# 日本古来の水車による発電と地域活性化

## Hydroelectric Power Generation Using Traditional Water Wheel for Local Revitalization

○辻　大地*　　　竹尾　敬三**
TSUJI Daichi　　　TAKEO Keizo

### １．はじめに

京都府京丹波町仏主地区は府北東部にある山間地で，しばしば積雪や倒木により停電が発生し，住民は生活に不便を強いられている。そこで，伝統的な地域資源である水車に着目し，これを活用した発電方法を住民自らが試行錯誤してきた。本報では，当地区の発電の取り組み事例を紹介する。

### ２．日本古来の水車の特性

#### (1)水車の種類と特性

日本古来の水車は，開放周流型と呼ばれるもので，「下掛け水車」,「上掛け水車」,「胸掛け水車」の 3 つに分類され，以下の特徴をもつ（図-１）。

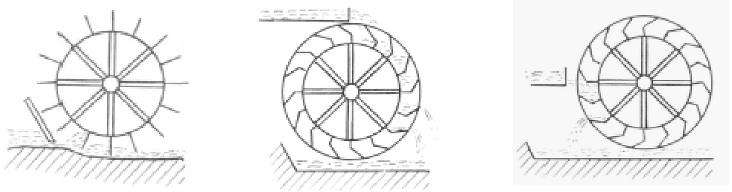
a.下掛け水車：羽根車を落差の無い流れに当て，その衝動で回転する。効率は悪いが，大きな流量を利用することができる。

b.上掛け水車：水車上部から水を掛け，水の重量により回転する。下掛け水車に比べて効率が良い。

c.胸掛け水車：水車の中間から水を掛け，水の重量と衝動の両方の力で回転する。上掛けと下掛けの中間的な特性を持つ。

水車の材質は,「全て木製」,「軸のみ鋼製」,「全て鋼製」のいずれかである。水車は農村景観のシンボルとなることから，全て木製に対するニーズが高いが，加工性・耐久性の面から軸のみ鋼製とする場合が多い。

事例地区では，唯一稼動していた直径 3.0m，内幅 0.4m の軸・羽根共に木製の胸掛け水車を用いた（写真-1)。



下掛け水車　　上掛け水車　　胸掛け水車

図-1 開放周流型水車の種類

Type of japanese traditional water wheel

写真-1　仏主の水車

The water wheel in Ho-dosu

### ３．発電装置の特徴

#### (1)発電機

開放周流型水車は回転が遅く増速が必要になるが，エネルギーロスを軽減するため,低回転で発電可能な多極数発電機(極数 32)を採用した(写真-2)。

水力発電の理論出力 E(kw)は，流量 Q(m3/s)，有効落差 H(m)に重力加速度及び効率を乗じて求められる。仏主地区の設計流量は 0.02m3/s，有効落差は 1.5m で,想定発電効率を 50%とした場合の理論出力が約 150W であったことから，常時運転時 150W の能力を持つ発電機とした。

*京都府南丹広域振興局 Nantan Promotion Administration Office
**（株）エイワット　EIWAT CO.,LTD.

農村振興 中山間地域

(2)増速装置

市販の 2 段平歯車，平行軸仕様で 20 倍速の増速機を使用し（写真-2)，発電機が求める回転数に増速した。ただし，この製品は減速機として設計されているため，安全率を 3 倍程度見込んだ。

(3)その他（制御装置や蓄電装置など）

水力発電では水量の変動が小さいため，風力発電のようにブレーキ機構は不要であるが，蓄電装置の過充電を防止する必要があるため、簡易式ダミーロード（負荷抵抗器）を取り付けた（写真-3)。

写真-2 発電機と増速装置
Generator and speed increasing gear

(4)建設費

今回、発電・制御装置に約 160 万円を要した（調査設計費は含まず)。マイクロ水力発電の普及・啓発を支援する京都府の補助事業を活用して設置した。

写真-3　制御装置
Control panel

４．既存水車への適用における課題と効果

(1)軸の種類による特性の違い

水車を利用した発電では，鋼製軸と木製軸では特性が異なるため，施工時に注意を要する。

木製軸水車の場合は，強度を確保するために軸径が 300mm と大きく，軸そのもののたわみを考慮しなくてはならない。軸ブレをいかに抑えて増速装置に伝わる衝撃を減らすかが課題となる。

今回は，軸接続部に空隙を設けることでブレを多少は吸収できたが，増速装置の耐用期間を延ばすためにはより効果的な方法を考える必要がある。

(2)既設水車へ接続する上での課題

精米用の既存水車に発電装置を追加接続する場合，精米時に発生する衝撃が発電機損傷の原因になる可能性があり，動力の伝達において注意が必要である。今回は予算上の制約により実現していないが，タイミングベルトによる増速で衝撃を吸収させる他，主軸と発電機部の間にクラッチを設置し，精米時には発電機との接続を遮断できる仕組みとすることが望ましい。

(3)発電及び電気利用の課題

a.確認発電量及び発電効率

今回の事例では，エネルギーロスが無い場合の理論上の出力 300W に対し，確認された発電量は約 40W で，総合効率は約 13%であった。このうち，発電装置の効率は 50%程度であるが，回転数が発電機の最適回転数に達しなかったため，増速機の交換又は水量の増加により効率が上がる可能性がある。

b.電気の使途

今回の事例では発電量が限られたため，地区が希望した集会所の非常用電力の供給は断念し，外灯や獣害用電気柵に利用している。精米等の用途が主となる既存水車は発電効率が低いため，電力供給はあくまでも副次的にならざるを得ない。

c.発電の効果

独立型電源を地区住民自らが確保し,活用することができたことは，防災面の直接的効果に留まらず，住民の活動意欲を向上させる結果をもたらした。現在，さらに大きな発電を検討しており、今後の地域活性化が期待される。