

かんがい用揚水水車の性能評価 Performance Evaluation of the Irrigation Water Wheels

○廣瀬 裕一* 松森 堅治* 嶺田 拓也*

Yuichi HIROSE, Kenji MATSUMORI and Takuya MINETA

1.背景と研究目的 揚水水車は、ポンプが普及するまでは主要な揚水器具であった。現在、灌漑利用される揚水水車はわずかであるが、自然エネルギーを利用しているため温室効果ガスを出さないことや景観形成機能等の好ましい点もある。本報告は、現地調査および聞き取り調査によって揚水水車の立地特性および灌漑特性を解明し、その性能を検討することを目的とする。

2.揚水水車の利用状況 既往文献から、揚水水車の利用が記録されている地点を整理したところ、1980年代前後には栃木県以西の77地区292基が灌漑目的で利用されていた。そこで、2007年から2009年にかけて全地区に対する現地調査を行ったところ、図1のような利用状況であることが明らかになった。現存が確認された43地区143基の内、灌漑目的で利用されているものは37地区115基で、内8地区29基は観光・保存目的も有した。

	存在			
1980年前後	77地区	292基		
	↓			
	存在		撤去	
2007年～2009年	43地区	143基	58地区	149基

※存在と撤去の重複地区は減少を意味する。

現地で聞き取り調査から、灌漑目的で利用が継続される理由として重力灌漑ができないことや経済的なメリットがあること、水田が漏水田であること等が挙げられた。

一方撤去された要因は、土地改良事業による水利システムの変更や減反政策による畑地転換や休耕地化、揚水水車製作者の不在によるポンプへの変更等であった。

3.立地特性 悉皆現地調査から揚水水車が立地する場所は、農業用水路の最上流であることが多かった。ここで、利用形態別に揚水水車の直径の頻度分布(図2)を見ると、直径1.5mから直径3.0m程度の揚水水車が多用されたことが明らかになった。

揚程は揚水水車の直径に影響されるため、揚水水車は僅かな標高差で重力灌漑ができない土地を水田利用するために設置されたものと推察された。利用形態別に見ると、廃止された揚水水車は利用される揚水水車より直径が大きい傾向が示された。ところで、直径が1.5mから2.0mでは灌漑目的で利用されているものが廃止されたものより多いことから、現状では最も灌漑利用に適した直径と推察された。

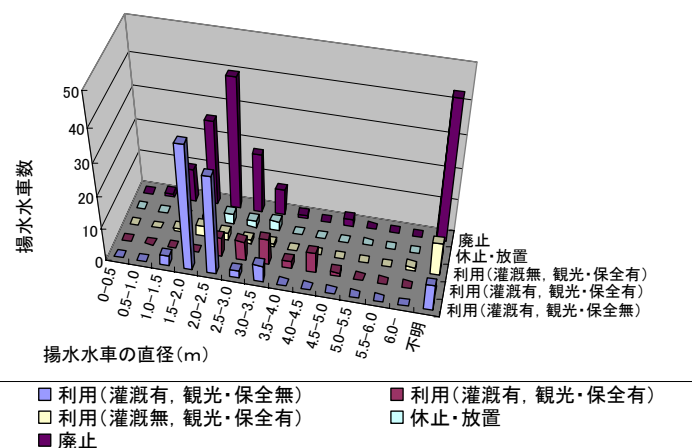


図2 利用形態別の揚水水車の直径の頻度分布
Fig.2 Frequency distribution of Irrigation Water Wheel's diameter of utility form-by-utility form

農研機構農村工学研究所 (National Institute for Rural Engineering)

