

## 長時間アンサンブル降雨予測を用いた縦列に配置された多目的ダム群における ダム運用高度化に関する基礎的検討

### Basic study on advanced dam operation for cascading dams using long-term ensemble rainfall prediction

○西 琴江・角 哲也・小林 草平・Sameh Ahamed KANTOUSHU

○Kotoe NISHI, Tetuya SUMI, Sohei KOBAYASHI, Sameh Ahamed KANTOUSHU

In recent years, hybrid dams, which utilize existing dams to adapt to and mitigate climate change, have been attracting attention, but there has been a lack of research on ensemble forecasting, which enables long-term prediction, and seamless dam operation decision-making methods for hybrid dams. In this study, we evaluated an integrated dam operation decision-making method for multipurpose dams using ensemble forecasting. We showed that in order to achieve significant benefits in flood control safety and power generation through advanced dam operation, it is important to consistently perform pre-release, flood control, and post-flood release. Furthermore, by adjusting the discharge volume of upstream dams based on the storage volume of large downstream dams, operations can be carried out that achieve a win-win situation for flood control and water utilization. (127 words).

#### 1. はじめに

近年、気候変動下の治水対策において、ダムの弾力的運用の必要性が高まり、気象予測の不確実性の影響を軽減する長時間アンサンブル降雨予測（以下、アンサンブル予測）のダム運用への活用に期待が集まっている。アンサンブル予測は既存の数値予測よりも長期の予測が可能だけでなく、複数の予測メンバーの上振れ下振れを利用して、流域の治水リスク、利水リスクを把握することも可能である。しかし、アンサンブル予測を用いたダム操作決定手法の検討において、事前放流、洪水調節、高水位運用の一連のダム操作を統合させた検討が不足している。そこで本研究では、単独ダムを対象にした卒業研究に引き続き、木津川流域の縦列多目的ダム群（上流：室生，比奈知，青蓮寺ダム、下流：高山ダム=主要ダム、**図-1**）を対象に、アンサンブル降雨予測を用いた事前放流から高水位運用までのシームレスなダム操作決定手法を検討した。対象期間は、既往2位の流入量を記録した2017年10月の出水（期間①）と、洪水調節開始流量に達しなかった2023年8月の出水（期間②）である。

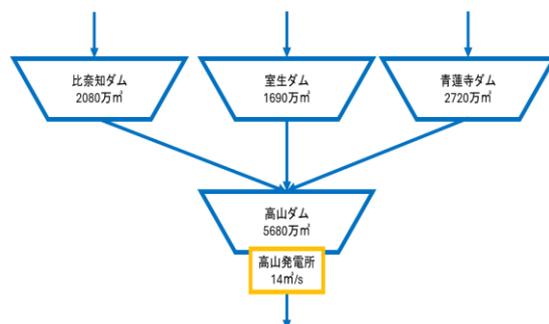


図-1 木津川流域概要図

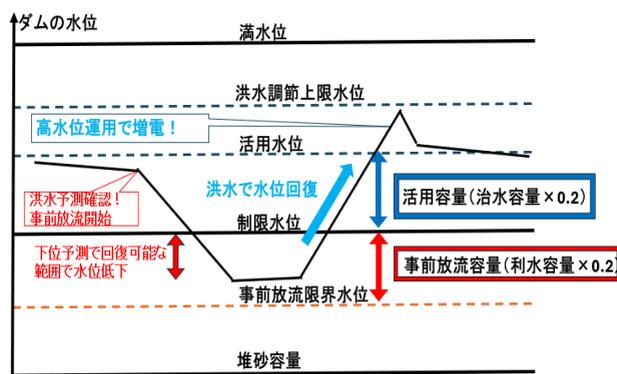


図-2 ダム水位設定概要図

#### 2. 研究手法

まず、JWAアンサンブル降雨予測（リードタイム：15日，メンバー数：51本）を用いて流出型分布モデルCOMMONMPにより高山ダムの流入量

を推定した。次に、高山ダム流入量の推定値と実測値に基づき3つの操作期を区分した。事前放流期は、ダム流入量の推定値が現行の洪水調整開始流量の3/4を超えると始まる。なお、この推定には流

