

第Ⅱ部門 関西土木工学交流発表会 多目的ダムの後期放流操作における長時間アンサンブル降雨予測活用方法に関する検討

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○西 琴江
 京都大学大学院工学研究科 学生員 岡本 悠希
 京都大学大学院工学研究科 正会員 角 哲也

1. 検討の背景と目的

近年、純国産再生可能エネルギーの水力発電と流域治水政策に注目が集まっている。事前放流と後期放流において、予測の不確実性、洪水・渇水リスク（上振れ下振れ）等を評価できる長時間アンサンブル予測の活用を進めることで、治水と利水 WIN-WIN なダム操作が可能である^①。事前放流における制度化や検討が進む一方^②、後期放流については検討が不十分である。そこで本検討は、多目的ダム後期放流操作手法における長時間アンサンブル降雨予測活用方法の検討を目的とし、治水安全性と発電増加量の観点から評価した。図-1 に事前放流と後期放流の効果のイメージ図を示す。

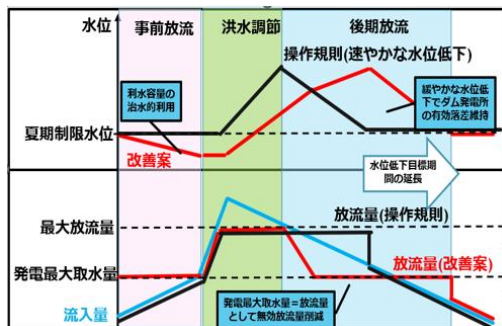


図-1 事前放流、後期放流のイメージ図

2. 検討手法

対象とした温井ダム周辺発電所群の最大取水量や収支を示す（図-2）。放流量 $16 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上で無効放流量が発生することがわかる。検討対象期間は2017年7月5日～12日と2021年8月14日～21日である。前者は、貯留量が降雨によって常時満水位以上まで上昇している一山洪水、後者は、貯留量も小規模な降雨や流入がみられる二山洪水であった。は常時満水位まで達しないものの洪水調節終了

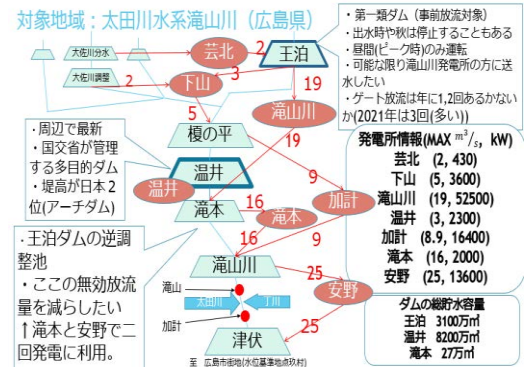


図-2 太田川水系温井ダム及び発電ダム群

後本検討では、JWA アンサンブル（15日間、51メンバー、5km解像度）を使用した。これを洪水調節終了7日後（以下「目標日時」）までの累積降雨量で順位付けし、①上位1～5位の予測メンバー（上位予測）を個別に使用、②上位1～5位の予測メンバーの平均を使用、③予測メンバー全体の平均を使用、という3つの使用方法を検討する。流出計算には洪水シミュレータ DioVISTA/Flood（(株)日立パワーソリューションズ）のキネマティックウェーブモデルを利用した。

放流パターンは、温井ダムの計画最大放流量の1/2の $200 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下を対象とし、流入量が $200 \sim 400 \text{ m}^3/\text{s}$ の時は放流量＝流入量、 $400 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上時は放流量＝ $400 \text{ m}^3/\text{s}$ とし、流入量が $200 \text{ m}^3/\text{s}$ 未満時の放流量を $16 \text{ m}^3/\text{s}$ から $20, 30 \sim 150 \text{ m}^3/\text{s}$ と変え、計15種類設定した。この中から、①目標日時の貯留量の夏期制限水位への到達（治水安全性確保）が見込まれ、②無効放流量を削減（水力発電量増加）にできるだけ貢献する放流パターンを、洪水調節終了直後の予測提供日時から目標日時まで、24時間おきに最新の予測によって更新する。

