

風力発電の発電量を上げる

原田 和佳

要約

風力発電は、現在羽根の数が3枚で細長い形のものが一番発電効率がよいとされ、風の強い海辺などに設置されている。しかしながら、日本で主に用いられている他の発電方法（火力発電など）に比べると、発電量が少ないという短所がある。そこで、発電量をより多くするために、羽根の形や羽根のねじれの角度を変えて実験することにした。材質は型紙で、3枚の羽根の形を、次のような3種類で実験を行った。①長方形の平らな羽根、②先端に向かって細くした羽根、③先端から中央に向かって細くした羽根。それぞれの羽根には、扇風機の風を当てて回し、それぞれの羽根でその他様々な条件を変えながら実験を行った。実験は、羽根の回転によって発電した電圧を測り、どの羽根の発電量が最大になるか調べた。結果は、①②③の3種類とも、扇風機の風速が最大で、羽根のねじれの角度は 20° のときに一番発電量が多いとわかった。また、一番発電量が多かった羽根の形は、②の先端に向かって細くしたものであった。風力発電の発電量は、現在使われている形のものが、最も多いということを確認することができ、さらにその理由を考察した。

1. 序論

私が風力発電の研究を始めた動機は、風力発電は環境にやさしい発電方法であるが、他の発電方法と比較して、発電量が少ないという短所があるからだ。だから、どうにかして発電量を増やすことはできないかと考え、様々な条件を変えながら実験することにした。

発電の原理には、電磁誘導という現象が用いられていて、それは、コイルの中で磁石を出し入れすることで、コイルの中の磁界を変化させ、その変化を妨げる向きに電圧が発生し、電流が流れるという仕組みである（図1）。風力発電の発電機は、羽根の回転の運動エネルギーを電磁誘導によって電気エネルギーに変換している。



図1. 発電原理（電磁誘導）

現在の研究では、羽根の枚数が3枚で先にかけて細くなるものが一番発電効率はよいとされて実用化に至っているのだが、まだ研究されていない羽根のねじれの角度といった条件を変えていけば、発電量がさらに増えるのではないかと考えた。

そこで、前にあげたように、3種類の羽根で、様々な条件を変えながら実験を行った。

2. 本論

<実験>

実験は、扇風機から手作りの発電装置に風を送り、以下の①～④の条件を変えて行った。

なお、羽根の回転の運動エネルギーを電気エネルギーに変換する発電機は、市販のキットを用いた。また、電圧測定には、デジタルテスター（写真1）を用いて実験を行った。羽根の素材には、加工しやすいように型紙を用いた。

<条件>

- ①扇風機からの距離を20 cmと40 cmと変えて測定する。
- ②風速を1, 2, 3と変えて測る。（風速3が最大）
- ③羽根の形を（i）長方形の平らな羽根（ii）先端に向かって細くした羽根（iii）先端から中央に向かって細くした羽根の3種類に分けて実験を行う。

④羽根のねじれの角度（図2）を変えて測る。

<予想>

距離は、より近い方（20cm）、風速はより速いとき（風速3）で、発電量が多くなる。また現在の風力発電に用いられている羽根の形から判断しても、先端に向かって細くなるものが、発電量が大きくなると予想した。羽根のねじれについては、角度をつけすぎると、風を受けにくくなるので、20°，または30°あたりで、発電量が最大になると予想した。

