

揚力と凹凸の関係

Abstract

Our research title is the relationship between lift and the number of unevenness. We can achieve a variety of results by conducting this research. For example, we can contribute to the development of lift-based renewable energy and reproduce the lift easily. We did this research by making a lot of wings, running a cart with wings attached and measuring the results. As a result, we can say that the lift is increased by the unevenness of the surface and lift is determined by the location of unevenness. Through this research, we think that vortices are created by making unevenness on the wing's surface, so lift becomes stronger.

1 はじめに

私たちは、羽の凹凸の数や凹凸をつける位置によって揚力は強くなるのか？という問いを立てた。この問いを設定した動機は先行研究(酒井ら、2023、揚力がより大きくなる羽の凹凸の数量の条件)から揚力に興味を持ち、新しい発見をしたいと思ったからだ。この研究を引き継ぎ、トンボの羽は凹凸があることで渦が発生し揚力が生み出されるということに着目して、揚力をより強くするためにはどうするべきかと疑問を持ち、実験を行っていった。また、私たちの仮説は、凹凸が増えれば増えるだけ揚力は強くなるのではないかということである。還元されることとして、従来の飛行機の羽に凹凸をつけたり、溝をつけたりするなどしてより強い揚力を生み出すことを可能にすること、より強い揚力を利用した発電など、自然の力を利用した再生可能エネルギーの開発に貢献することが挙げられる。

2 検証方法

酒井ら研究(2023)では揚力を上下で測ると、揚力が極小であったためうまく揚力を測定ができていなかった。そこで私たちは揚力による左右の運動で揚力を計測していった。はじめに揚力を生み出すことのできる羽の形を調べ、その羽の型を取り、羽の複製をできるようにした。発泡スチロールで複製した羽を力学台車に取り付け(図1)、それに扇風機で風を当てることによって生まれる台車の加速度が凹凸をつける前とつけた後でどのくらい変化をするのかによって、揚力の大きさの変化を調べていった(図2)。



図1 力学台車に羽を取る付けた様子



図2 実験の様子

3 結果

結果はこのようになった(表1)。凹凸の場所の欄に記載されている①、②、③は凹凸を掘った場所を表しており、①は羽の先端部分に溝を掘ったこと、②は羽の中央部分に溝を掘ったこと、③は羽の後方部分に溝を掘ったことを意味している。例えば凹凸の場所の欄に①と③が記載されているものは羽の先端と後方に合計2つの溝を掘ったということになる(図3)。この結果を見てみると、羽に凹凸をつけるとほとんどの羽の加速度が大きくなっていることが読み取れる。しかし私達の仮説と反して、凹凸の数を増やしたからと言って加速度の

大きさも比例して増えるということではなかった。また①の場所に溝を掘ったときの加速度の変化のばらつきが目立った。この結果を受け、①に溝を掘ったとき、なぜこんなにも結果がばらついてしまったのかと疑問を持ち、新しく①にだけ溝を掘った羽を作りもう一度同じ条件で実験を行った。その結果はこのようであった(表2)。同じ条件であっても変化のばらつきが目立った。

羽の番号	加速度(cm/s ²)			凹凸の場所
	凹凸無し	凹凸有り	変化	
1	29.95	32.18	2.23	①②③
2	28.38	30.05	1.67	①②
3	26.85	29.47	2.62	②
4	28.29	29.78	1.49	②③
5	25.63	31.74	6.11	①
6	33.42	34.22	0.8	③
7	31.24	30.83	-0.41	①③
平均	29.11	31.18	2.07	

表1 凹凸の有無による加速度の変化の結果

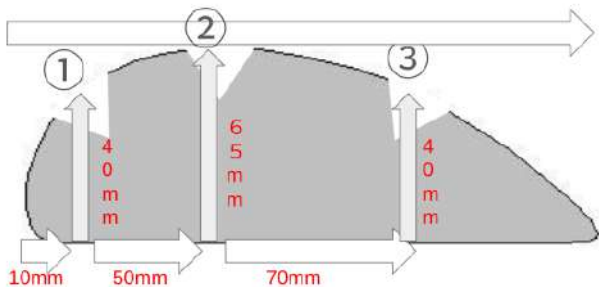


図4 羽の断面図

羽の番号	加速度(cm/s ²)		
	凹凸なし	凹凸有り	変化
1	25.63	31.74	6.11
2	30.92	22.52	-8.4
3	28	23.91	-4.09

表2 ①の場所だけに凹凸を付けたときの結果

4 考察

私達はこれらの結果から、溝を掘った場所ごとに分けて考察を行った。①の場所に溝を掘ったとき、加速度の変化にばらつきが目立ったことから、先端に溝を付けたとしても風が溝に垂直に当たるため渦が発生しないことや逆に抗力が生まれることがあるのでこのような結果になったのではないかと考えた。②の場所に溝を掘ったとき、安定して加速度が大きくなっていることから、風が溝に対して平行に当たるため渦が発生し、加

速度が大きくなったのではないかと考えた。そして③の場所に溝を掘ったときは、②に溝を掘ったときと比べて加速度の変化が小さいことから、羽の後方に溝を掘ったため、風の当たる量が中央に掘ったときと比べると少なくなるから強い渦が発生せず加速度の変化が小さくなったのではないかと考えた。また最後に凹凸の数を増やせば増やすだけ揚力は大きくなるという仮説については、凹凸が増えたことでお互いに影響を及ぼしあったことや溝に当たる風の量が分散したからではないかと考えた。

5 結論

結論として羽の中央部分のように風が溝に対して平行に当たる場所に凹凸をつけることによって、揚力は強くなること、凹凸を増やせば揚力が強くなるわけではないということがこの実験の結果から言うことができる。

6 今後の課題

今後の課題として挙げられるものとして、凹凸がついていない状態での加速度にばらつきがあり、どの凹凸が最も揚力に影響を与えているのかが分からなかった点と本当に凹凸の部分に渦ができていないのかを調べられなかった点が挙げられる。これらは凹凸を取り外しができない羽で実験を行うことと煙を使って風の流れを可視化できるようにすることで解決できるため今後はこれらを踏まえて実験を行っていきたい。

参考文献

- ・酒井蓮、木村天郁、波多江昌太郎(2023)「揚力がより大きくなる羽の凹凸の数量の条件」
- ・和田展忠 「トンボの翼の揚力に関する実験」