

蘇る産業遺産 - らせん水車を活用した発電システムの実用化研究 -

流域を流れる水の利用に関する研究

私の研究室では流域を流れる水を対象に、いかに制御し利用するかについていろいろな調査や研究を行っています。現在取り組んでいるテーマは、地下水涵養を考慮した浸透型洪水調整池の機能評価、閉鎖性水域の水質保全に関する研究、緑のダムの水文学的評価、マイクロ水力発電システムの開発等々と幅広いのですが、その中でも温故知新とも言うべき「らせん水車を用いたマイクロ水力発電システムの研究」について紹介します。

らせん水車とは

昔から田園にある水車といえば、普通は下掛け、胸掛け、上掛け水車といった円形の在来水車をイメージされることでしょう。しかし、ここで紹介するらせん水車は写真1に示すように水車の羽根がらせん状になっていて、アルキメデスのらせん回転式ポンプとよく似た大変ユニークな構造をしています。このらせん水車は大正時代に富山県砺波市の鍛冶職人によって作製されました。そしてらせん水車は、戦前まで重要な農業動力源として脱穀作業や藁（わら）加工作業に用いられてきました。この水車は富山県の扇状地に広がる農業用水の特徴を巧みに利用した水車で、簡便性と経済性に優れていたことから移動型動力源または定置動力源として全国的に普及しました。しかし、戦後になって機械化の進展に伴い、らせん水車の数は急激に減退してしまい、現在ではその存在を知る人も少なくなっています。



写真1 らせん水車（南砺市高屋）

らせん水車を利用したマイクロ水力発電システムの可能性

可能発電量の規模は流量と落差で決まります。らせん水車の適用にあたっては、低流量・低落差の場所を対象に小規模な発電（街灯の電源、通信電源、災害時の非常用電源、農業の生育管理用電源等の用途）を考えています。これは図1に示すように、低落差・低流量を利用した高効率のマイクロ水力発電システムはまだまだ製品化されていないのが現状だからです。

そこで研究では富山県立大学短大部の水理実験室において写真2のような可変水路実験装置を設置し、らせん水車の動力特性を計測しています。実験に使用するらせん水車は羽根直径45cm、水車全長1mの大きさです。実験では、水路勾配が10°～30°について流量を約300L/min～3000L/minまで変化させて

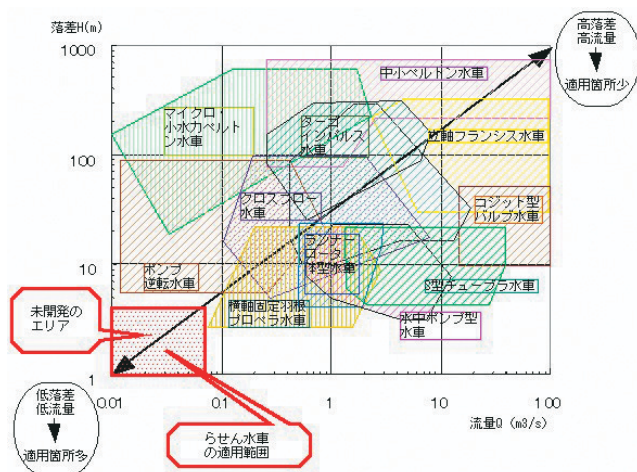


図1 らせん水車の適用範囲

ご意見、ご感想等お寄せ下さい。

短大部 環境システム工学科

助教授 瀧本 裕士

TEL 0766-56-7500(内線676)

電子メール takimoto@pu-toyama.ac.jp



動力を測定しています。この流量については図1の単位に換算すると最大でも0.05m³/sであることから非常に低流量の場合を想定していることとなります。簡単に実験の結果を紹介すると、出力は最大で200W程度得られました。また水車の効率は60%程度でした。下掛け水車のような在来水車の効率は10%～30%程度ですので、らせん水車の効率はそれに比べて高く、実用化に向けて期待できると思われます。今後は、近代水車に近い効率(80%以上)をめざして水車の改良を進めていく予定です。



