

味噌川ダムにおけるドローダウン開始時期の早期化による水力発電電力量増大の取組み

田尻 春満¹

¹水資源機構 味噌川ダム管理所 (〒399-6203 長野県木曽郡木曽郡木祖村小木曽2058-22)

味噌川ダムの水力発電設備（長野県企業局奥木曽発電所）は、最大使用水量 $4.70\text{m}^3/\text{s}$ 、最大出力 $5,050\text{kW}$ の水力発電設備であり、至近10カ年の平均で年間約 $20,000\text{MWh}$ の発電を行っている。

味噌川ダムでは、水力発電電力量増大を図るため、現状の非洪水期から洪水期に向けたドローダウン時（4月1日～5月31日）における発電無効放流量（発電最大使用水量を上回る放流量）に着目し、ドローダウン期間の見直しを検討し、その結果、1月前の3月1日からドローダウンを開始することが有効であることがわかった。本稿はこの検討結果に基づき実施したドローダウンによる増電効果について報告するものである。

キーワード カーボンニュートラル、ドローダウン、発電量増大

1. はじめに

味噌川ダムは、長野県木曽郡木祖村に位置し、鉢盛山を源流とする木曽川本川最上流に建設された、堤高 140m 、堤頂長 446.9m 、総貯水容量 $61,000,000\text{m}^3$ の中央土質遮水壁型ロックフィルダムである。ダムの目的は、洪水調節、新規利水（岐阜県、愛知県、名古屋市）、流水の正常な機能の維持、発電（写真-1）である。



写真-1 味噌川ダムと奥木曽発電所

発電所がダムの利水放流に従う従属発電として行っている。図-1のとおり表層取水設備から水路トンネルを経由し、バルブ室の手前から水圧鉄管により発電所に導水されている。

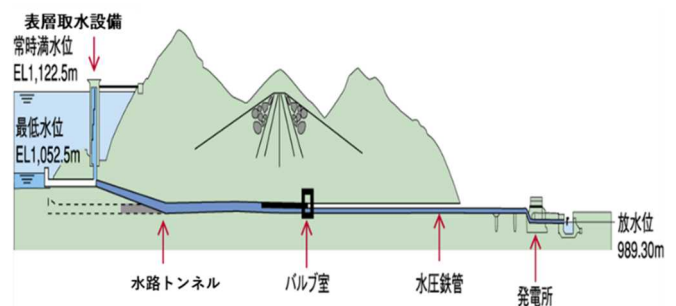


図-1 奥木曽発電所導水管経路図

奥木曽発電所諸元を表-1に示す。

表-1 奥木曽発電所諸元

項目	諸元
最大出力	$5,050\text{kW}$
最大使用水量	$4.70\text{m}^3/\text{s}$
最大有効落差	125.12m
水車	横軸二輪単流渦巻両掛フランシス水車（ $2,505\text{kW} \times 2$ 輪）
発電機	形式：三相交流同時発電機 容量： $5,050\text{kVA} \times 1$ 台

2. 味噌川ダムにおける水力発電の概要

(1) 味噌川ダムにおける水力発電の概要

味噌川ダムにおける水力発電は、長野県企業局奥木曽

過去10年間（2013年～2022年）における月別の発電電力量、全放流量、発電放流量の平均を図-2、表-2に示す。

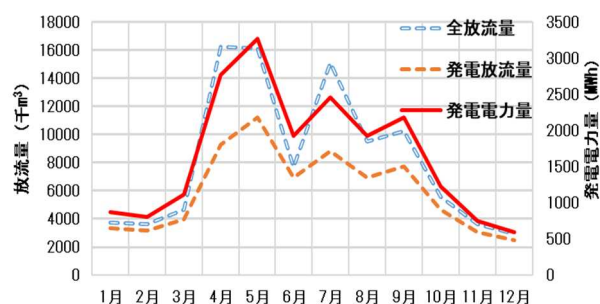


図-2 発電実績(2013年～2022年の平均)