キーワード：揚水水車, 水土の知, 自然エネルギー利用

図1 揚水水車利用の推移

Fig.1 Change in utilization of Irrigation Water Wheels in Japan

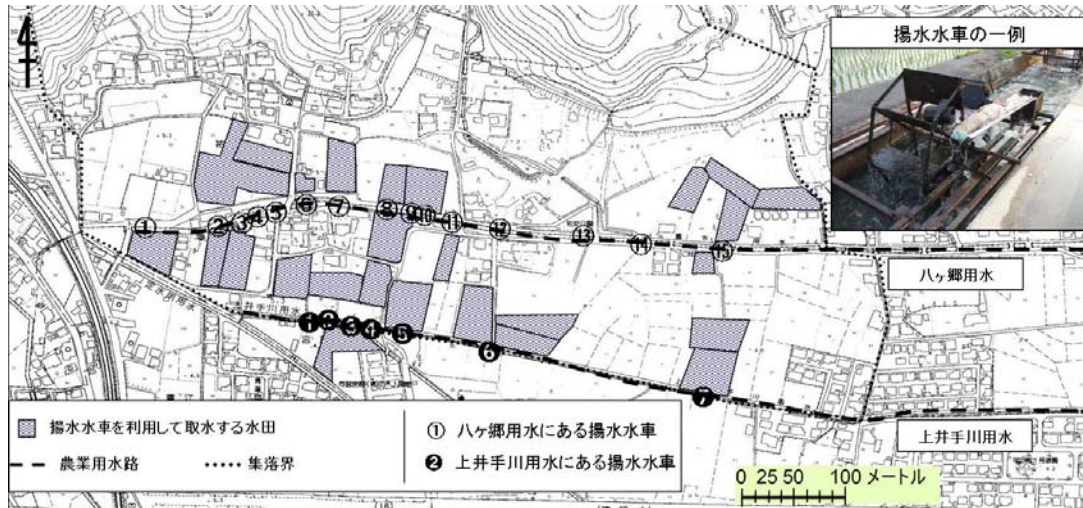


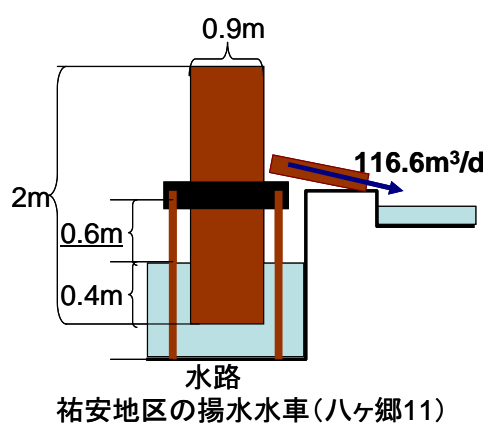
図3 倉敷市祐安地区の揚水水車の設置場所（2008年8月時点）

Fig.3 Installation location of Irrigation Water Wheels in Sukeyasu Kurashiki

表1 水車の直径と灌漑面積
Table 1 Diameter of Irrigation Water Wheels and irrigation area

水車番号	揚水水車の直径(m)	灌漑する水田面積(ha)
八ヶ郷1	1.7	0.12
八ヶ郷2	1.9	0.09
八ヶ郷3	1.9	0.15
八ヶ郷4	2.0	0.41
八ヶ郷5	2.0	0.13
八ヶ郷6	不明	0.03
八ヶ郷7	不明	0.15
八ヶ郷8	1.8	0.08
八ヶ郷9	不明	0.16
八ヶ郷10	1.8	0.16
八ヶ郷11	2.0	0.06
八ヶ郷12	2.0	0.26
八ヶ郷13	2.0	0.26
八ヶ郷14	不明	0.10
八ヶ郷15	2.0	0.38
上井手川1	1.7	0.13
上井手川2	2.1	0.24
上井手川3	1.6	0.13
上井手川4	2.0	0.10
上井手川5	1.8	0.19
上井手川6	1.8	0.26
上井手川7	1.6	0.35

八ヶ郷12, 八ヶ郷13, 上井手川6は3つの揚水水車で0.78haの水田を灌漑する。ここでは便宜的に各水車とも0.26haの水田に灌漑するとした。



水路
祐安地区の揚水水車(八ヶ郷11)

①: 流速と回転数の関係

揚水水車の外周長	約6.3m
揚水水車の回転数	7.5rpm
回転速度: 約0.79m/s	
(実測流量: 0.69~0.76m³/s)	

②: かんがい能力

揚程	約0.6m
筒の数	8つ
筒の直径	0.09m
筒の長さ	0.35m
筒の理論満水量	約2.23ℓ
柄杓による汲み上げ量の実測値	約1.35ℓ
※既往研究の筒の揚水効率: 0.6	

上記のような揚水水車で、筒1つあたり1.35ℓの汲み上げ能力があるとすると、
・1日で116.6m³の揚水能力がある。(揚水能力(m³)/水田面積(m²)=0.194m/day)

図4 揚水水車の灌漑特性

Fig.4 Irrigation property using Irrigation Water Wheels

4.灌漑特性 灌漑特性は、倉敷市祐安地区(図3)を事例に検討した。祐安地区は、漏水田であることや経済的理由等で揚水水車が利用されている。利用されている22基の直径と灌漑面積(表1)を見ると、直径は1.6mから2.1mで灌漑面積は0.06~0.41haであった。

ここで、八ヶ郷11番の揚水水車を対象に、回転数及び汲み上げ量等の実測調査を行った(図4)。揚水水車は1日におよそ116.6m³を灌漑する能力があることが示された。ところで汲み上げ量は、水車に据え付けられた筒の容量や本数と水路の流速に依存するため、流速が遅いと回転数が少なくなり汲み上げ量が減少する一方、筒の容量や本数を増やすと汲み上げ量を増やすことが出来る。

5.まとめ 現存する揚水水車は直径2.0m程度が最も多く、この規模だと流速が約0.7m/sで100m³/d程度の汲み上げ量が期待できることが示された。揚水水車はわが国で古くから利用される技術であり、CO₂排出削減にも寄与することから利用の拡大が期待される。