

26. 螺旋水車を用いた家庭用小水力発電機の開発

学校法人静岡理工科大学 静岡北高等学校
2年 小林卓朗 天野虎之介 鷺巣恵太

動機

東日本大地震の影響を受けて福島第一原子力発電所で事故が発生した。この事故以来日本はますます火力発電に依存することとなった。しかし、広く知られている通り火力発電は二酸化炭素を排出するため環境に悪く、そのうえ日本は化石燃料の多くを輸入に頼っている。一方で日本は水資源を豊富に有している。ゆえに私たちは日本の火力発電への依存脱却の為に水力発電の研究をすることにした。日本の豊富な水資源のなかでも小川の水や家庭で利用されている水は未だ発電に使われていない。それらの水を発電に利用できるのが小水力発電である。そこで私たちは小水力発電に注目した。

目的

小水力発電で発電量を増やすには、日本の水資源を余すところ無く発電に利用することが不可欠である。ゆえに未だ発電に利用されておらず、水利権の影響も受けない家庭で使用されている水を発電に利用できる小水力発電機を開発することにした。ただし、普及させることを考慮するとコストや発電量が重要となるため「安価で発電効率のよい家庭用小水力発電機の開発」を目標とした。

水車の製作

最初に木の棒と FRP(Fiber Reinforced Plastics 繊維強化プラスチック)を用いて雨どいに設置する発電機用の螺旋水車を製作した。これを FRP 水車1(図1)と呼称する。

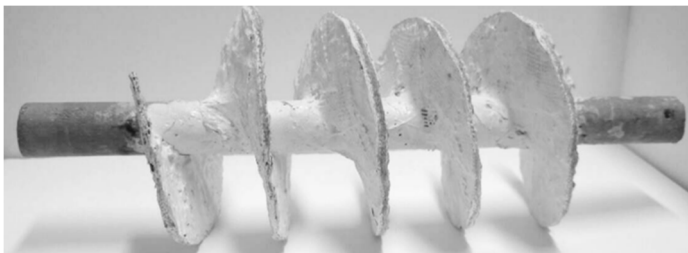


図1 FRP 水車1

螺旋水車とFRPを用いた理由は以下の通りである。

＜螺旋水車＞

- ① 円柱形であるため雨どいに設置しやすい。
- ② 高低差が小さくても発電が可能である。

＜FRP＞

- ① 強度と耐水性に優れている。
- ② 腐食しにくい。
- ③ 形成するのが容易である。

実験1

実験台(図2)に、小さな円柱型の磁石と鉄球を使って、水車を空中に固定する。そして、水車を設置した実験台を雨どいの排出口の下に設置し、雨どいから 1.5L の水を一定の速度で流した。最後にその水で水車が何回転したかを調べた(図3)。



