

札幌市琴似発寒川手稲山ダムにおける 小水力発電の導入可能性に関する研究

北海道大学工学部 ○学生会員 中根瑞希 (Mizuki Nakane)
北海道大学大学院工学研究院 フェロー 清水康行 (Yasuyuki Shimizu)

1. はじめに

2020年の10月、政府は2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロとするカーボンニュートラルを目指すことを宣言したことで、現在自然エネルギーの導入が促進されている。中でも小水力発電は、太陽光発電や風力発電に比べ発電効率が低い発電である。

特に砂防堰堤を活用した小水力発電は、取水堰として既設構造物を活用できる他、堰堤工事時に林道が整備されているため道路の新設を省くことが出来る。環境省では、「既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業⁽¹⁾」として既存の砂防堰堤・ダムを活用した水力発電に係る全国調査を行っている。

しかし北海道では、道内河川の導入ポテンシャル量は小さくない⁽²⁾ものの、令和3年8月時点にて北海道庁管理の砂防堰堤では小水力発電を導入した事例はない⁽³⁾。また北海道の小水力発電に関する先行研究では、一般河川での導入可能性評価が行われた調査がある⁽⁴⁾⁽⁵⁾ものの、砂防堰堤を活用した場合の調査がない。

そこで今回は札幌市琴似発寒川の砂防堰堤である手稲山ダムに注目し、導入可能性評価を行った。

2. 研究資料

本研究に用いた資料は以下の表のとおりである。

目的	情報源	データの仕様
導入ポテンシャル量推定	環境省 (REPOS ⁽²⁾)	導入ポテンシャル量の値ごとに河川を色分けした地図データ
砂防堰堤の位置情報取得	北海道庁 ⁽⁶⁾	北海道庁が管轄する砂防堰堤の位置情報や堰堤名などの堰堤諸元
仮発電所の落差算定	国土地理院 ⁽⁷⁾	指定した地点間の、地点間距離と断面図を表示
比流量の算出 (近傍観測所の流量と流域面積)	国土交通省 ⁽⁸⁾	ダム諸元データベース
比流量の算出 (仮発電所取水口での流域面積)	株式会社 RiverLink ⁽⁹⁾	流域抽出システム

表1 用いた資料一覧

3. 作業手順

1. REPOSより小水力発電導入ポテンシャル量のデータをダウンロードした。
2. 1.に北海道内の砂防堰堤の位置情報を重ねた。
- 2 札幌から半径50km以内で、500kW以上の発電が見込める砂防堰堤を抽出した。
3. 仮発電所を定め、低水流量時の常時出力を算出した。
4. 現地踏査を行い、導入可能性の検討を行った。

4. FS 調査内容

4.1 地図情報の取得

導入ポテンシャル量のデータに砂防堰堤の位置情報を重ねると図2のようになった。ただし赤丸が砂防堰堤の位置情報を示す。

4.2 砂防堰堤の抽出

図2の青丸で示す札幌から半径50kmの範囲内で500kW以上の発電が見込めそうな堰堤を抽出したところ41か所の砂防堰堤が選定された。上述の砂防堰堤のうち、河川勾配5%~10%かつ日流量0.1m³/s以上の地点を抽出したところ、表2のように、4溪流12堰堤が選定された。中でも札幌から最も近く視察も容易であったことから琴似発寒川の砂防堰堤の手稲山ダムに注目した。

