

ダム融雪水有効活用に向けた試行運用について

由井 秀隆¹・齊藤 光悦²・黒岩 真理³

^{1,2,3}国土交通省関東地方整備局利根川ダム統合管理事務所（〒371-0846群馬県前橋市元総社町593-1）

近年の気候変動に伴い激甚化する洪水被害や渇水リスクへの取組、カーボンニュートラルの推進等が求められる中、国土交通省では令和4年7月にハイブリッドダムの取組を打ち出している。具体的な取組の一つに「ダムの運用の高度化」があり、当事務所では冬期に積雪量より融雪相当水量を算出し、この融雪相当水量を担保として融雪出水期に発電放流しながら、ゆるやかに貯留する「融雪水を活用したダム運用による増電」を試行運用している。

本稿では、本来のダム運用（低水管理）に影響が無いようにするための試行運用の実施方法、試行運用による増電分のCO2削減量の実績等について報告する。

キーワード ハイブリッドダム、ダムの運用の高度化、カーボンニュートラル、融雪、増電

1. はじめに

利根川上流ダム群は、1都5県に跨り日本最大の流域面積を持つ利根川において、河川の洪水調節や首都圏等への用水供給に重要な役割を担っている。当事務所では、国土交通省、及び水資源機構が所管する9つのダムの統合管理を行っている。（図-1）

矢木沢ダムは、利根川上流ダム群の中でも豪雪地帯にあり（図-2）、春先にかけて豊富な融雪水が矢木沢ダム等へ流れ込み、貯めた水は農水等のかんがい期に放流（補給）されている。このダムからの放流に伴う水力発電をより効果的・効率的に行うため、当事務所、独立行政法人水資源機構沼田総合管理所、及び東京電力リニューアブルパワー株式会社（以下、「東京電力RP」）の官民連携により、融雪水を有効活用し、カーボンニュートラルの推進、及び再生可能エネルギーの活用に向けた試行運用を実施している。

2. ハイブリッドダムの取組

ハイブリッドダムとは、気候変動への適応・カーボンニュートラルへの対応のため、治水機能の強化と水力発電の増強のため、気象予測を活用し、ダム容量の共用化（利水容量を治水活用する事前放流、治水容量の利水活用等）、ダムをさらに活用する取組のことをいう。このハイブリッドダムの取組の一つに「ダム運用の高度化」があり、この中に「融雪水を活用したダム運用による増電」が位置づけられている。

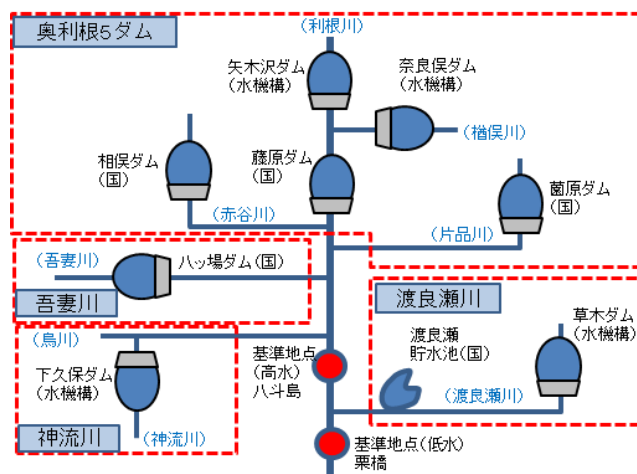


図-1 利根川上流ダム群の統合管理 位置図



図-2 奥利根ダム群の積雪状況

(1) 融雪水を活用したダム運用による増電

融雪水はかんがい期から夏期にかけて重要な水資源である。このため、従来のダムの運用は利水補給に備えるため、融雪水の貯留時は早く満水になるよう貯留に努め、ダムの満水後には水位を維持するという運用を行ってきた。この際の発電については、貯留時は発電を停止し、満水時は発電を実施しているが発電放流能力を超えたダムへの流入量はゲート放流と併せて実施していた。このゲート放流は発電に利用せず放流しているため、ダムからの放流を利用した水力発電の増強は、いかにしてゲート放流を減らすことが重要である。

融雪水を活用したダム運用は、近年向上した長期気象予測技術や気象観測技術を活用することで、冬期に積雪量から積雪水当量を算出することが可能となり、これを担保として現時点で貯留している融雪水を先使いで計画的に発電放流しながらダムをゆるやかに貯留して満水にする運用（ダムの運用高度化）である。この貯留時から発電放流し満水時のゲート放流を減らすことで、従来より増電ができるものである。（図-3.4）

