

農業用溜池におけるマイクロ水力発電の発電量ポテンシャルの推定及び評価

水利用学分野 深津 竜也

キーワード：発電量推定モデル，サイフォン取水，自然エネルギー，鳥取

1. はじめに

鳥取県は自然エネルギー利用推進を図っており，中でも，低落差・小流量での小規模な水力発電が現在注目されている．しかし，発電量ポテンシャルに関する調査分析は十分に行なわれていない．そこで，本研究では低落差・小流量で発電を行うマイクロ水力発電の発電量ポテンシャル推定および評価を行うことを目的とし，発電量推定モデルを構築した．

2. 研究方法

2-1 溜池におけるマイクロ水力発電の適用

水力発電では，水が高所から低所に流れる水の力を利用して水車を回し，水車に直結した発電機の回転によって発電するため，水の力および発電する能力は，落差（高低差）と水量で決定される．発電出力（kw）は，重力加速度（ m/s^2 ）× 密度（ kg/m^3 ）× 流量（ m^3/s ）× 落差（m）× 発電効率より求められ，発電量（kwh）は発電出力（kw）に発電時間（h）を乗じて求められる．

水力発電は発電出力により分類されるが，本研究では，農業用溜池直下の用水路で発電することを想定したマイクロ水力発電（発電出力 100kw 以下）を対象とする．農業用溜池に着目した理由は，①水力発電に重要な落差を溜池の水位で容易に確保できるため，②農業用水路は勾配や標高など必要なデータが不十分であるが，溜池は比較的多いためである．その他の条件として，水位を確保しやすく設備投資も少ないサイフォンによる取水と，発電効率については，鳥取県産業技術センターで開発されたマイクロ水力発電機のそれを参考としている．

2-2 計算対象溜池の選定

鳥取県の溜池データベースに記載されている溜池は 683 基である．その内 87% が灌漑目的であり，その 89% が水田灌漑に利用されている．水田灌漑用に利用される溜池のうち，各溜池の受益水田面積は全体の 85% が 20 ha 以下，95 % が流域面積 1 km^2 以下，90% が堤高 10 m 以下である．

まず自己流域内からの流出水だけを貯水する溜池と，灌漑対象が水田のみの溜池を選んだ（**図 1** ◆印）次に，貯水量に対する流域面積割合，灌漑面積に対する貯水量の割合をそれぞれ溜池の回復力，灌漑用水供給能力を表す指標として，対数で Y 軸と X 軸にとり，散布図を作成した（**図 1** ◆印）．その後，集水域の土地利用割合のデータがある溜池（**図 1** ◆印）の中で特徴的な 3 つを対象溜池として選んだ（**図 1** 大◆印①～③）．

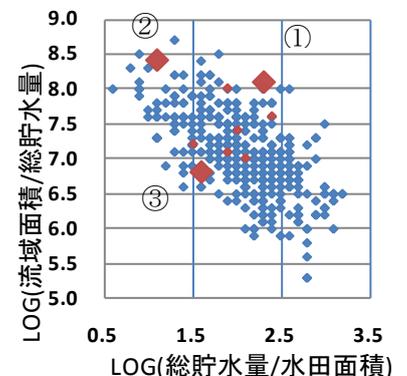


図 1 溜池分布

2-3 水力発電量推定モデルの構築と発電量ポテンシャルの評価

水力発電量推定モデルのフローを**図 2**に示す．降雨－流出サブモデル，灌漑必要水量推定サブモデル，溜池管理サブモデル，発電量推定サブモデルから構成される．なお，モデルでは灌漑期間中は灌漑用水の確保を優先している．つまり，溜池が満水状態で余剰水を発電に回す事はあるが，満水状態でないときで，灌漑が不要なときや灌漑時に必要水量以上の放流はしない．モデルに用いたパラメータを表 1 に示す．今回は 2008 年の降水量データを用いて日単位で発電量を算定した．

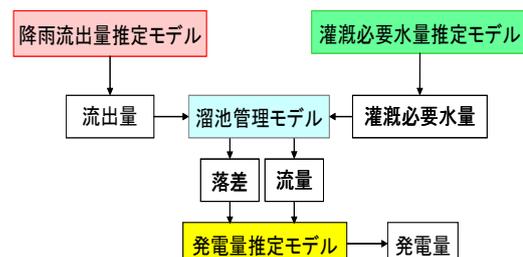


図 2 発電量推定モデルのフロー

3. 結果および考察

2008年の降水量データを用いて3つの溜池を対象に、発電量ポテンシャルを算出した。各溜池の積算発電量を図3に、灌漑期・非灌漑期における発電量の割合を図4に示す。溜池①は、発電量は年間を通して発電が可能なタイプであるが、年間の発電量に対する灌漑期の発電量の割合は小さい。これは、集水面積、溜池の貯水量、水田面積が大きいだけでなく、回復力、灌漑用水供給能力ともに大きいため、灌漑期・非灌漑期を通して安定した発電が可能である。溜池②は灌漑期間後の数ヶ月は溜池に水がないため発電できないが、それ以外の期間では、灌漑期・非灌漑期を通して安定した発電が期待できる結果となった。溜池③は年間の発電量に対する灌漑期の発電量の割合が大きいが、灌漑期の発電は断続的である。これは、灌漑面積に対して溜池の貯水量が小さきことが要因である。以上のことから、貯水量に対する集水面積の割合、水田面積に対する貯水量の割合の関係から、発電量と発電パターンは大きく異なることが明らかになった。

