

既設ダムの維持放流を利用した小水力発電の可能性に関する研究

室蘭工業大学大学院 学生員 林下 直樹

室蘭工業大学大学院 正会員 中津川 誠

八千代エンジニアリング株式会社 正会員 川村 一人

1. はじめに

本研究では、再生可能エネルギーの中でも、二酸化炭素の排出が少なく、安定したエネルギーである小水力発電に着目した。環境への影響を考慮し、また十分な落差が得られることから既存の大規模多目的ダムの活用を考える。具体的には金山ダムをモデルケースに、小水力発電の可能性を検討した。

2. 対象ダムの概要

対象とした金山ダムは、北海道の空知川上流部に位置し、河川環境の維持のため環境放流、活用放流を行っている。本研究ではこの放流を小放流とし、これを用いた小水力発電の検討を行う。小放流の概要について表-1、小放流の様子について写真-1に示す。

3. 発電電力量の試算方法

水力発電による発電出力、発電電力量は以下の式で表わされる¹⁾。

$$P = \rho g Q H \eta \quad (1)$$

$$E = P T \quad (2)$$

ここで、 P は発電出力(W)、 ρ は水の密度(1000kg/m³)、 g は重力加速度(9.8m/s²)、 Q は流量(m³/s)、 H は落差(m)、 η は水車と発電機の効率を合わせた総合効率、 E は発電電力量(Wh)、 T は発電を行った時間(h)である。 η は、ハイドロバレー計画ガイドブック¹⁾を参考にして $\eta = 0.615$ とした。試算方法は以下に示す2通りで行った。

3.1 現況のダム運用に基づく発電電力量の試算

発電電力量の試算に必要な要素は落差、流量、発電を行った時間である。以上を求めるため、金山ダ

表-1 小放流の概要

	環境放流	活用放流
流量	0.3m ³ /s	0.3m ³ /s
期間	4月1日～10月31日	7月1日～9月30日
時間	6時00分～19時00分	19時00分～6時00分



写真-1 金山ダムの小放流の様子

ムの管理月報にある貯水位、放流量のデータを用いた。落差は貯水位と小放流設備の放流口標高(EL=300m)との差とした。放流量については洪水調節放流、利水放流、小放流と分けられており、1日ごとに平均放流量(m³/s)が記載されている。以上より、計算は1日単位で行い、発電を行った時間を $T = 24(h)$ として計算を行った。計算期間は2000年～2010年とした。また、2000年、2006年は小放流の詳細なデータが入手できなかったため計算を行っていない。

3.2 小放流を通年行う場合の発電電力量の試算

現況では発電可能な期間が限られており、電力の安定供給といった面から期間の延長が必要であると考え、年間を通して小放流を行う場合の発電電力量の試算を行った。試算のため、まず小放流を通年行う場合の貯水位を計算する。計算には流入量と放流量から貯水量の収支を計算する貯水量の連続式を用いた。流入量は、管理月報に記載されているデータを使用した。放流量については、利水放流量は現行のまま、小放流量が0.3m³/sとなるように設定した。ここで、計算貯水位が利水容量を下回る場合は、利水放流量を調節するものとした。計算により得られた貯水位から落差を求め、設定した放流量から発電電力量の試算を行った。

4. 結果の分析

4.1 発電電力量の試算結果

発電電力量の試算結果を図-1に示す。通年放流時と現況の試算結果を比べると、1日当たりの発電電力量の年変動は小さくなった。発電可能な期間についても、小放流の放流期間により、現況では期間が限られているが、通年放流時では、中断なく発電が可能というメリットがある。一方で、利水放流を行うための貯水量の不足が発生した。例として、渇水年であった2002年

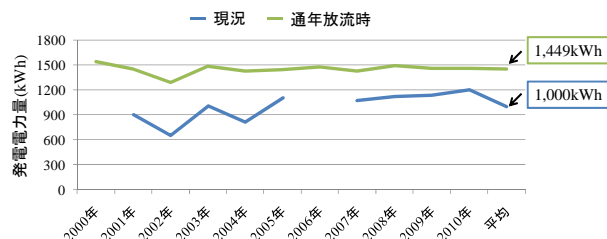


図-1 現況と通年放流時の1日当たりの発電電力量の平均値

キーワード 再生可能エネルギー、小水力発電、既設ダム、維持放流、積雪地域、金山ダム
 連絡先 〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 国立大学法人 室蘭工業大学 TEL 0143-46-5276

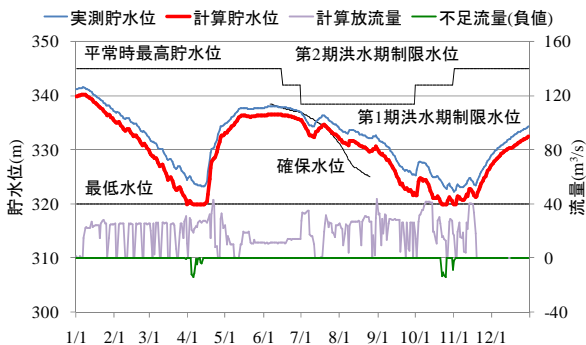


図-2 小放流を全年行う場合の貯水位の計算結果(2002年)

