

全国の既設砂防堰堤を活用した小水力発電ポテンシャル調査

パシフィックコンサルタンツ株式会社

○秦野拓見・堂ノ脇将光・菊池将人・田中真子・中村哲・植村正・小森谷哲夫

1. はじめに

現在、日本では2050年までにカーボンニュートラル達成と2030年度までに温室効果ガスの46%削減（2013年度比）を目指し、再生可能エネルギーの最大限導入が政策課題となっている。特に、山地が国土面積の約6割を占める日本では、既設砂防堰堤を活用した水力発電に期待が寄せられている。近年では、小水力発電の候補地となる砂防堰堤を公開する等、都道府県単位の取組^{1)~3)}が進んでいる。本研究では、全国の既設砂防堰堤を対象に、小水力発電の実現性が高い候補地をスクリーニング調査し、発電ポテンシャル量を算出した。

2. 発電候補地のスクリーニング調査

国土交通省・都道府県が管轄する約60,000基の既設砂防堰堤について、全国の国土交通省所管の砂防事務所や各都道府県・砂防部局から砂防設備台帳等の資料（2019年度時点の情報）を収集し、表-1の条件にてスクリーニング調査を実施した。スクリーニング調査の結果、小水力発電の実現性が高い堰堤として6,168基が抽出された。

3. 発電ポテンシャル調査

スクリーニング調査により抽出された既設砂防堰堤に対し、国土地理院地図（電子国土web）⁴⁾を基に机上にて発電所の配置検討を実施した。

発電所の設置地点については、導水路方式を採用している既設発電所の設置事例（図-1）を参考に、下記の条件を満たす範囲から、地形的に発電所設置が可能なスペースに設置するものとした。

条件1：本堤より下流側3km以内の範囲

条件2：河床勾配が1/40より急勾配となる範囲

条件3：他の既設取水施設・貯水池・本川合流地点よりも上流側の範囲内

上記の範囲内に、地形的に発電所設置可能スペースがない場合は、堰堤落差方式を採用するものとした。

発電所の配置検討結果を踏まえ、個別堰堤の最大出力を下記の式で算出した。

$$P = \sum (Q \cdot He \cdot \eta \cdot g) \quad (1)$$

$$Q = (Qd - Qi) \cdot A \quad (2)$$

$$He = Ht - Hf \quad (3)$$

ここに、 P ：最大出力（kW）、 Q ：最大使用水量（m³/s）、 He ：有効落差（m）、 η ：合成効率72（%）、 g ：重力加速度9.8（m/s²）、 Qd ：近傍ダムの流域面積当たりの豊水流量（m³/s/km²）、 Qi ：流域面積当たり維持流量0.69（m³/s/km²）⁵⁾、 A ：対象砂防堰堤の流域面積（km²）、 Ht ：総落差（m）、 Hf ：損失落差（m）である。

個別堰堤の最大出力を合算し、各地域のポテンシャル量を算出した。各地域の対象堰堤基数と最大出力を表-2、表-3に整理する。なお、表-2、表-3の数値は、同一溪流内の複数砂防堰堤がある場合、下流側の取水施設と減水区間（導水路設置区間）の干渉を考慮していない計算結果であるため、複数の発電所候補地の減水区間が重複しないよう発電ポテンシャル量を算出した。算出結果を表-4に整理する。同一溪流内での干渉を避けた結果、対象となる既設砂防堰堤3,672基であり、総出力規模は800MWであった。また、東北・北陸地域で活用可能な既設砂防堰堤が多く、発電ポテンシャル ΣP も大きいこと、1基あたりの最大出力の平均値 $\Sigma P / \Sigma n$ は、関東地方が約340（kW/基）と最も大きいことが明らかになった。

表-1 スクリーニング調査時の着眼点と条件

段階	着眼点	スクリーニング条件
1次 スクリー ニング	堰堤構造	部分透過型堰堤、透過型堰堤を除外する。（不透過型堰堤のみを抽出する。）
	流量	本堤位置にて、流域面積2km ² 未満の堰堤を除外する。
	法規制	下記の法規制条件範囲内の堰堤を除外する。 ・国立・国定公園(特別保護地区、第1種特別地域)・都道府県立自然公園・原生自然環境保全地域 ・自然環境保全地域・国指定及び都道府県指定の鳥獣保護区（特別保護地区）・世界自然遺産地域
	特殊要件	登録有形文化財として登録済みの堰堤、既に小水力発電の取水施設が設置済みの堰堤を除外する。
2次 スクリー ニング	アクセス性	一般道路、管理用道路等のアクセス路が近傍にあり、道路と本堤水通し天端高の比高差が10m以下の堰堤を抽出する。
	魚道	魚道がない堰堤を抽出する。
	表流水	現場写真や航空写真で表流水が確認できる堰堤を抽出する。
	取水影響	他の取水施設の減水区間にない堰堤を抽出する。