表-2 月別発電電力量等(2013年～2022年の平均)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
全放流量 (千m³)	3,744	3,648	4,654	16,204	16,092	7,662	15,104	9,516	10,265	5,547	3,606	2,943
発電放流量 (千m³)	3,317	3,145	3,992	9,258	11,221	6,937	8,798	6,915	7,746	4,649	3,035	2,512
発電電力量 (MWh)	866	806	1,117	2,763	3,269	1,920	2,463	1,929	2,178	1,226	753	592

4月～5月は全放流量が多いため、発電電力量が多く、対して10月～3月は放流量が少ないため、発電電力量が少ない。また、発電電力量は4月～5月に多い反面、全放流量に対する発電放流量の割合は低く、発電無効放流量が多い状況となっている。

(2) ドローダウンについて

味噌川ダムでは非洪水期（10/16～5/31）から洪水期（6/1～10/15）への移行に際し、洪水調節容量確保のため、4月1日から5月31日の間で管理水位を約10m等差的に低下させる操作（以下「ドローダウン」という。）を実施しており、一日の水位低下量は約15cm、放流量は流入量+2.30m³/sをドローダウン計画の目安として運用している。

図-3は1997年～2022年までの流入量と放流量の水位低下実績の平均を示したものである。味噌川ダムの特徴として雪解け水により春先には流入量が増加しやすく、4月～5月の平均流入量は4.87m³/sと比較的多い。年毎の差はあるが、4月～5月上旬には貯水位がドローダウン計画線に達しており、4月中旬から5月にかけては発電放流の最大量である4.70m³/sを超えての放流が多くなっている。このため、これまでのドローダウンの方法ではドローダウン中に発電最大放流量以上の発電無効放流が多く発生していた。

このことから、味噌川ダムでは発電無効放流を減らし、発電電力量の増大を図るため、ドローダウンの開始時期の見直しを行った。

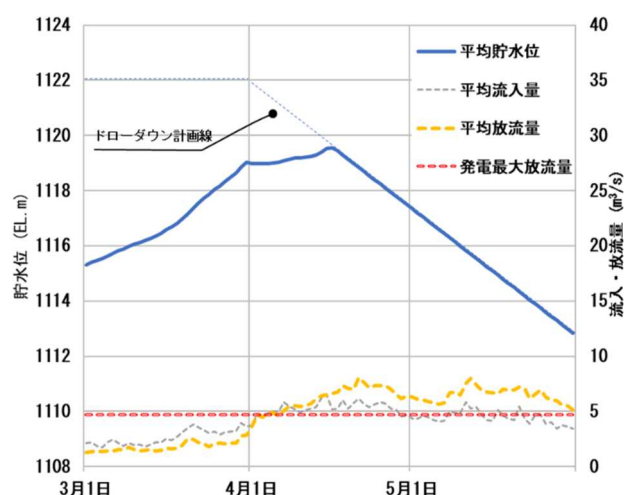


図-3 水位低下実績（1997年～2022年の平均）

2. ドローダウン時期の検討

(1) 検討内容・方法

水力発電電力量の増大を図る検討として、過去4年間のドローダウンの実績についてまとめたのち、ドローダウンの開始時期を1ヶ月早め、3月1日から3ヶ月間かけて実施した場合の発電電力量の増加量について以下の条件により検討を行った。

○水位低下についてはダム貯水位が3月1日開始のドローダウン計画線①（3月1日からの水位低下計画線）に達した日から行うこととし、それまでは通常運用（水位低下操作をしない）とする。

○ドローダウン計画線①に達した日以降は、1日の水位低下は10cm、放流量は流入量+1.47m³/sを目安とし、流入量が上昇し、発電放流(最大4.70m³/s)のみでドローダウン計画線①を維持できない場合でも発電放流のみとし、ドローダウン計画線②（4月1日からの水位低下計画線）2まで余裕のある期間は貯留する。