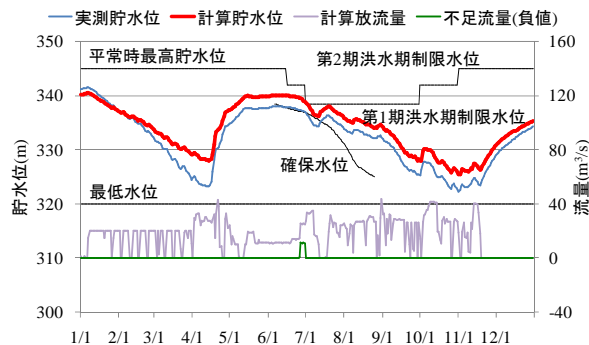


図-3 1月～3月の放流量を最大20m³/sとした場合の貯水位の計算結果(2002年)

の貯水位を図-2に示す。各年度の貯水位の計算結果から、融雪出水前の時期に貯水量の不足が発生しやすいということがわかった。

4.2 不足した水量を賄う方策

不足した水量を賄う方策として、1月～3月の放流量を調節し、貯水量を確保するよう検討した。調節には、この期間の放流量に最大値を設けるものとし、1月～3月の放流量を最大20m³/sとして計算を行った。前節の計算に、貯水位が治水容量を超える場合に洪水調節放流を行うことを追加している。得られた貯水位の変化を図-3に示し、貯水量の過不足を表-3に示す。なお、図-3については図-2と同様に2002年の検証結果を挙げた。また表-3において、確保した水量とは1月～3月の期間の放流量を減少させ確保した水量、超過した水量とは洪水調節を行った水量、不足した水量とは設定した放流量で放流を行うのに不足した水量である。結果を見ると、貯水量の不足は発生しなかったが、どの年度でも洪水調節を行っており、確保した水量が過剰であるといえる。

ここで、冬期間の利水を勘案すると、金山ダム分の水利権量で0.109m³/sの上水道取水がある。また、発電取水に関しても、冬期に最大使用水量(48.4m³/s)を丸1日にわたって放流することはほとんどなく、放流量を調節する余地は残されていると考える。また、灌漑期においては貯水量の不足が発生しておらず、影響はないものとなった。

貯水量を不足させることなく、小放流の期間を延長する可能性は十分にあると考える。過不足なく貯水池管理をする方法や、操作の変更に関する治水上、利水上の影響を考慮することが今後の課題となる。

4.3 年間発電電力量の評価

発電電力量の評価として、一般家庭の電力消費量との比較を行った。一世帯当たりの年間電力消費量を5,400kWhとして比較を行うと、現況では1日当たり68世帯、通年放流時では98世帯分の電力消費量を賄うことができる結果となった。

また、ダム直下には人口316人、192世帯(2010年11

表-3 貯水量の過不足

($\times 10^3 \text{m}^3$)	確保した水量	超過した水量	不足した水量
2000年	16,828	15,117	0
2001年	17,981	17,751	0
2002年	26,470	3,883	0
2003年	27,289	29,484	0
2004年	30,150	24,056	0
2005年	11,467	5,619	0
2006年	30,947	25,843	0
2007年	22,926	17,105	0
2008年	38,726	33,363	0
2009年	11,318	5,764	0
2010年	40,781	36,158	0
合計	274,884	214,142	0

月)の市街地がある³⁾。発電した電力をこの市街地で使用すると、1日に家庭で消費される電力量のうち、現況では世帯数の35%、通年放流時では51%の電力消費量を賄うことができる規模となった。通年放流時には、現況と比べ発電電力量が大きく、さらに間断なく発電が可能であることから、電力の安定供給の可能性が見込める結果となった。

5. まとめ

本研究で得られた結果を以下にまとめる。

- 1) 金山ダムで行われている小放流で小水力発電を検討した結果、小放流を通年放流した場合に電力の安定供給の可能性が示唆された。
- 2) 発電した電力をダム直下の市街地で利用すると、通年放流時に世帯数の51%の電力消費量を賄うことができる結果となった。

小放流の期間を延長する可能性は十分にあり、今後は治水上・利水上の影響等の検討が必要である。

謝辞

本研究の一部は学術研究助成基金助成金基盤研究(C)(課題番号23560602)および平成23年度河川整備基金(助成番号23-1213-001)の助成を受けた。また北海道開発局金山ダム管理支所よりデータ・資料の提供をいただいた。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 経産省資源エネルギー庁, 新エネルギー財団: ハイドロバレー計画ガイドブック, 2005.
- 2) 南富良野町 HP, <http://town.minamifurano.hokkaido.jp/>