域平均24時間ピーク雨量のアンサンブル予測の上位メンバー（中央値=3位）を用いた。その後、洪水調節期は、実測の流入量が現行の洪水調節開始流量の1/2を超えると始まる。その他の場合は高水位運用期とする。また、事前放流の限度水位（事前放流限界水位、利水容量の8割高さに相当）、洪水調節の上限水位（治水容量の8割高さに相当）、高水位運用の目標水位（活用水位、治水容量の2割高さに相当）の3つの基準水位を設定した。

### 3. 各タームのルール設定

#### (1) 事前放流期

事前放流については多くの先行検討が行われているため、それらを参考にルールを決定した。事前放流終了目標時刻は、24時間ピーク雨量上位メンバー（1～5位）で、高山ダム流入量推定値が現行の洪水調節開始流量を超える最早の時刻とする。回復可能量は、360時間積算雨量下位平均（46～51位）による360時間流入量、または利水容量の2割の大きい方とし、制限水位から引いて目標貯留量を求める。

#### (2) 洪水調節期

洪水調節期については、効果を検証するため、洪水調節を現行の操作と同様に行う場合、高山ダムのみで洪水調節改善を行う場合、上流ダム群を含めたすべてのダムで洪水調節改善を行う場合の3種類の検討を行った。卒業研究での単独ダムでの検討を参考に、洪水調節開始流量を現行の1/2、上限水位を治水容量の8割に相当する水位とした。放流量は、24時間ピーク雨量3位のメンバーによる流入量推定値において、一定量放流方式で洪水調節を行った際に貯留量が上限水位を超えない値を計算して決定した。

#### (3) 高水位運用期

治水、利水リスクを極端に損なうことを防ぐため、自身の貯留量が活用水位以上の時、貯留量を3日後に活用水位に低下できる放流量、制限水位未満の時、3日で制限水位に回復する放流量とする。

上流ダム群では、自身の制限水位以上活用水位以下の場合は高山ダムでの無効放流量削減、発電有効落差増大を優先するために、高山ダムが活用水位以上の場合放流量を減少させ、制限水位以下の場合放流量を増加させる。高山ダムでは、発電最大取水量または中下位平均の降雨で7日後に活用水位に回復する放流量を選択する。

表-1 高山ダム改善後の発電量と無効放流量

	期間①	期間②
実績	15.95MkWh 23.22×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	13.46MkWh 85.61×10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup>
両ダム 洪水調節なし	16.14MkWh 22.84×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	15.13MkWh 82.43×10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup>
高山ダムのみ 洪水調節あり	16.17MkWh 22.84×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	15.15MkWh 82.37×10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup>
全ダム 洪水調節あり	15.84MkWh 21.53×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	15.27MkWh 80.44×10 <sup>5</sup> m <sup>3</sup>

### 4. 結果と考察

表-1に各検討の無効放流量、発電量を示す。本研究は対象期間が15日間と短く、短期間の増電よりも、洪水をいかに有効に活用できたか判断できる無効放流量の減少量に注目すべきと考える。

両方の対象期間において、高山ダムで事前放流と高水位運用のみを行った場合よりも、洪水調節と併用して運用した場合の方が、無効放流量を削減、増電量が増加した。

また、上流ダムで洪水調節改善と高水位運用の両方を行った場合、洪水時のピーク流量が減少した影響で洪水調節終了時の有効落差が低下し、高水位運用のみを行った場合よりも増電量が減少した。一方で、無効放流量、最大放流量を削減できた。

このように、最大放流量と無効放流量を減らすためには、上流ダム群との連携は不可欠であった。また、各タームでの治水、利水リスクを総合的に判断したダム操作により、他タームでのリスクを下げたり、予測の見逃し空振りを補い合えたりすることがわかった。さらに、高度運用による治水、利水（発電）メリットを最大限生み出すには、常にアンサンブル予測を活用するシームレスなダム操作決定手法と、上下流ダムで状況に応じて連携するダム操作決定手法が必要であると考察される。

### 5. まとめ

アンサンブル予測を用いたダム操作によって、治水、利水リスクを大幅に脅かすことなく、発電量の増加、無効放流量の削減、洪水調節時の最大放流量削減などの効果が確認できた。今後全国の多様なダムで個性にあったダム操作の検討が進むことや、治水、利水リスクのとらえ方について現行にとらわれない大局的な考えの提案を期待する。