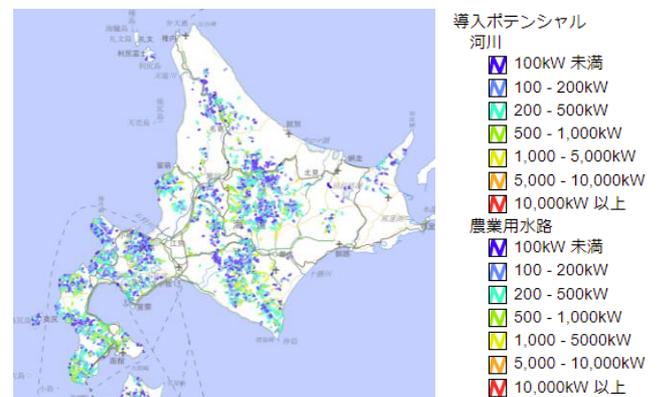


図1, 北海道内導入ポテンシャルマップ



図2, 砂防堰堤の位置情報を図1に重ねたもの。ただし赤丸が砂防堰堤を示す。

	施設名	水系名	幹川名	溪流名	位置		流域面積	流量観測所	河床勾配	流量比
1	左股川 福井ダム	新川	琴似発寒川	左股川	札幌市	中央区	30	定山溪ダム	0.025	0.297115
2	左股川 福井2号砂防堰堤	新川	琴似発寒川	左股川	札幌市	西区	26	定山溪ダム	0.016667	0.2575
3	琴似発寒川 手稲山ダム	新川	新川	琴似発寒川	札幌市	西区	12.25	定山溪ダム	0.066667	0.121322
4	簾舞川 簾舞ダム	石狩川	豊平川	簾舞川	札幌市	南区	23.1	豊平峡ダム	0.02	0.062192
5	簾舞川 御料ダム	石狩川	豊平川	簾舞川	札幌市	南区	21.1	豊平峡ダム	0.028571	0.056808
6	星置川 1号砂防堰堤	星置川	星置川	星置川	札幌市	手稲区	23.53	定山溪ダム	0.01	0.233038
7	珊内川 1号砂防堰堤	珊内川	珊内川	珊内川	古宇郡	神恵内村	23	朝里ダム	0.033333	0.179135
8	珊内川 2号砂防堰堤	珊内川	珊内川	珊内川	古宇郡	神恵内村	23	朝里ダム	0.025	0.179135
9	へーへナ川	尻別川	尻別川	へーへナ川	虻田郡	京極町	66.2	豊平峡ダム	0.014286	0.178231
10	ワッカタツ川 1号砂防堰堤	尻別川	尻別川	ワッカタツ川	虻田郡	京極町	13.8	豊平峡ダム	0.047619	0.037154
11	ワッカタツ川 2号砂防堰堤	尻別川	尻別川	ワッカタツ川	虻田郡	京極町	13.8	豊平峡ダム	0.05	0.037154
12	ワッカタツ川 3号砂防堰堤	尻別川	尻別川	ワッカタツ川	虻田郡	京極町	14	豊平峡ダム	0.04	0.037692
13	ワッカタツ川 4号砂防堰堤	尻別川	尻別川	ワッカタツ川	虻田郡	京極町	14	豊平峡ダム	0.05	0.037692
14	白井川 1号砂防堰堤	尻別川	ワッカタツ川	白井川	虻田郡	京極町	12.13	豊平峡ダム	0.04	0.032658
15	ボントサ川	尻別川	尻別川	ボントサ川	虻田郡	俱知安町	8.5	豊平峡ダム	0.066667	0.022885
16	牛舎川 1号砂防堰堤	牛舎川	牛舎川	牛舎川	伊達市	-	6.8	定山溪ダム		0.067346
17	牛舎川 2号砂防堰堤	牛舎川	牛舎川	牛舎川	伊達市	-	9.1	定山溪ダム	0.060606	0.090125
18	谷藤川 1号砂防堰堤	谷藤川	谷藤川	谷藤川	伊達市	-	6.9	定山溪ダム	0.083333	0.068337
19	谷藤川 2号砂防堰堤	谷藤川	谷藤川	谷藤川	伊達市	-	6.6	定山溪ダム	0.083333	0.065365
20	白水川 1号砂防堰堤	長流川	長流川	白水川	有珠郡	壮瞥町	11.6	定山溪ダム	0.071429	0.114885
21	白水川 2号砂防堰堤	長流川	長流川	白水川	有珠郡	壮瞥町	10.3	定山溪ダム	0.076923	0.10201
22	白水川 3号砂防堰堤	長流川	長流川	白水川	有珠郡	壮瞥町	13.2	定山溪ダム	0.1	0.130731
23	白水川 4号砂防堰堤	長流川	長流川	白水川	有珠郡	壮瞥町	12.8	定山溪ダム	0.1	0.126769
24	白水川 5号砂防堰堤	長流川	長流川	白水川	有珠郡	壮瞥町	12.8	定山溪ダム	0.1	0.126769
25	壮瞥川 1号砂防堰堤	長流川	長流川	壮瞥川	虻田郡	洞爺湖町	20.8	定山溪ダム	0.022222	0.206
26	壮瞥川 2号砂防堰堤	長流川	長流川	壮瞥川	虻田郡	洞爺湖町	12.6	定山溪ダム	0.058824	0.124788
27	壮瞥川 3号砂防堰堤	長流川	長流川	壮瞥川	虻田郡	洞爺湖町	10	定山溪ダム	0.05	0.099038
28	壮瞥川 4号砂防堰堤	長流川	長流川	壮瞥川	虻田郡	洞爺湖町	22.7	定山溪ダム	0.055556	0.224817
29	壮瞥川 1号砂防堰堤	長流川	長流川	壮瞥川	有珠郡	壮瞥町	3.1	定山溪ダム	0.027027	0.030702
30	徳舜瞥川 1号砂防堰堤	長流川	長流川	徳舜瞥川	伊達市	-	22.5	定山溪ダム	0.034483	0.222837
31	ハンク川 1号砂防堰堤	長流川	長流川	ハンク川	有珠郡	壮瞥町	18.3	定山溪ダム	0.033333	0.18124
32	レルコマベツ川	長流川	長流川	レルコマベツ川	有珠郡	壮瞥町	16.1	定山溪ダム	0.04	0.159452
33	小弁景川 1号砂防堰堤	長流川	弁景川	小弁景川	有珠郡	壮瞥町	8.73	定山溪ダム	0.047619	0.086461
34	小弁景川 2号砂防堰堤	長流川	弁景川	小弁景川	有珠郡	壮瞥町	9.06	定山溪ダム	0.047619	0.089729
35	千歳川 1号砂防堰堤	登別川	登別川	千歳川	登別市	-	12.2	定山溪ダム		0.120827
36	千歳川 2号砂防堰堤	登別川	登別川	千歳川	登別市	-	11.2	定山溪ダム	0.033333	0.110923
37	白老川	白老川	白老川	白老川	白老郡	白老町	28.8	定山溪ダム	0.025	0.285231
38	敷生川 1号砂防堰堤	敷生川	敷生川	敷生川	白老郡	白老町	48	定山溪ダム	0.033333	0.475385
39	敷生川 2号砂防堰堤	敷生川	敷生川	敷生川	白老郡	白老町	15.93	定山溪ダム	0.0625	0.157768
40	敷生川 3号砂防堰堤	敷生川	敷生川	敷生川	白老郡	白老町	50.1	定山溪ダム	0.020833	0.496183
41	ウヨ川	白老川	白老川	ウヨ川	白老郡	白老町	21	定山溪ダム	0.026316	0.207981

