

小水力の落差別開発可能地点数と開発ポテンシャル

An Estimation of Micro-hydropower Generation Locations and Potential by Different Heights of Drop on Channel

小林 久
KOBAYASHI Hisashi

1. はじめに

RPS 制度 (Renewable Portfolio Standard) は、2003 年に施行された「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」に基づき、エネルギー源の多様化を図ることでエネルギーの石油依存度を下げるとともに、環境負荷の少ないエネルギー利用の推進を目指している。中小水力 (水路式で、1,000kW 以下) も、太陽光、風力、バイオマスなどともに RPS 制度の対象エネルギーに認定されている。RPS の対象となる 1,000kW 以下の水力発電設備は、昭和 30~40 年代までわが国のいたるところで稼動し、小水力は各地でわが国の生活や産業を支えていた再生可能な地域固有のエネルギー資源として位置づけられていたといえる。

しかし、小水力利用は立地点が限られるという制約があるために、エネルギー源としてのポテンシャルを的確に評価することが難しい。従来、水力ポテンシャル調査 (包蔵水力調査) は、落差工の有無、明確な急勾配箇所を選定などを基本に、発電地点を判定し、発電可能量を推計するアプローチを採用してきた。ただし、このアプローチは発電地点の選定に判定者の主観が入りやすい、水路の一部の落差しか抽出できない可能性があるなどの理由で、水路に潜在する開発可能な包蔵水力を客観的に推計できないという危険性をともなっている。

筆者らは、小水力を対象に、できるだけ簡易に発電の開発可能地点・開発可能量を推計する手法として、平面線形の構成点から 3 次元スプラインを作成し、任意に設定する落差と落差獲得距離から発電地点を求め、月別流量データから各発電地点および水路全体の包蔵水力 (発電可能量) を算出する「水路系包蔵水力算定プログラム」を開発した。本文では、この「水路系包蔵水力算定プログラム」を用いて、落差・落差獲得距離の違いが開発地点数・発電可能量にどのように影響するかを事例的に試算し、落差別・出力別の小水力開発可能量および包蔵水力について考察する。

2. 対象水路と方法

推計の対象とする水路には、那須野ヶ原土地改良連合が管理する上段東幹線用水路と下段幹線用水路の一部を選定し、発電量はそれぞれの計画最大通水量である $1.18\text{m}^3/\text{S}$ 、 $8.94\text{m}^3/\text{S}$ を用いて計算する。水路線形は、「水路系包蔵水力算定プログラム」を用い 1/2.5 万地形図上に主要線形構成点をプロットすることで生成させる。発電地点は、落差と落差獲得距離を用いる発電地点判断アルゴリズムにより求め、発電出力は求められる各発電地点の落差を取水位と放水水位の差 (総落差) とし、これに損失、水車効率と発電機効率を考慮して設定した総合効率に乗じることで算出する。落差・落差獲得距離は表 1 のような組み合わせとし、各組合せ別に開発可能地点数、発電可能量を求める。

3. 計算結果と落差別開発可能量

落差別の発電可能量の計算結果は、表 2 のようにまとめられ、上段東幹線および下段幹線では、それぞれ 20/200、10/100 より緩い勾配条件で開発可能地点があると判断される。対象落差の違いによる発電可能地点の場所と数は、図 1 に例を示すとおりで、対象落差が小さくなるほど可能地点を水路の各所に選定できるようになる。また、対象水路における総発電可能量は、対象落差が小さくなるほど大きくなり、上段東幹線では 5/200 以下では 180kW 程度、

下段幹線では 3/100 以下で 900kW 以上となる。

対象落差別に流量 $1\text{m}^3/\text{S}$ 当たりの発電可能量を求めると図 2 のようになり、水路系水力を有効利用するためには小落差を開発対象とすることが妥当といえる。

落差別に 1 地点当たりの平均出力を求め、発電可能

地点数と出力との関係を整理すると図 3 のようになる。地点数は出力が小さくなるに従い増加し、これは 1000kW 以上の出力別地点数分布（資源エネルギー庁、2003）と同様の傾向を示していると考えられた。そこで、1000kW 以上の出力と地点数の関係が 1000kW 以下でも成り立つものとして、それぞれの対数の 1 次回帰式を求め、出力 100kW、10kW まで延長して地点数を計算すると、それぞれ 16 千箇所、118 千箇所となった。これは、小水力開発可能地点が日本各地に多数存在していることをうかがわせる結果であると考えられた。