本運用にあたっては、ダム上流域の積雪を出来るだけ正確に把握する必要がある、積雪深や積雪密度の計測の他、長期気象予測等を活用することが有効である。また、運用面における水資源機構、東京電力RPとの連携により、より効果的・効率的に実施できるものである。

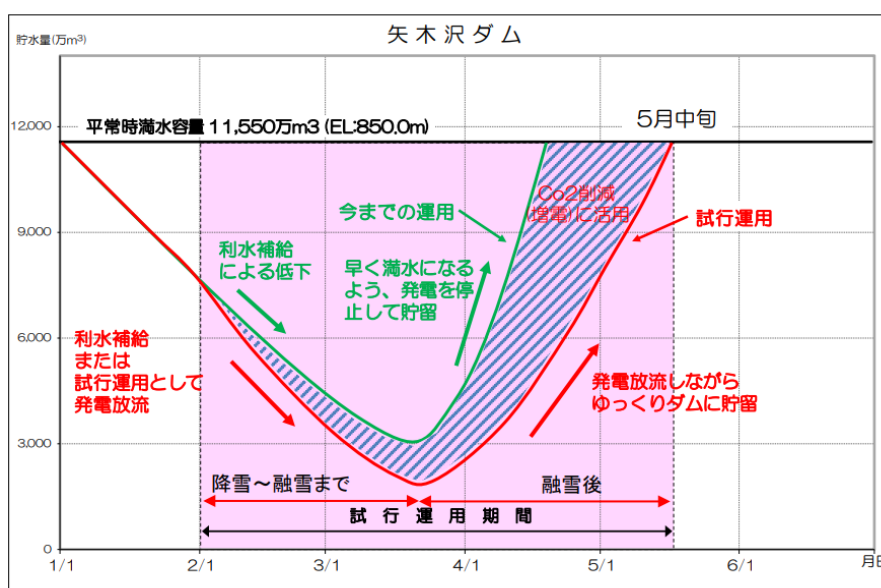


図-3 融雪水を活用したダム運用による増電

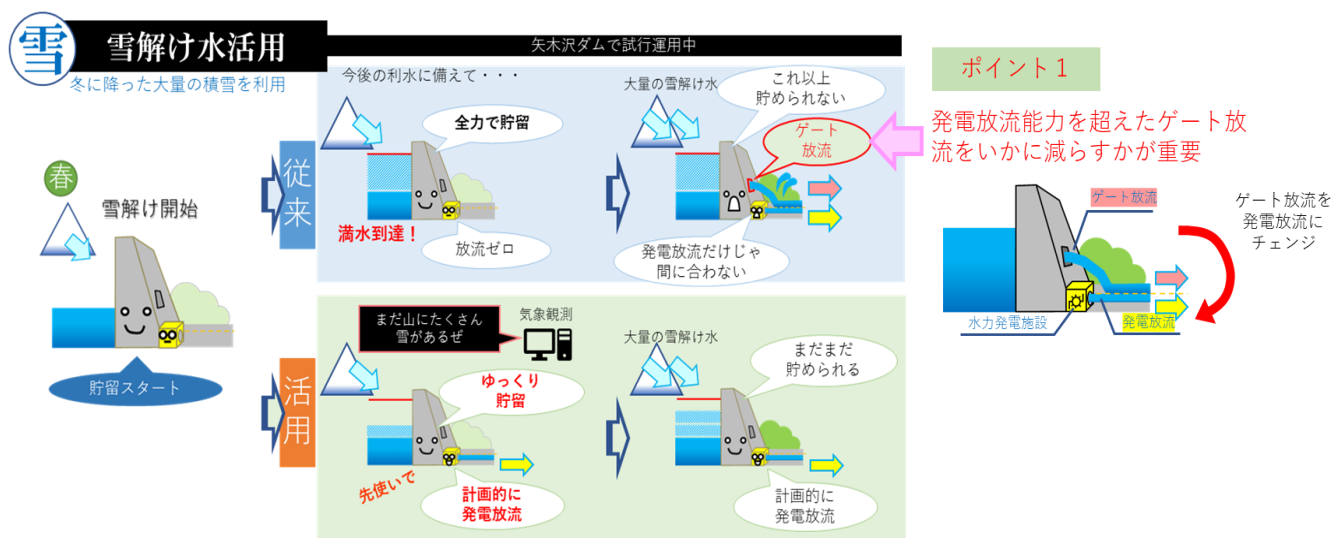


図-4 融雪水を活用したダム運用による増電イメージ

(2) シリーズ発電の有効活用による増電

利根川上流ダム群には多くの発電施設が縦断的に連続（シリーズ発電）し、このシリーズ発電と融雪水を活用したダム運用を組み合わせることで、より増電が増強となる。

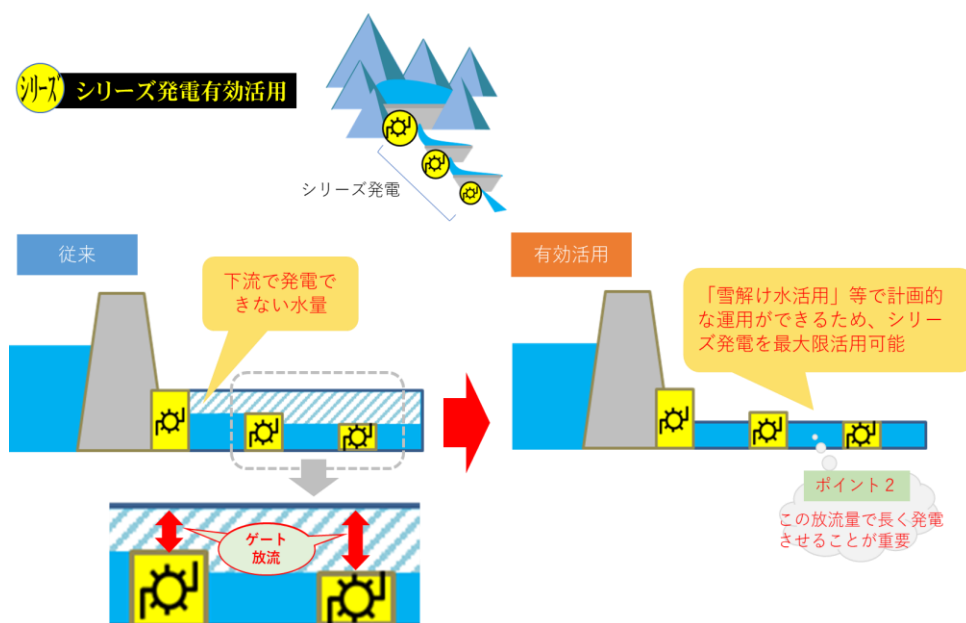


図-5 シリーズ発電の有効活用イメージ

3. 高度化運用の検討

(1) 試行運用の方針

高度化の試行運用は、重要な水資源である融雪水がダムに十分貯留されることを条件に融雪水を発電に有効活用させる方針とし、試行運用の検討を、国、水資源機構、東京電力RPで実施し、発電放流が実施できる運用条件を以下の通り設定した。

- a) 矢木沢ダムを含めた全ダムが利水補給を実施しておらず、利水基準地点（栗橋）が確保流量以上あること
- b) 矢木沢ダム上流の積雪が所定の水当量を確保していること
- c) 矢木沢ダムの貯水位（貯水量）が、最低確保水位以上あること
- d) 積雪等の累積降水量が所定以上あること