4. おわりに

農業用溜池を利用したマイクロ水力発電の発電量ポテンシャルを推定および評価するために、発電量推定モデルを構築した。溜池の集水域、貯水量、受益水田面積の大きさにより発電パターンが大きく違うことが示された。今後の課題としては、降雨-流出モデル、灌漑必要量推定モデル、溜池管理モデル、発電量推定モデルの各サブモデルの精緻化と検証のための水文観測が必要である。

表1 モデルに用いたパラメータ

| 番号 | ① | ② | ③ |
|-------------------------|--------|--------|--------|
| 溜池名 | 堤ノ内第二堤 | 糸録 | 臼越第二堤 |
| 流域面積 (km ²) | 1.1933 | 0.0794 | 0.0815 |
| 流出率 | 0.717 | 0.747 | 0.737 |
| 斜面勾配 | 1.4 | 2 | 1.1 |
| 最大貯水量(m ³) | 7000 | 12000 | 300 |
| 最大横辺(m) | 65 | 100 | 13 |
| 最大面積(km ²) | 0.0019 | 0.005 | 0.0005 |
| 最大水位(m) | 3.8 | 2.7 | 0.7 |
| 水田面積(ha) | 3 | 27 | 2 |
| 戸数 | 18 | 34 | 0 |
| 日可能変動水位(m) | 1.5 | 1.5 | 0.5 |
| 灌漑停止水位 | 2 | 1 | 0.1 |

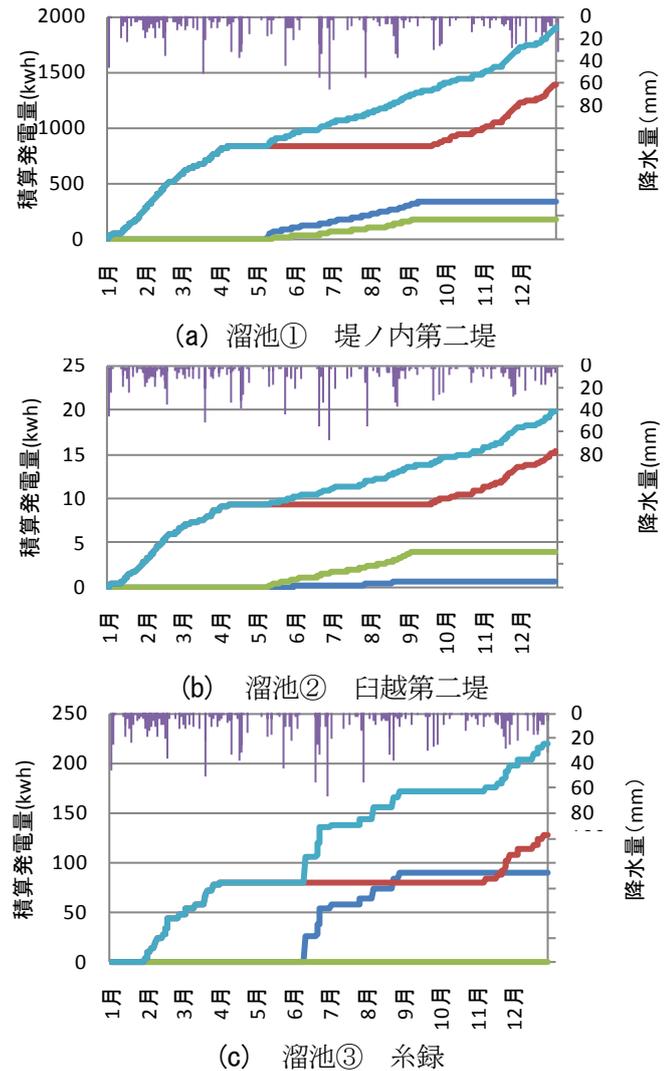


図3 積算発電量と降水量

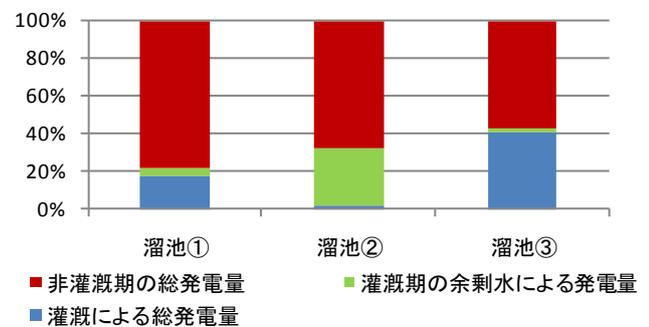


図4 発電量の割合