表 2, REPOS で 500kw 以上の発電が見込まれた札幌から半径 50km 以内にある砂防堰堤の諸元

5. 出力計算

選定した砂防堰堤の中から手稲山ダムに注目して出力計算を行った。仮発電所の取水口として手稲山ダムを設定し、放水口として、下流の観光地点である平和の滝の流量を維持するために、平和の滝の上流で放流する仮発電所を設定した。図3の黄色の地点表記が取水口、青色の地点表記が放水口を示す。なお平和の滝とは、手稲山ダムから約1km下流にある登山道中の観光地点である。

仮発電所での発電出力P(kW)は(1)式を用いて算出した。

$$P = 9.8 \cdot Q \cdot H \cdot \eta_t \cdot \eta_g \quad (1)$$

ここで、Q：流量(m³/s)、H：有効落差(m)、 η_t ：水車効率、 η_g ：発電機効率である。ここでは水車効率と発電機効率の積として0.7の値を用いた。なお、流量と有効落差は以下の表の値のとおりである。比流量計算を行う際、近傍観測所の流量として低水流量を用いた。

計算の結果より、常時出力は61.57kWと導出された。

取水口	手稲山ダム
放水口	平和の滝
導水区間	1,000m
落差	60m
流域面積	12.25km ²
近傍観測所 ⁽⁹⁾	定山溪ダム
流域面積	104 km ²
低水流量(H31)	1.27 m ³ /s
比流量	0.15 m ³ /s
出力結果	61.57 kw

表3 仮発電所諸元



図3, 琴似発寒川仮発電所の平面図

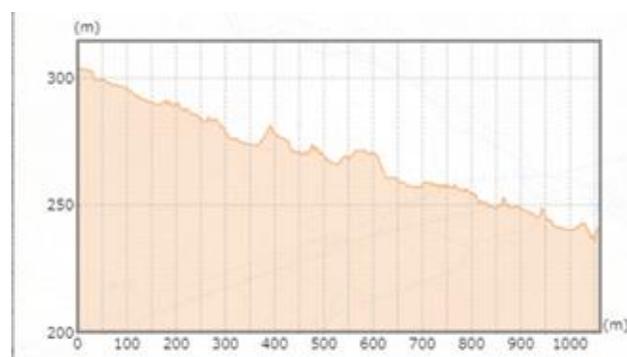


図4, 琴似発寒川仮発電所の導水区間の横断面図

6. 現地踏査

出力計算を行った地点に関して実際に視察を行った。現地踏査の結果を、以下2点に絞ってまとめる。

a. 伏流水

実際に訪れると、水はほとんど砂防堰堤の越流部分の流れっていないことがわかった。山道中に湧水が多々見かけられ、また下流にある平和の滝には水が豊富にあることから、伏流水として堰堤の側面から流出していると考えられる。このことから、発電する際に堰堤からまとまった量の水を取水を行うことが困難であると考えられた。