なお、試行運用期間は2/1以降とし、上記条件を満たす場合は発電放流を実施し最大20m³/sとした。これは、2(2)シリーズ発電の有効活用を考慮した放流量となっている。

(2) 運用条件の設定

試行運用の条件設定である、積雪水当量、矢木沢ダム

の最低確保水位について、以下の検討を実施した。

下流側にある発電施設は上流側と比べて発電能力が低く、発電放流能力を超えた流入量はゲート放流となってしまうことから、融雪水をシリーズ発電全体で最適な発電ができる放流量を長期間放流することにより、効果的・効率的な増電となる。（図-5）

積雪の水当量は、ダムの流域面積、積雪観測所の積雪深、積雪密度から試算するものであるが、日々積雪深と積雪密度は変化するため、定期的に水当量の試算を実施することとした。また、矢木沢ダムの空き容量以上に積雪の水当量がないと満水を確認できないため、空き容量に対し積雪水当量の比率が1.5以上（安全率1.5を考慮）あることとした。

最低確保水位の設定については、過去31年間（H4～R4）の4月以降のデータから、各年10日間毎の最低流入量を算出し、5/16に満水へ到達するため、その時点での必要水位を逆算し、これを最低確保水位とした。

4. 試行運用結果と振り返り

(1) R4・R5の試行運用結果

R4融雪期から試行運用した結果、R4（R4.4.11～5.7実施）は500万kwh、R5（R5.3.24～4.11実施）は910万kwhの増電となった。これは、従前の運用シミュレーションと試行運用の実績発電量の差から算出したものである。R4、R5の矢木沢ダム貯水位（試行運用結果）は図-6,7に示す。

