

ため池の水管理を考慮したマイクロ水力発電量推定モデルの構築と汎用化

Development and generalization of an estimation model of micro hydropower generation with water management for irrigation pond

○日下靖之*, 深津竜也*, 北村義信**, 清水克之**

Yasuyuki KUSAKA, Tatsuya FUKATSU, Yoshinobu KITAMURA, Katsuyuki SHIMIZU

1. はじめに

鳥取県では、環境立県を掲げ自然エネルギーの利用を促進しており、その1つである小水力発電が注目されている。中山間地域の多い同県では小河川やため池が点在し、小規模かつ未利用な水力エネルギーが豊富であると考えられる。しかし、鳥取県下のため池の有する発電量ポテンシャルは十分に把握されていない。そのため、発電量を容易に推定可能なモデルの構築が必要とされる。そこで、本研究の目的は、ため池台帳に記載されたデータと日降雨量データのみで発電量ポテンシャルの推定が可能で、汎用的なモデルを構築することである。

なお本研究では、現行の水管理下においてため池から取水した灌漑用水での発電を想定している。また、ため池直下の用水路に発電機を設置し、サイホンで導水する。これらにより、①有効落差の確保、②除塵、③発電システムの設置、の3点が容易になる。

2. 発電量推定モデル

2010年の研究では、水文観測を基に発電量を推定し、ため池毎の取水管理の違いが発電量に影響することがわかった。ここで、時期や降雨に関わらず一定の流量を放水する取水管理を連続取水型と呼び、反対に時期や降雨に応じて流量を変動させる取水管理を断続取水型とする。水文観測を行った松谷第一池（以下松谷池）と七谷池（Fig. 1）はそれぞれ前者、後者にあたる。

推定モデルは、水文観測を行わず、日降雨量とため池台帳に記載されたデータから、ため池の水収支を推定し、発電可能量を導出できるものとした。本来水文観測が必要な発電流量、ため池水位および発電時間は Fig. 2 の手順で求める。灌漑開始時に満水であると仮定し、降雨流出量は流出率を 0.66 として求めた。そして、各ため池の水管理から減水深と発電時間を決定し、発電流量を求める。また、有効落差は貯水量-水位曲線より求めたため池水位からを導いた。以上の発電流量、有効落差、および発電時間から発電量を推定する。

推定モデルによる発電量推定結果を Table 1 に示す。七谷池と松谷池において、水文観測と推定モデルによって推定された総発電量の誤差は、それぞれ 0.3%、-7.0% と高い再現性が得られた。なお、七谷池において平均流量、平均有効落差、および灌漑時間が異なる。

*鳥取大学大学院農学研究科, The Graduate School of Agriculture, Tottori University

**鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University

[キーワード] 自然エネルギー, 発電量推定モデル, サイホン取水, 取水管理,

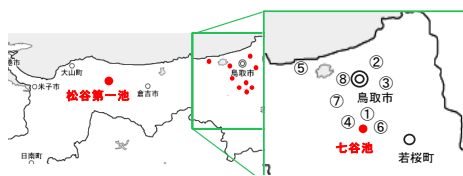


Fig. 1 The study area

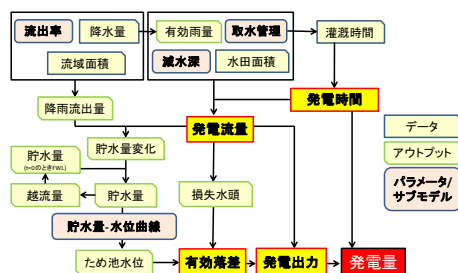


Fig. 2 A model flow of estimation electricity

るのは、長雨に対して、モデルでは有効雨量を考慮して灌漑を行わなかったが、実際には少量の灌漑が長期間続いたためである。

3. 発電量推定モデルの汎用化

ため池毎の取水管理方法は、ため池台帳に記載されていない。推定モデルを汎用化するために、ため池台帳に記載されたデータから、取水管理を決定する方法が必要となる。本研究では、取水管理を前述の連続取水型（24時間取水）と断続取水型（12時間取水）に分類し、2つの物理的指標を用いることでため池の取水管理を決定する方法を提案する。

各ため池の有する水資源の豊かさに基づき散布図を作成した（Fig. 3）。物理的指標として、縦軸はため池の流入許容力（Log（総貯水量/流域面積（mm）））、横軸は灌漑供給力（Log（総貯水量/水田面積（mm）））とした。推定モデルにて、松谷池の水田面積と流域面積をそれぞれ変化させることで、連続取水型の取水管理において灌漑不足日が生じない組み合わせを求めた。それらの値を散布図上で結んだ線を、水管理決定ラインとする。ここで灌漑不足日とは水田用水量を満たす放水を行うことのできない日を指す。

加えて、過去30年間の灌漑期間(5/30～9/17)における降雨量のデータを用いて5年確率の多雨年、少雨年における水管理決定ラインを求める。

分類の妥当性を検証するために①～⑧のため池で聞き取り調査を行った（Fig. 1）。まず、汎用モデルの計算に必要なデータがため池台帳に記載されているため池で、自己流域からの流出のみに依存するため池を抽出し（Fig. 3◆）、ライン周辺のため池を対象ため池とした。水管理決定ラインより、連続取水が可能なため池は、①～③のため池である。また、④はどちらの管理の可能性もあるため池であり、その他は断続取水を行うと思われる。

聞き取り調査の結果、①～③、および⑧（Fig. 3●）が連続取水型、④～⑦（Fig. 3◆）が断続取水型のため池であった。⑧の神子ヶ谷池はラインによる分類と聞き取り調査によって取水管理が異なった。この違いは、汎用モデルにおいて基底流出が再現されておらず、加えて、神子ヶ谷池は流入許容力が小さいため基底流出による貯水量の回復が大きいためだと考えられる。水管理決定ラインの結果と聞き取りによる結果がこの1基以外同じであったため、水管理決定ラインによる分類は妥当であると考え、汎用モデルに使用する。

4. おわりに

ため池台帳に記載されているデータと日降雨量データのみで、水管理を考慮した発電量を容易に推定可能な汎用モデルを構築した。その結果、比較的高い精度をもつ発電量ポテンシャルの推定が可能となった。しかし、より精度の高い発電量推定のためには、汎用モデルにおける基底流出の再現だけでなく、ため池台帳に記載されている各種データの更新が必要不可欠である。

今後は、各ため池の水管理と発電出力に応じた電力の利活用方法を考慮していきたい。

Table 1 The result of estimation electricity

名称	七谷池		松谷第一池	
降水量(mm)	384.5		459.5	
推定方法	推定モデル	水文観測	推定モデル	水文観測
総発電量(kWh)	1,835	1,830	3,190	3,443
平均有効落差(m)	6.3	6.4	8.7	9.3
平均流量(m ³ /s)	0.071	0.049	0.028	0.028
平均出力(kW)	2.18	1.62	1.21	1.32
放水量(m ³)	221,798	204,510	269,176	265,182
灌漑時間(h)	876	1,167	2,640	2,610

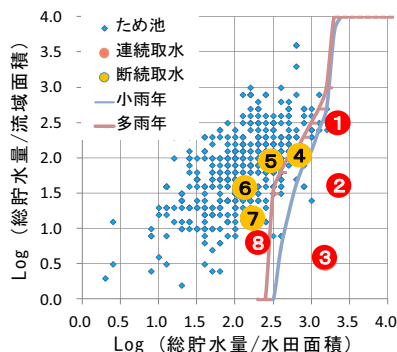


Fig. 3 The borderline of water management