図2 実験台



図3 実験1の様子

しかし、FRP 水車1は 44° しか回転せず、1回転には至らなかった。その原因として、

- ① 水車自体が重すぎる。
- ② FRP 水車1の羽が垂れ下がっており、表面が粗い。
- ③ 螺旋の角度が最適ではない。

の3つが挙げられた。

そこで、それぞれの原因について検証するため、新たに3つの水車を作った。

1つ目に、水車の羽にFRPの代わりにペットボトルを用いた、FRP 水車1より63.4g 軽い、88.6g のPET 水車(図4)を作った。

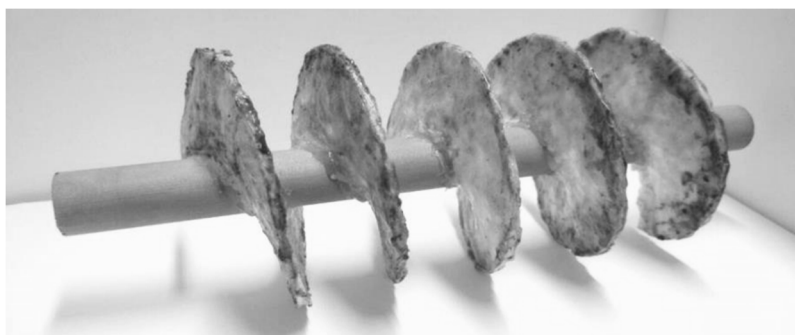


図4 PET 水車

2つ目に、羽が垂れ下がっておらず、可能な限り表面を滑らかした FRP 水車 2(図 5)を作った。



図5 FRP 水車2

3つ目に、FRP 水車1の螺旋の角度が 10 度なのに対して、螺旋の角度が 45 度の FRP 水車3(図6)を作った。

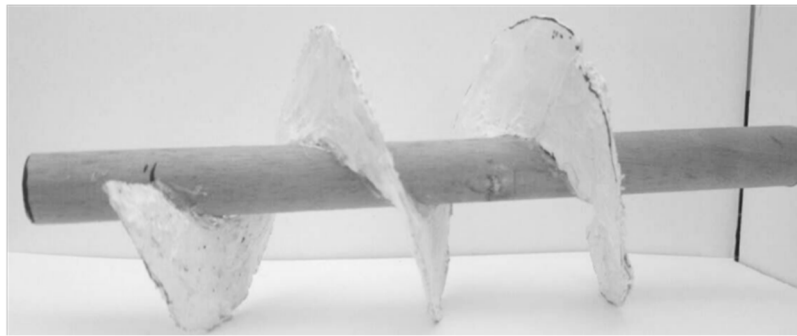


図6 FRP 水車3

そして、これらの3つの水車で、再び実験1を行った。結果は以下の通りとなった。

表1 実験1の結果

水車の種類	FRP 水車1	PET 水車	FRP 水車2	FRP 水車3
回転の角度	44°	37°	31°	80°

この結果より以下のことがわかった。

- ① 螺旋の角度は、10 度よりも 45 度のほうが回りやすいこと。
- ② どの水車も1回転に至っていないので、これら4つの水車に共通した回らない原因があること。
- ③ すべての水車の羽に、重い場所、軽い場所があること。

また、4つの水車の回らなかった共通の原因として、重心の位置が軸上になく、ずれているのではないかと考えられる。そこで、重心の位置のずれの影響が少ないと考えられる実験を新たに行った。

実験2

水車を空中で縦につるし、上から水を流せば水車の重心の位置のずれの影響は少なくなるのではないかと考えた。そこで水車の軸の先端に磁石を貼り、鉄球に貼り付けて摩擦を出来るだけ小さくするようにして水車をつるした。そうしてつるした水車に 1.5L の水を一定の速度で流すことで実験を行った(図7)。



図7 実験2の様子

そして、以下の結果が得られた。

表2 実験2の結果

水車の種類	FRP 水車1	PET 水車	FRP 水車2	FRP 水車3
回転数	26 回転	29 回転	23 回転	45 回転

実験1の結果と比較してそれぞれの水車が大幅に回転したことから、4つの水車が回転しなかった主な原因が重心の位置のずれであることが判明した。逆に、水車の羽が垂れ下がっていたことは、回転数にあまり影響を及ぼしていなかったという結果が得られた。また、実験1での回転の角度の大きさはFRP 水車3>FRP 水車1>PET 水車>FRP 水車2であったのに対して今回の実験での回転数はFRP 水車3>PET 水車>FRP 水車1>FRP 水車2であった。これはPET 水車の質量が小さいために、羽の質量の偏りがPET 水車に大きな重心の位置のずれをもたらしたため(図8)だと考えられる。