なお、本試行によるCO₂削減量は、R4が約1.880t、R5

が約3,422tとなった。（CO2排出係数：0.376kg-CO2/kWh（2022年度））

(2) R5試行の振り返り

R5の矢木沢ダムの貯水位について、3月中旬から融雪が始まったことで貯水位が回復し、4月下旬に貯水位EL847m付近まで達したが、常時満水位（EL850m）には至らなかった。これは、4月の少雨と下流への利水補給を行ったことで補給量が増大したことによるが、満水まで回復させるため運用方法の振り返りを実施した。

試行運用の期間はR5.3.24～4.11まで実施し、4.11で運用を中止したのは、矢木沢ダム等が利水補給を開始したことによる。検証は、この期間におけるダムの空き容量と積雪水当量の比率がどのように推移したか、また比率（安全率）の設定について確認を行った。

現行の試行運用では、空き容量と積雪水当量の比率が発電活用の運用開始後に1.5以上があれば運用可となっていたが、一度運用を開始した後は確認しないものとなっていた。実際は運用期間の後半では比率1.5を下回っていたことから、改善点は日々比率の算定、及び東京電力RPとの共有を実施し、比率1.5を下回ったら運用を停止するものとして今後の運用条件の見直しを行った。

安全率の設定については、比率が1.5以上の複数パターンでシミュレーションを実施したところ、上述の空き容量と積雪水当量の日々管理を実施することで、満水もしくは満水の運用範囲内と貯水位となる結果となったことから、安全率は従前の通りとした。

5. 今後の展開／おわりに

国土交通省は、既設ダムの運用高度化による増電について、R4に国土交通省管理の6ダムで試行を行い215万kWh（一般家庭約500世帯の年間消費電力に相当、R4実績値に本試行運用は含まれていない）、R5は72ダムで約2千万kWh（同約5千世帯分・想定）の増電が図られたことを公表した。矢木沢ダムにおける融雪水を活用したダム運用による増電実績から、本試行運用の増電ポテンシャルは非常に高いものと考えられる。

今後は、試行運用の振り返りを引き続き行うとともに、官民連携の強化、積雪水当量の予測を精緻にする検討を行い、カーボンニュートラルを目指す既存ダムの更なる再生可能エネルギー導入促進を図っていく。

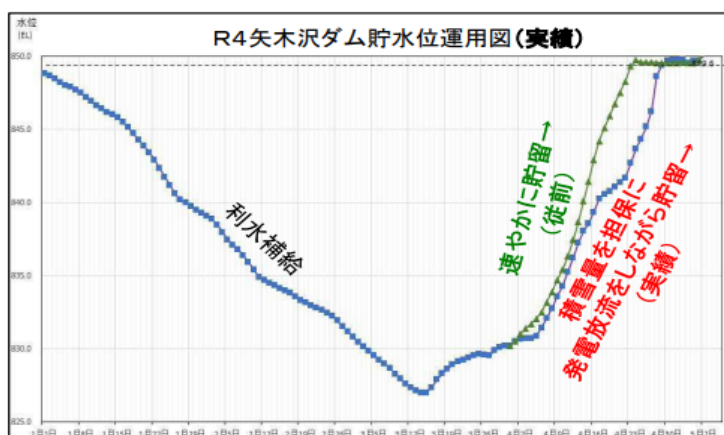


図-6 R4矢木沢ダム貯水位（試行運用結果）

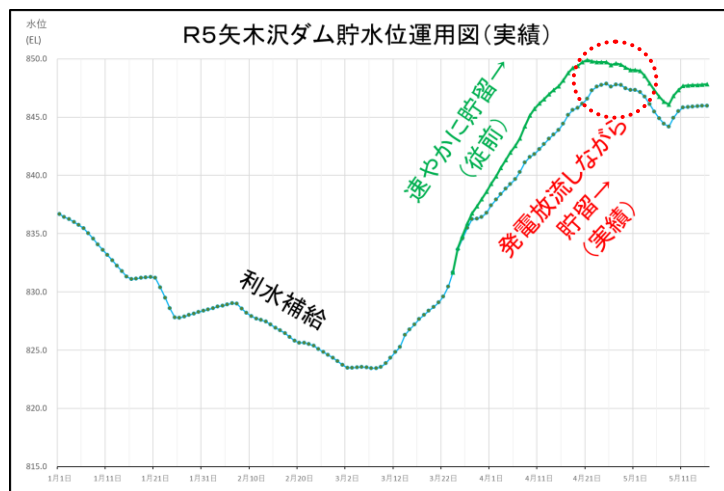


図-7 R5矢木沢ダム貯水位（試行運用結果）