the wings around a single axis, the advantage of having uneven wings is that vortices can always be generated even if the angle during rotation changes. However, many of the actual insect wings were flat despite being rotated around a single axis, so next time I would like to consider the merits of having flat wings and the scale of the vortices.

References

<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000174.00015177.html>