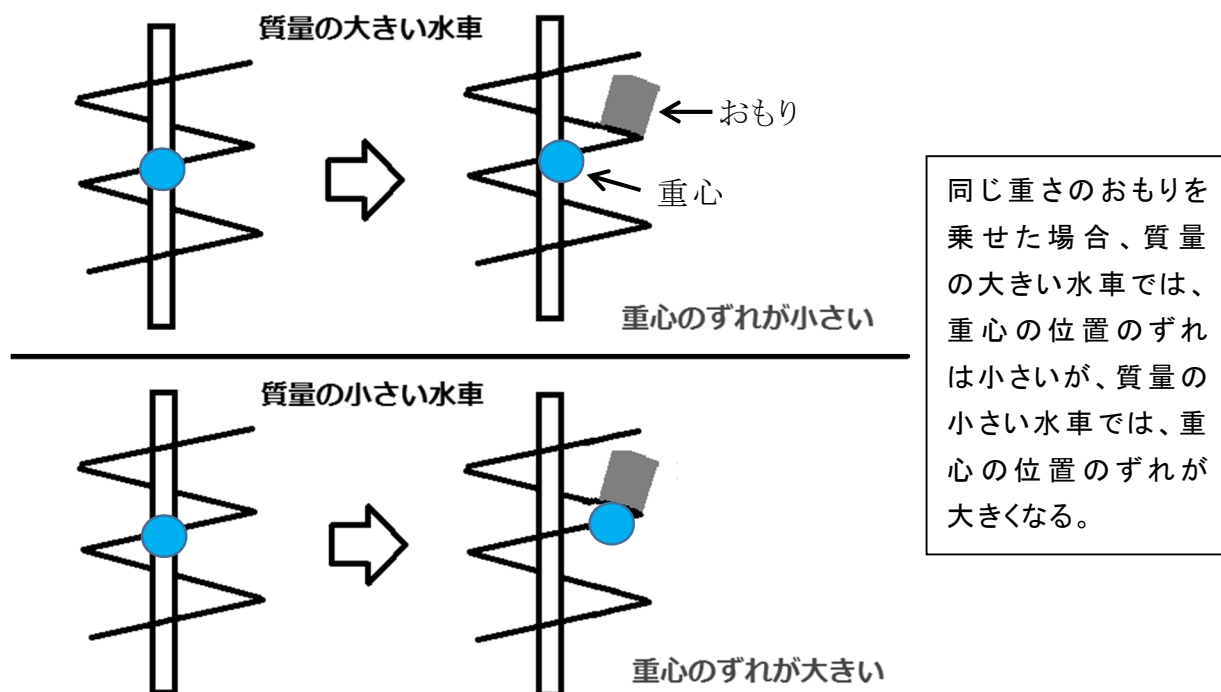


図8 重心の位置のずれの比較の例

重心の位置のずれのない水車

重心の位置のずれのない水車の作り方を議論した結果、芯を重くしかつ羽を軽くすれば重心の位置が軸上になり、ずれは無くなるのではないかと結論づけられた。そこで芯を木の棒から塩化ビニール管に石膏を詰めたものに変更した。また、水車の羽には発泡スチロールをスチロールカッターで螺旋の形に加工したものを使用した。そしてホットボンドを用いて塩化ビニール管の芯に発泡スチロールの羽をつけることで発泡スチロール水車(図9)を完成させた。

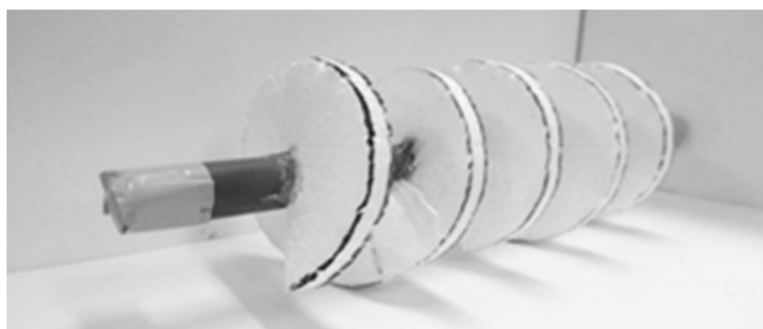


図9 発泡スチロール水車

この水車を用いて同様に実験1、実験2を行ったが実験1では5°、実験2では13.5回転とあまり良い結果を得られなかった。その理由として

- ① 羽の強度が不足しており水流で歪んでしまった。
- ② 芯に比べて羽が軽すぎるため。

などが挙げられたが、まだ結論には至っていない。

成果

これまでの実験より螺旋水車は角度が10度よりも45度のほうが回りやすいこと、水車の質量が小さいほど摩擦が小さくなり回りやすいことがわかった。そして、螺旋水車において重心の位置が回転に大きな影響を及ぼすことがわかった。よって、今後の製作において重心の位置の調節が大きな課題となる。

課題

これまでの実験で、螺旋水車の角度は10度よりも45度のほうがより回転することが判明した。しかし45度が最適でない可能性は大いにあるので、30度や60度の水車を製作し、回転数を測定して最適角度を求めたい。また発泡スチロール水車の実験結果が予想を大きく下回っており、重心の位置のずれのない水車の製作はふりだしへと戻った。発泡スチロール水車が回転しなかった原因を突き止め、新たに重心の位置のずれのない水車を完成させたい。更に、雨どいに小水力発電機を設置して実際に発電することができることが証明されていない。証明するためには、この小水力発電機を完成させなければならない。しかし、「発電機」は製作段階には至っていない。よって「発電機」の製作を急がなければならない。

そして最終的には、「安価で発電効率のよい家庭用小水力発電機の開発」を実現させたい。

参考文献

資源エネルギー庁 「日本のエネルギー情勢」

<<http://www.enecho.meti.go.jp/about/faq/001/>>

全国小水力利用推進協議会 「小水力発電とは」

<<http://j-water.org/about/>>

斉藤達也・間宮裕二 「螺旋水車によるマイクロ水力発電計画」

<http://www.water.go.jp/honsya/honsya/torikumi/gijyutu/kenkyuhappyou/pdf/h21_chubu.pdf>

HURKLEBORN 「FRP の成型方法」

<<http://www.huckleborn.ne.jp/products/frp/howtofrp01.htm>>