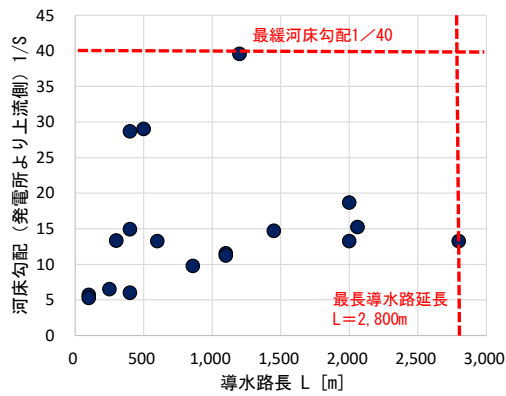


図-1 既設砂防堰堤を活用した導水路方式の小水力発電所

設置箇所の分析 (n=18 事例)

表-2 発電ポテンシャル調査結果（堰堤基数 Σn ）

地方 区分	堰堤落差 方式(基)	導水路 方式 (基)	合計	
			(基)	(%)
北海道	18	187	205	3.0
東北	68	1,086	1,154	18.7
北陸	86	1,237	1,323	21.4
関東	55	703	758	12.3
中部	42	560	602	9.8
近畿	20	549	569	9.2
中国	19	407	426	6.9
四国	29	457	486	7.9
九州・沖縄	8	637	645	10.5
合計	345	5,823	6,168	100.0

表-3 発電ポテンシャル調査結果（最大出力 ΣP ）

地方 区分	堰堤落差 方式(kW)	導水路 方式 (kW)	合計	
			(MW)	(%)
北海道	1,000	41,000	40	2.8
東北	3,000	276,000	280	19.7
北陸	2,000	331,000	330	23.2
関東	3,000	267,000	270	19.0
中部	2,000	154,000	160	11.3
近畿	1,000	55,000	60	4.2
中国	1,000	68,000	70	4.9
四国	1,000	96,000	100	7.0
九州・沖縄	200	107,000	110	7.7
合計	14,200	1,395,000	1,420	100.0

4. 送配電系統の接続性の分析

山地に設置される砂防堰堤については、既設送配電系統が少なく、既設送配電系統までの接続が課題となることが想定される。スクリーニング通過基数 6,168 基を対象に、国土地理院の空中写真を用いて、既設砂防堰堤から近傍の送配電系統までの直線距離を計測した。図-2 より近傍の送配電系統までの距離 500m 未満の箇所が 42%と大半を占めることが明らかになった。

5. まとめ

本研究では、小水力発電の実現性が高い候補地を

表-4 発電ポテンシャル調査結果（減水区間の重複を解消）

地方 区分	発電所基数 Σn (基)	最大出力 ΣP (MW)	$\Sigma P/\Sigma n$ (kW/基)
北海道	155	34	220
東北	805	188	230
北陸	642	165	260
関東	392	132	340
中部	370	83	230
近畿	313	31	100
中国	284	46	160
四国	310	57	180
九州・沖縄	401	64	160
合計	3,672	800	—

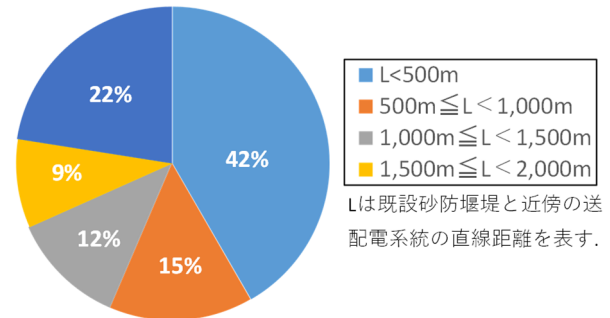


図-2 既設砂防堰堤（n=6,168 基）と送配電系統の直線距離

スクリーニング調査にて抽出し、そのポテンシャル量を算出した。なお、本調査結果の一部は、「既設砂防堰堤を活用した小水力発電の手引き」⁶⁾で環境省・国土交通省ホームページに公開されている。

謝辞：論文投稿にあたりご協力頂いた環境省大臣官房総合政策課環境研究技術室様、国土交通省水管理国土保全局砂防部保全課流木対策係様、既設発電所の事業者様に感謝の意を申し上げます。

参考文献

- 群馬県：平成 28 年度小水力発電有望地点調査の結果について <https://www.pref.gunma.jp/page/5703.html>
- 石川県：砂防堰堤を活用した小水力発電事業の推進 <https://www.pref.ishikawa.lg.jp/sabou/8dosya-soft/syousuiryokuhatuden.html>
- 山形県：県管理砂防堰堤における中小水力発電事業可能性調査の結果について <https://www.pref.yamagata.jp/050016/kurashi/kankyo/energy/kenkyuu/suiri-yokutekiti29.html>
- 国土交通省国土地理院：地理院地図（電子国土 web） <https://maps.gsi.go.jp/>
- 国土交通省河川局河川管理課：正常流量検討の手引き（案），2007。
- 環境省・国土交通省：既設砂防堰堤を活用した小水力発電の手引き，2024。