

幹線用水路における流水利用型水力発電の利用適地解析手法の検討 Study on analytical approach of application site among the hydro power using flowing water in main canal

○廣瀬 裕一* 後藤 眞宏* 松森 堅治**
Yuichi HIROSE Masahiro GOTO and Kenji MATSUMORI

1.背景と研究目的 農業用水路に賦存する未利用小水力エネルギーの利活用が推進されているが、近年はさらに小規模なマイクロ水力エネルギーの活用が重要視されつつある。また、農業用水路のエネルギーを利用する場合、主に落差工等を利用して発電を行ってきた（落差利用型）が、近年は緩勾配開水路においても流水エネルギーの利用（流水利用型）が試みられている。本研究は、流水利用型で農業用水路に賦存するエネルギーを発電する方法の利用適地解析手法の構築を目的に、幹線用水路を事例に現在得られている知見による期待可採量推定を通して、今後整備されるべき情報や必要条件や制約条件等を検討した。

2.対象地区 対象は滋賀県東部に位置する S 土地改良区管内の幹線用水路である。S 土地改良区が管理する幹線用水路は4本あるが、そのうち3本は暗渠が主体の水路であるため、開水路主体の T 幹線用水路を解析対象とした。

3.T 幹線用水路の概要 前述のように T 幹線用水路は主に開水路で構成される。解析範囲は T 幹線用水路のほぼ全線にあたる T 分水工から O 分水工までである。この区間は全長約 7000m で落差は約 26m である（図 1）。表 1 に落差型エネルギーが得られやすい落差工の箇所数と総落差、流水型エネルギーが取得できる開水路の総落差を整理した。その結果、暗渠や分水工、サイフォンといった開発が困難な箇所（その他で表記）を除く総落差約 18.7m（総落差の約 72%）が開発可能と考えられた。このうち、落差工が全体の約半分を占めている一方、開水路も約 20% を占め、一定量の開発可能性を有すると考えられた。T 幹線用水路は代かき期や普通期、非かんがい期等の時期に応じて流量が変化するが、ここではかんがい期（173 日/年）と非かんがい期（192 日/年）の 2 パターンで計算する。

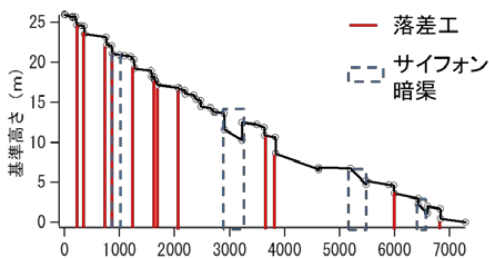


図 1 T 幹線用水路の高さの変化

表 1 落差工と開水路の総高低差

	落差合計(m)	割合(%)
開水路	5.476	21.12
落差工	13.285	51.24
その他	7.166	27.64
合計	25.927	

4.潜在賦存量と期待可採量 潜在賦存量は地理的、物理的、技術的制約条件を考慮しないで理論的に考えられる潜在的なエネルギー量とし、(1)式で計算される。潜在賦存量(kWh) = 9.8 · 流量(m³/s) · 落差(m) · 稼働時間…(1)

T 幹線用水路の起点から終点までの 1 日の潜在賦存量は、かんがい期で 36,222.2kWh(流量 ; 5.94 m³/s)、非かんがい期で 13,110.7kWh(流量 ; 2.15 m³/s)である。

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

**農研機構近畿中国四国農業研究センター (National Agricultural Research Center for Western Region)

キーワード : マイクロ水力エネルギー 流水利用

対して、実際に利用可能な発電量（開発可能発電量）は、水車の発電能力、設置可能地点や設置可能個数に規定される。実際の水車の発電量は、潜在賦存量に水車効率 η_t や発電機効率 η_g を乗じた数値になる。落差利用型タイプの発電の場合、NEDOが基準となる数値を公表しており、概ね $\eta_t = 0.8$ $\eta_g = 0.9$ が利用されることが多い。T幹線用水路には落差工が14ヶ所存在し、それぞれで開発可能発電量を計算すると図2のようになる。かんがい期は最大約50kWの発電が期待できる一方、非かんがい期は最大約20kW以下と差が大きい。年間の開発可能発電量は、2,296,278kWhであった。一方、近年開水路に水車を設置して発電を行う流水利用型タイプが開発されている。T幹線用水路には、流水利用型発電が可能な開水路が24区間存在する（区間長15.6～909.0m）。開水路各区間の起点から終点までの落差から、各区間の理論発電出力（水車効率、発電機効率を乗じていない数値）は図3のようになる。落差利用型と同等の水車効率、発電機効率を適用した場合、かんがい期で約148kW、非かんがい期で約55kWの発電出力を有し、年間の期待可採量は約865,908kWhとなる。

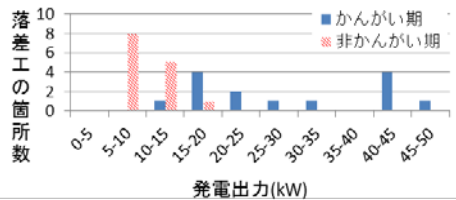


図2 落差利用型の発電出力

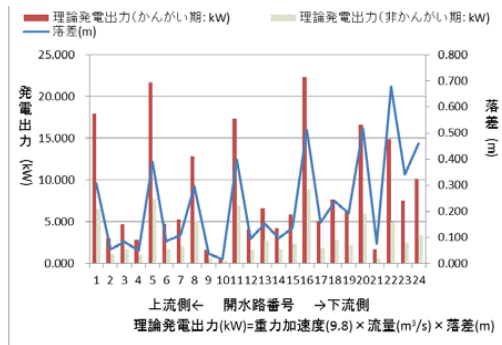


図3 開水路の落差と理論発電出力

表2 流水利用型水車の性能

	シグナスミル水車	カスケード水車	並進翼水車
流速(m/s)	2	1.5	1~1.2
水路幅(m)	4	3	3.75~5.05
水車幅(m)	2	1.08	3
発電量(W)	216	260	1500
総合効率(%)	21.5	38	52
引用	JIID(2007)	JIID(2007)	後藤ら(2010)

5.流水利用型の利用適地解析手法に関する考察 農業用水路を利用した流水利用型発電水車の総合効率（水車効率や発電機効率を含んだ総合的な効率）が現在までいくつか報告されている（表2）。T幹線用水路の等流水深から算出される流速は、かんがい期で1.39m/s以上、非かんがい期で0.97m/s以上であり、事例報告にある水車の適用可能性があると推察され、年間258,570～625,378kWh程度の発電可能性がある。これは落差利用型の年間期待可採量の11.3～27.2%に留まるが、まとまった発電量を有する。今後、流水利用型の利用適地を解析するためには、導入する水車の発電量を計算することが求められるが、落差利用型のように目安になる水車効率の数値が明らかになっていないため、水車の種類ごとに水車効率の目安となる数値を示すことが重要である。また、どの種類の水車がどの程度導入できるかという情報も解析には必要である。水車の設置間隔は、水車の設置によって発生する堰上げ水位によって決定され、堰上げ水位は水車のトルクと比例、流量と反比例の関係性を有する。つまり、水車効率や設計・計画流量と堰上げ水位は関連性があり、この関係を具体的に明らかにする必要がある。加えて、堰上げ水位が現行の水路高さより高くない制約条件の設定や、広域で利用適地解析を行う場合に、標高データのグリッド間の傾斜度を水路床の傾斜度に置き換えて計算する方法を開発することも求められる。

以上のような情報等を整理した上で、GISを用いてポテンシャルマップを作成することで、利用適地の解析が可能になる。