写真2 可変勾配水路実験装置

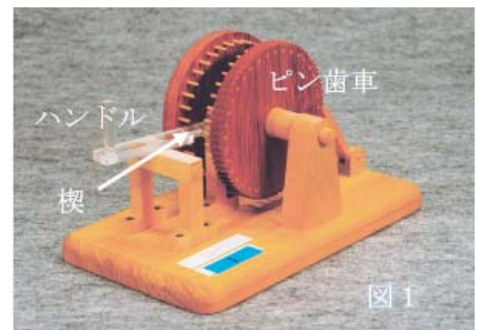
これからの課題

らせん水車をマイクロ水力発電システムとして活用する場合には、実用化に向けて多くの課題をクリアしなければなりません。そして課題に対しては、らせん水車の歴史的価値、発電効率の向上、経済性の向上といった観点を同時に踏まえバランス良く取り組まなければならないと考えています。発電効率を向上させるためには、水車の構造改良と共に低速回転に適した発電機の開発も必要です。そして経済性も無視できない課題です。システムとして低廉な価格が実現しなければ導入の見込みは困難だと思います。少なくとも太陽光発電や風力発電にかかるコストよりも安くしなければならないと考えています。また自然エネルギーを利用することのリスクも考慮に入れなければなりません。自然エネルギーはエネルギー密度が希薄であることや地域的・時間的な制約条件等の弱点もあって、技術レベルの向上を図ると共に地域全体で解決に向けた方策を考える必要があります。しかし、自然エネルギーは化石エネルギーと違ってクリーンで再生可能な資源です。らせん水車による水力発電は、個々の発電量は少ない量であったとしても適用可能な箇所は数多く存在すると見られますので、地域分散型エネルギーシステムの一環に導入することができれば地域振興にも役立つものと期待できます。

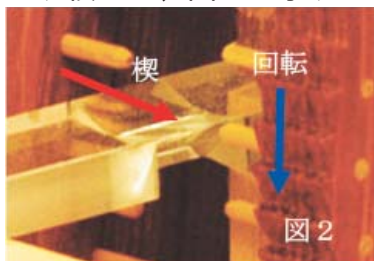
休憩 レオナルド・ダ・ヴィンチの手稿から

楔(くさび)による連続回転運動

2007年の最初を飾る模型として、往復運動を回転運動に変換する装置を紹介したいと思います。往復運動を回転運動に変換する装置は、すでに第3回(往復運動を回転運動に変換する装置) 第19回(巻き上げ機)でも取り上げていますが、これらはラチェットを巧みに使った仕組みでした。今回は、楔(くさび)を利用した機構です。それでは、以下に模型がどのように動作するかを説明しましょう。



まず模型は、図1に示すように向かい合わされて配置されたピン歯車と楔(くさび)を持つハンドルで構成されています。ここで、ポイントですが、左右のピン歯車は、ピン歯車の半ピッチずれて取り付けられています。次に、楔(くさび)が取り付けられたハンドルを右に動かした場合、図2に示すように、右側のピン歯車が1歯分押し下げられます。続いてハンドルを左に動かすと、左側のピン歯車が同様に1歯分押し下げられます。この動作が交互に繰り返されることで、ピン歯車は連続的に回転します。



* 2007年1月5日に日本テレビで放送された「ニッポン人が好きな100人の偉人 天才編」で、レオナルド・ダ・ヴィンチが2位にランクインしていましたが、実は、その再現ドラマに復元模型を提供していました。再現ドラマのビデオがありますので、見てみたい方はお問い合わせください。

ダ・ヴィンチコーナーの見学希望等の問い合わせ先

工学部 知能デザイン工学科 マイクロナノシステム工学講座

講師 神谷和秀(Kazuhide KAMIYA) e-mail kamiya@pu-toyama.ac.jp

TEL 0766-56-7500(内線367) FAX 0766-56-8030