○ドローダウン計画線②に達した期間からについては従来どおりの一日の水位低下を15cm、放流量は流入量+2.30m³/sとする。

○水力発電電力量の算出は次の発電出力量計算式¹⁾を用いた。

発電出力量計算式

理論水力

$$P \text{ (kW)} = 9.8 \times Q \text{ (放流量)} \times H_t \text{ (有効落差)}$$

$$\text{最大放流量 } Q = 4.70 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_t = \text{現在水位} - 989.30 \text{ m} - \text{全損失水頭}$$

$$\text{全損失水頭} = 0.3 + 7.78/35 \times (\text{現在水位} - 1087.5)$$

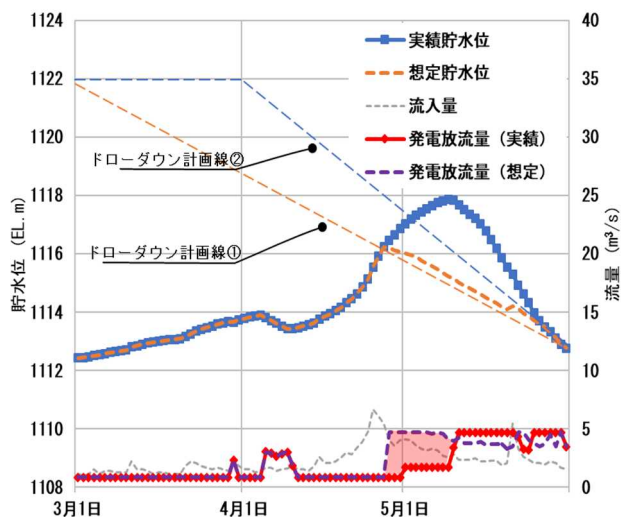


図-4 2019 年水位低下モデル

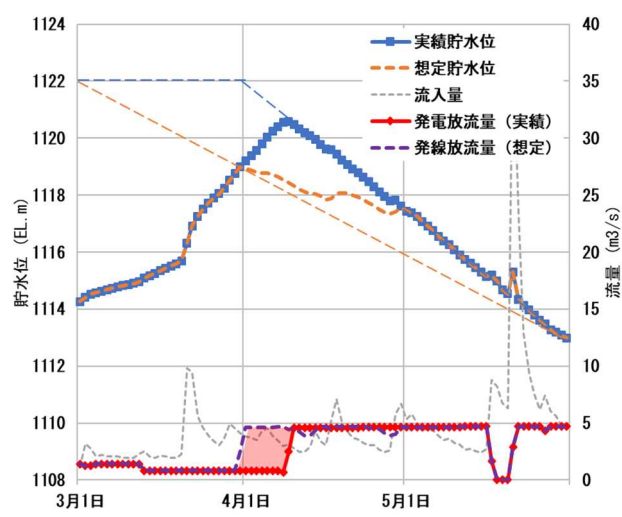


図-6 2021 年水位低下モデル

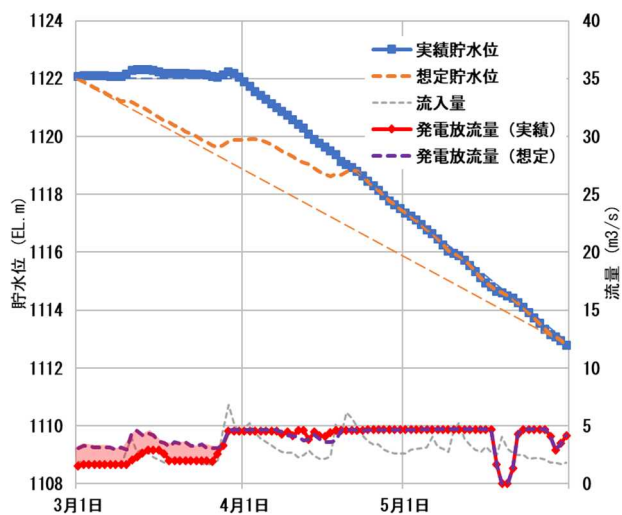


図-5 2020 年水位低下モデル

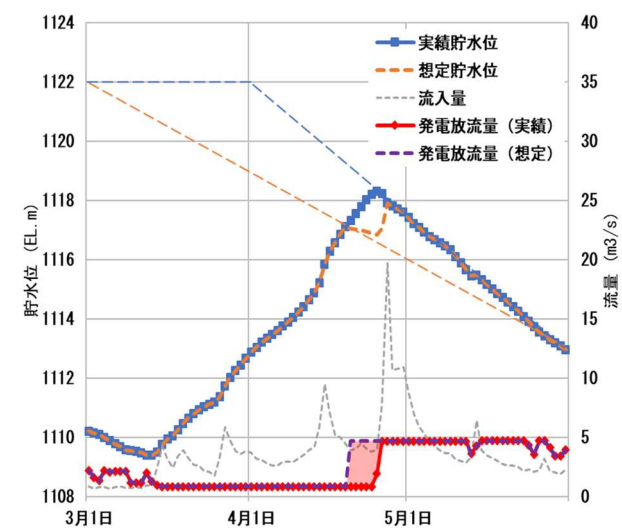


図-7 2022 年水位低下モデル

発電出力量

$$P \text{ (kW)} = P \times y \text{ (水車・発電機合成効率)}$$

$$y = 87.7\%$$

(2) 検討比較結果

図-4～7 の水位低下モデルはドローダウン計画線①から水位低下を行った場合（想定貯水位）とドローダウン計画線②から水位低下を行った場合（実績貯水位）、更にその際の発電放流量等の関係を示している。発電放流量（実績）と発電放流量（想定）間の着色箇所が従来と比較した際の放流量の増加分である。つまり、この区間だけ、過去の実績と比較して、多く発電していることとなる。

2019 年から 2022 年までのドローダウンによる発電放流量、発電電力量を実績、想定別にまとめると表-3、表-4 のとおりとなった。

表-3 発電放流量（千 m³）※3/1～5/31 の期間

	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
実績	15,203	28,781	22,801	19,105
想定	17,447	31,749	25,417	21,018
差	2,244	2,969	2,616	1,913

表-4 発電電力量（MWh）※3/1～5/31 の期間

	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
実績	4327.8	8382.8	6572.8	5429.5
想定	4948.6	9228.7	7316.0	5979.4
差	620.8	842.9	743.2	549.9