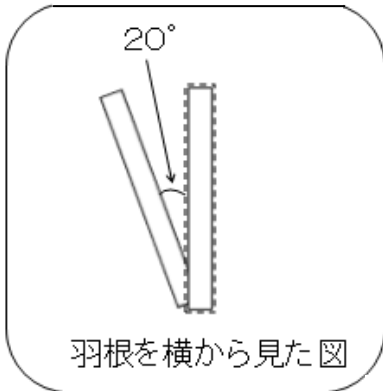


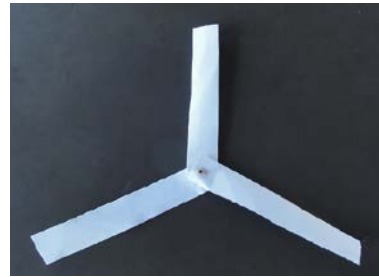
図2. 羽根のねじれの角度



写真1. デジタルテスター

<実験結果. 1 >

長方形の平らな羽根



40度	風速 1	風速 2	風速 3
20cm	0.6	1.22	1.96
40cm	0.5	1.03	1.63
60度	風速 1	風速 2	風速 3
20cm	0.61	0.88	1.27
40cm	0.41	0.81	1.24
20度	風速 1	風速 2	風速 3
20cm	1.18	1.97	2.96
40cm	0.83	1.6	2.64
30度	風速 1	風速 2	風速 3
20cm	0.91	1.58	2.52
40cm	0.85	1.61	2.43

長方形の平らな羽根では、扇風機からの距離は20cmで、羽根のねじれが20°のときが一番発電量が多いと分かった。

<実験結果. 2 >

先端に向かって細くした羽根



(角度・距離)	40度	風速 1	風速 2	風速 3
	20cm	1.38	2.34	3.41
	40cm	1.34	1.85	3.06
60度	風速1	風速2	風速 3	
	20cm	1.13	2.13	2.85
	40cm	1.05	1.72	2.63
20度	風速 1	風速 2	風速 3	
	20cm	1.72	2.93	4.63
	40cm	1.62	2.68	4.47
30度	風速 1	風速 2	風速 3	
	20cm	1.62	2.69	3.82
	40cm	1.45	2.47	3.62

先端に向かって細くした羽根では、風速3（最大）で扇風機からの距離は20cm、羽根のねじれが20°のときが一番発電量が多かった。

<実験結果. 3>

先端から中央に向かって細くした羽根



(角度・距離)	40度	風速1	風速2	風速3
	20cm	0.8	1.33	1.98
	40cm	0.31	0.8	1.65
60度	風速1	風速2	風速3	
	20cm	0.52	0.95	1.38
	40cm	0.26	0.77	1.23
20度	風速1	風速2	風速3	
	20cm	0.73	1.46	2.27
	40cm	0.37	1.12	1.7
30度	風速1	風速2	風速3	
	20cm	0.63	0.95	1.78
	40cm	0.54	0.92	1.36

先端から中央に向かって細くした羽根では、風速3（最大）で、扇風機からの距離は20cm、羽根のねじれが20°のときが一番発電量が多いとわかった。

これら3種類の実験結果から、現在用いられている羽根の形のもの（先にかけて細くなるもの）が一番発電量は多くなることが確認できた。

<考察>

3枚の羽根で先に向かって細いものが一番発電量が多い理由は、細くすることで回転中に羽根が受ける空気抵抗が抑えられて、あまり減速されることなく回転したからであると考えられる。また、先端に向かって細くなる羽根の方が、発電量が多くなった理由として、回転軸から遠いところの方が、1周の距離が長いために1回転で受ける空気抵抗の影響が大きく、それを抑えることができたからだと考えられる。

ねじれについては、羽根に角度をつけることで風から力を受け、回転させているが、やはり角度が大きすぎると、風はそのまま流れていってしまい、逆に角度が小さすぎると風を受けにくくなるので、程よく風を受ける20°が発電量は多くなったと考察できる。

3. 結論

今回の実験で、一般に現在使われている羽根の形（先端に向かって細くした羽根）が一番発電量が多いことが確認できた。さらには、羽根のねじれの角度は、20°で発電量最大になることがわかった。

4. 今後の課題

今回の実験では、羽根の形が実験の途中で変形してしまっただけで、もう少し硬くて軽い材質のもので実験を行いたい。さらに時間の関係で、全ての実験が一通りずつしかできなかったため、全ての実験を何回か繰り返して行い、平均をとりたい。

また、羽根のねじれの角度をより細かく変えていき、発電量最大の正確な角度を探っていきたい。

5. 謝辞

この実験に協力してくださいました、戸田先生、TAの船江先生、ありがとうございました。

6. 参考文献

<http://www.nbskk.co.jp/engineering/solution/wind.html>

『トコトンやさしい風力発電の本』 牛山 泉 著
日刊工業新聞社 出版