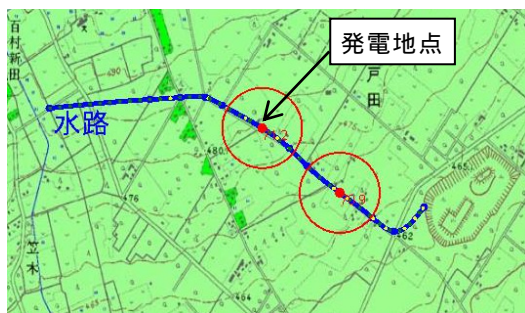
表 1 落差・距離の組合せ
Height and Distance for Calculation

落差 (m)	落差獲得距離	
	200m	100m
40		-
30		
20		
10		
6		-
5		
3	-	
2.5		-
2		-
1.5	-	

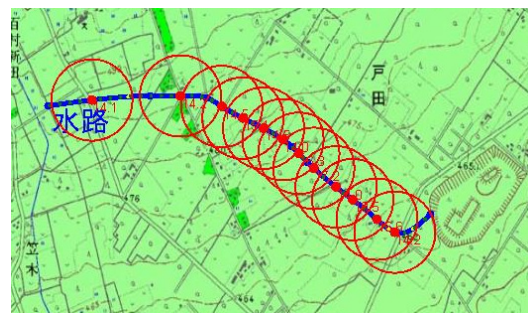
表 2 発電可能量の計算結果
Calculated Generation Power

落差(m)	上段東	下段
40	0.0	-
30	0.0	-
20	139.2	0.0
10	142.2	552.3
6	171.1	-
5	180.7	867.2
3	-	1,084.4
2.5	174.8	-
2	184.4	-
1.5	-	994.0

注) 落差獲得距離が、上段東 200m、下段 100m の結果。単位: kW。



落差 / 落差獲得距離: 10m / 200m



落差 / 落差獲得距離: 2m / 200m

図 1 発電可能地点の選定結果 (上段東幹線)

Estimated Power Generation Locations

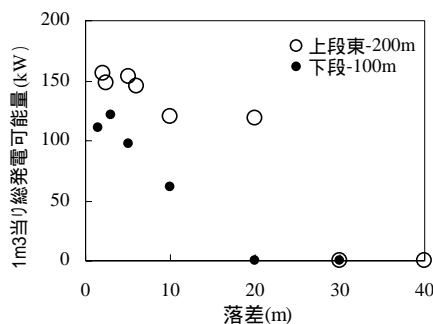


図 2 対象落差別の流量 $1\text{m}^3/\text{S}$ 当たり発電量

Generation Amount per $1\text{m}^3/\text{S}$ Water-flow by Drop Heights

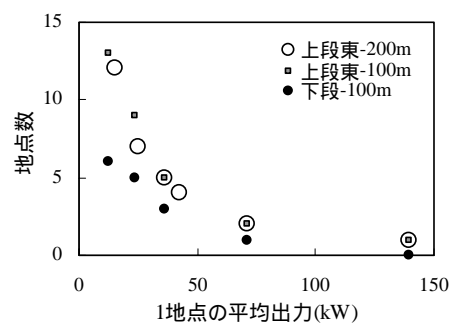


図 3 出力別地点数

Number of Locations by Outputs

4. 調査・設計手法開発の重要性

落差と獲得距離の組合せ (上段東幹線) が異なる同勾配の発電可能量を求めると、表 3 のように 1.5m 落差よりも 3m 落差の方が大きくなることもある。これは、水路の縦断形に応じてより適した対象落差があることをうかがわせ、小水力開発には水路特性に応じた木目細やかな調査設計手法の開発が不可欠であると考えられた。

表 3 同勾配落差別の結果

Calculation Results of Same Gradient

勾配	地点数	総発電量
6/200	4	171 kW
3/100	9	211 kW
1.5/50	16	183 kW

【参考文献】資源エネルギー庁：
<http://www.enecho.meit.go.jp/haydraulic/index.html>