3. 結果と考察

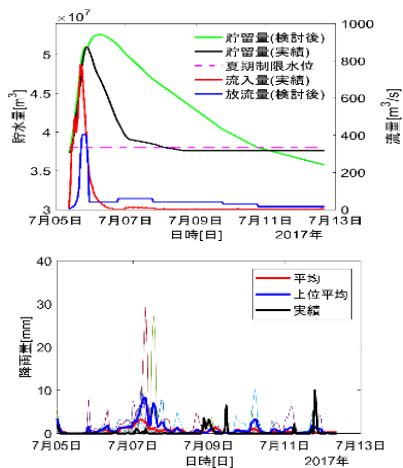


図-3 2017 年ダム操作（予測平均）と予測

図-3, 4に各対象期間で最も相応な操作決定できた操作結果と対象期間初日の予測の一部（上位予測, 上位予測の平均, 予測全体の平均）を示す。

2017 年 7 月 5 日の予測では, 上位予測平均と予測平均の差が小さく, 7 日間積算雨量の分散が 1959.3 であった。一方 2021 年 8 月 14 日の予測では予測平均と上位予測平均の差が大きく, 7 日間積算雨量の分散は 8502.8 であった。また, 8 月 20 日には上位予測以上の降雨が発生している。

2017 年の対象期間では, 予測平均を使用した場合, 段階的に放流量を減らし, 実績の貯留量 (黒) よりもなだらかに (緑), 貯留量低下を実現できた。また, 温井発電所 (4.4%増加) と下流の複数の発電所で発電量増加が見込まれた。しかし, 上位予測を用いた場合, 予測の空振りにより, 無効放流量削減が限定的かつ目標日時の貯留量が夏期制限水位に回復しなかった。

一方で, 2021 年の対象期間で上位予測を用いた場合, 空振り予測によって貯留量を夏期制限水位以下に低下させていたため, 予測にない降雨が発生しても夏期制限水位を大きく超えずに目標日時を迎えられているが, 発電量増加は限定的であった。また, 予測平均を用いた場合, 比較的緩やかに貯留量を低下できたものの, 予測にない降雨で目標日時の貯留量が夏期制限水位を大きく超える結果となり, 治水安全性に課題が残った。

以上のことから, 予測のばらつき (積算雨量の分散値) が小さい場合は (不確実性: 低) 過剰予測の影響を受けにくい予測平均を, ばらつきが大きい場

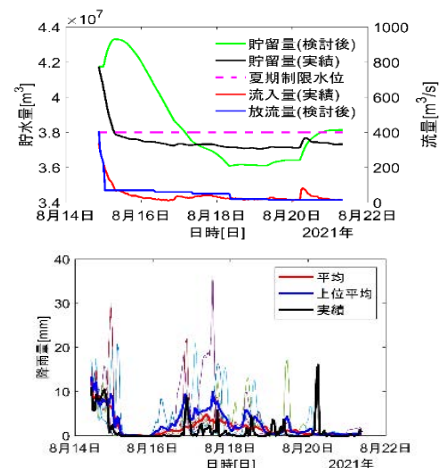


図-4 2021 年ダム操作（上位予測）と予測

合 (不確実性: 高) は安全性確保に重点を置いた上位予測を使用することで, 治水と利水にバランスよく配慮した操作を決定できると考える。

4. 結論と今後の課題

本検討で, 長時間アンサンブル降雨予測の多目的ダム後期放流操作への活用で, 洪水終了後のダム貯留量低下期間を延長し, 治水利水双方に配慮したダム操作が可能であること, 予測活用方法によって治水リスクと発電メリットのバランスが変化し, 発電増加量や目標日時の貯留量に相違が生じることが示された。より WIN-WIN の操作を目指すため, 定量化した「予測不確実性の評価指標」「洪水, 渇水リスクの確率的評価」「降雨発生確率」等のダム操作決定手法フローへの反映方法の検討, 事前放流と後期放流を連続的にできる操作規則の検討, 縦列ダム群一体での検討などが必要である。また, 本検討では降雨予測を用いて予測を評価したが, ダム流入量に変換した予測の活用検討も行いたい。

5. 参考文献

- (1) 猪股 広典, 川崎 将生, 後藤 祐輔, 増田 有俊, 荒木 千博, 荒木 孝之. アンサンブル予測雨量のダム洪水調節操作への適用に関する研究. 水文・水資源学会誌 J. Japan Soc. Hydrol. and Water Resour. Vol. 28, No.6, Nov. 2015.
- (2) 岡本 悠希, 小柴 孝太, Mohamed SABER, 竹門 康弘, Sameh KANTOUSH, 角 哲也, 大井川における利水ダムを含む縦列ダム群の洪水防災操作に関する研究, 土木学会論文集 B1(水工学) Vol. 78, No. 2, I_1243-I_1248, 2022.