b. 魚の遡上

琴似発寒川にはサケとサクラマスの上上が確認でき、特にサクラマスは図6のように仮発電所の放水口とした平和の滝の手前まで遡上し産卵することが確認されている。札幌市の取り組みである「サーモンカムバック運動」の一環で、豊平川を遡上するサケ・サクラマスを保護する活動がなされており、仮に発電所を導入したとしても地元の方から合意を得られにくいだろうと考えられた。



図5, 琴似発寒川サクラマス産卵床マップ⁽¹⁰⁾
青旗印がサクラマスの産卵床を示す。



写真 5, 手稲山ダム

水抜き穴から流水が確認されるものの、越流部分に流水がないことが見て取れた。
なお写真は茶色い水が流れているのではなく、堰堤の水抜き穴部分以下が茶色くさびていた。



写真 6, 平和の滝

手稲山ダムから1km 下流にある滝。登山道中の観光地点の1つであった。

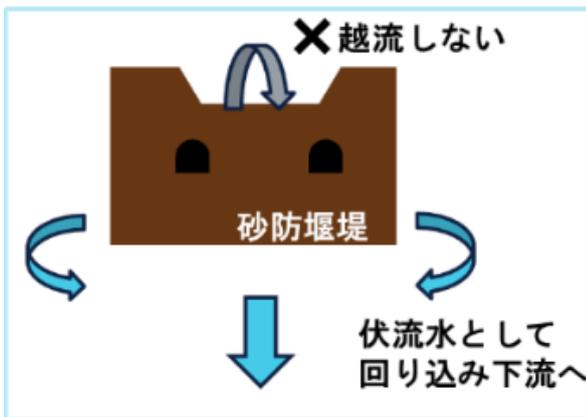


図 6, 手稲山ダム

越流部を流れるのではなく伏流水として下流に流水が集中していると考えられる。

7. まとめ

札幌市近辺の砂防堰堤を活用した発電について、REPOS の導入ポテンシャルデータをもとに 500kW 以上の出力が見込める地点として、琴似発寒川の手稲山ダムに注目して検討を行った。手稲山ダムで取水し、下流の平和の滝の手前で放流する仮発電所を設定したところ、出力が 61.57kW となり、想定より小さな値となった。加えて、手稲山ダム周辺では伏流水が多く取水が難しいことや、琴似発寒川では河川環境改善の地域の取り組みの一環としてサクラマスの上流に力を入れているため、地域の合意形成も困難であることが想定された。これらより札幌市の手稲山ダムでの発電は厳しいと考えられる。

8. 謝辞

この度の FS 調査において、資料提供に関して、北海道開発局の吉村様をはじめとし、北海道庁や札幌市役所の皆様および大成ロテック株式会社の渡邊様にも大変お世話になった。この場を借りて感謝の意を伝えたい。

参考資料

- (1) 環境省 既存インフラ等を活用した再エネ普及加速化事業 (H30, R1,R2)
- (2) 環境省,再生可能エネルギー情報提供システム [REPOS(REPOS)],中中小水力分析ツール、R3,12 閲覧
- (3) 北海道庁建設部維持管理防災課、R3.8 聞き取り
- (4) 北海道大学大学院環境科学院, 田邊創一郎, 小水力発電の導入拡大に向けた小水力エネルギーポテンシャルの見積もり, 平成 26 年度
- (5) 北海道大学大学院環境科学院, 加藤幹也, 北海道後志総合振興局における小水力発電賦存量の評価, 令和 2 年度
- (6) 国土交通省北海道開発局河川計画課、R3,7 提供
- (7) 国土交通省国土地理院, 電子国土 Web、R3.12 閲覧
- (8) ダム諸元データベース, 北海道地方のダム, ダム基本データ, 定山溪ダム、R3.12 閲覧
<http://mudam.nilim.go.jp/chronology/form02/6/2019>
- (9) 流域抽出データ, R3.12 閲覧
http://153.126.130.135/RiverInformationDL/RiverInfoApi_JFlow_6y.html
- (10) 札幌市豊平川さけ科学館, 琴似発寒川サクラマス産卵床調査, 2020 年 10 月 2 日実施