上記の検討結果から、2019 年から 2022 年までの平均で 690MWh 相当の発電電力量の増加が可能ということがわかった。

この結果をもってドローダウン開始時期を2023年の3

月1日に早めることについて、河川管理者、関係機関と協議し、了承を得られたため、2023年から実施した。

4. 実施結果

2023年～2024年のドローダウン実施結果を図-9、図-10に示す。

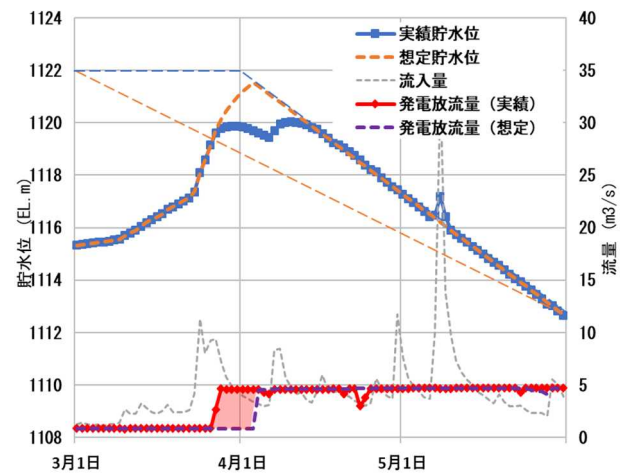


図-9 2023 年水位低下実績

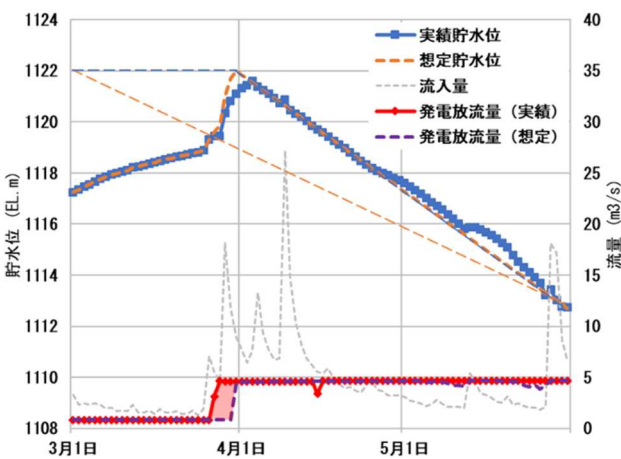


図-10 2024 年水位低下実績

2023年、2024年ともに、3月初旬の貯水位がドローダウン計画線①以下であったため、貯留に勤め、3月末頃に貯水位がドローダウン計画線①に達し、ドローダウンを開始した。その後、両年ともに4月頭の降雨により流入量が増加し、貯水位がドローダウン計画線②に達したため、以後はドローダウン計画線②を基本に従来どおりの水位低下を行った。その結果、2023年は3月27日～4月4日の8日間、2024年は3月27日～3月31日の4日間において従来よりも発電電力量が増大する結果になった。3月1日から5月31日までの発電放流量、発電電力量を実績と従来どおりに行った比較結果を表-5、表-6に示す。

表-5 年発電放流量（千 m³） ※3/1～5/31の期間

	2023年	2024年
実績	322.62	325.87
従来の方法	297.76	308.23
差	24.86	17.64

表-6 発電電力量（MWh） ※3/1～5/31の期間

	2023年	2024年
実績	8049.8	8158.8
従来の方法	7425.5	7706.7
差	624.3	452.1

4. 結論

ドローダウン計画の見直しを行い、2023年は624MWh、2024年には452MWh、2年平均して538MWhの発電電力量を増大することができた。これは一般家庭約130戸分の1年間の消費電力量²⁾に相当する。さらに増電量を温室効果ガス排出削減量として換算すると以下ようになった。

$$538\text{MWh} \times (0.459\text{t} \cdot \text{CO}_2/\text{MWh})^3 = 247\text{t} \cdot \text{CO}_2$$

2023年の味噌川ダム温室効果ガス排出量が248t-CO₂であることから、水力発電の増電による温室効果ガス排出削減量で味噌川ダムの一年の排出量をまかなえることがわかった。この結果は昨今求められているカーボンニュートラルの実現に向けた取組の一つとして有効な手段の一つであると考え。また、洪水調節容量を持つ制限水位方式のダムで水力用発電設備を所有するダムであれば、発電電力量の増加分を管理費用として充当することが可能となる。

味噌川ダムでは他にも水力発電量増加の取組として洪水後期放流活用操作の試行要領を定め（2023年8月1日）、取り組んでおり、今後も発電量増加方法について検討を進めていきたい。

本取組が発電設備を持つダムにとって今後のよりよい管理の一例となれば幸いである。

参考文献

- 1) 奥木曽発電所 水利使用許可申請書添付図書 別添資料「6. 施設又は工作物に関する水理計算書」
- 2) 環境省「令和4年度家庭部門のCO₂排出実態統計調査資料編（確報値）」p.41.
- 3) 環境省「電気事業者別排出係数（令和6年提出）」（中部電力ミライズの調整後排出係数を使用）p.11.