

# 水力発電ダムの貯水池運用における長時間アンサンブル降雨予測の適用検討 Application Study of Long-term Ensemble Rainfall Forecasts in Hydroelectric Dam Reservoir Operations

○阿部 卓也・岡本 悠希  
○Takuya ABE, Yuki OKAMOTO

This study explores methods to enhance the accuracy of simulations and the effect of increased electricity generation compared to previously proposed methods by using the model that considers actual operations and employs long-term ensemble rainfall forecasts for dam reservoir operations. Improvements to the model allowed for the construction of the model that considers real operations, exemplified by a power generation calculation that uses operational constraints of power plants and actual inflow volumes. Additionally, by extending the forecast lead time from the conventional 5 days to 7 days and evaluating the increase in power generation, it was confirmed that the increase in power generation during the implementation of advanced operation was improved by 2 times compared to the actual data for the 6-year data. (123 words)

## 1. はじめに

カーボンニュートラルの実現に向け、水力発電の増電が求められている。増電を実現する方法の1つとして、複数シナリオを予測できる長時間アンサンブル降雨予測を貯水池運用に活用する検討が行われている。筆者らも既往研究<sup>1)</sup>において、長時間アンサンブル降雨予測(予測15日間)の内、予測先行時間として5日間を使用し、**図-1**に示すような①早期水位低下、②上限緩和による早期貯水等を行う貯水池の高度運用についてシミュレーションを行い、従来の3日前予測を使用したケースに比べ発電量が4%程度増加することを示した。

長時間アンサンブル降雨予測の活用を考える上で、予測先行時間の設定日数の影響を評価する必要がある。そこで本研究では予測期間を若干延長して増電効果の目安を得ることとし、シミュレーション手法についても実運用に近づける改良を加えたモデルを使用して増電効果について検討した。

## 2. 研究内容

本研究で対象とした大井川水系には、上流に大規模貯水池を有する2つのダム(畑薙第一ダム・井川ダム)が存在し、下流に当社の発電所が縦列に配置されている。上流の貯水池を最大限活用することで、水系全体の増電が期待されるため研究対象とした(**図-2**)。

本研究では、日本気象協会が提供するJWAアンサンブル降雨予測(予測15日間)を使用した。予測先行時間を長く設定しすぎると予測の不確実性

の増加が懸念されるため、予測先行時間と総雨量の精度を検討した先行研究<sup>2)</sup>にて総雨量比70%~130%以内の事例数が半数以上であった5日間と7日間を使用した。先行研究<sup>2)</sup>では**表-1**に示すように、畑薙第一ダム流域において、流入量ピーク時から逆算した初期時刻からピーク後2日間を加えた期間の予測総雨量と、同期間における実績総雨量との比を求め、10事例(2017~2020年)の予測精度を評価した。

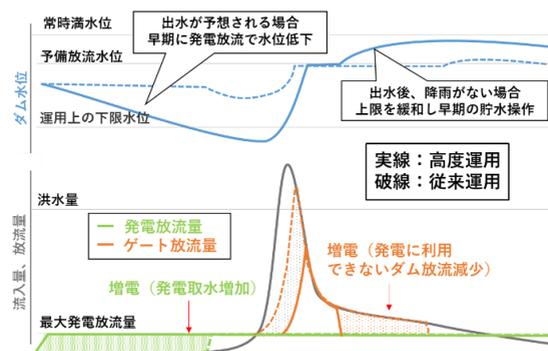


図-1 貯水池高度運用のイメージ



図-2 対象発電所

表-1 予測先行時間と総雨量の予測精度の比較

凡例	実績総雨量 (mm)	中上位(6~15位)平均 総雨量比(%)				
		3日前 (5日間)	5日前 (7日間)	7日前 (9日間)	10日前 (12日間)	13日前 (15日間)
1	263	108	103	91	80	59
2	251	83	51	16	24	50
3	353	96	84	48	46	52
4	272	93	98	87	71	70
5	77	117	117	157	155	166
6	225	103	59	116	112	158
7	16	432	206	173	223	170
8	282	143	128	92	40	45
9	373	98	78	68	59	75
10	194	47	28	40	60	64
平均(1~10)	231	132	95	89	87	91

シミュレーションでは、アンサンブル降雨予測を使用して予測先行期間の流入量を予測し、あらかじめ設定した6段階の発電放流計画から一定のロジックに基づき翌日の発電放流計画を決定する。発電放流計画に基づいて決定した2つのダム放流計画値と、実績雨量から算出した実況流入量から次の予測時刻のダム水位と発電量を計算する。これを対象期間の間繰り返して、最終時刻の貯水量を考慮した対象期間の合計発電量を計算した。

シミュレーション手法を実運用に近づけた条件で検討を行うためのモデルの改良は、表-2に示す項目に対し行った。発電計画ロジックにおいて、判断条件を7個から18個に増やすとともに、ダム式発電所の発電量の計算にダム水位を考慮することで、ダムの落差を反映した発電量の算出を可能とした。さらに、実況計算に流入量の観測値を使用することで、ダム流入量・支流取水量計算における流出計算誤差が減少し、シミュレーションの精度が向上した。

### 3. 貯水池高度運用による増電効果の検証

改良したモデルを使用して表-3に示す2ケースのシミュレーションを実施した。対象年は6年間(2018年~2023年)である。Case1と予測先行時間を7日としたCase2を比較すると、予測先行時間を5日から7日に延長することで、実績値に対する発電量の増加分が約2倍になった。

予測先行時間の違いによるダム水位の比較結果を図-3に示す。5日と7日を比較すると、7日先までの予測情報を使用した場合のほうがより水位を下げる事ができている。また、長時間の予測情報を使用することで、降雨が予測されない出水(図-3 10/1)後に貯水を行い、洪水吐ゲートからの放流を減少させることで増電につながった。

表-2 モデルの主な改良点

項目	改良前	改良後
発電放流計画決定ロジック	7個の条件により計画決定	18個の条件により計画決定
ダム式発電所発電量計算	電水比×使用水量のみ	電水比×使用水量にダム水位を考慮
実況計算時流入量算出	実績雨量、流出モデルから算出	流入量観測値から算出

※電水比=最大出力/最大使用水量

表-3 貯水池高度運用による増電効果

ケース	予測先行時間	平均発電量実績差
Case1	5日間	+7GWh
Case2	7日間	+15GWh

※2018~2023年の出水期(6/1~10/31)を対象

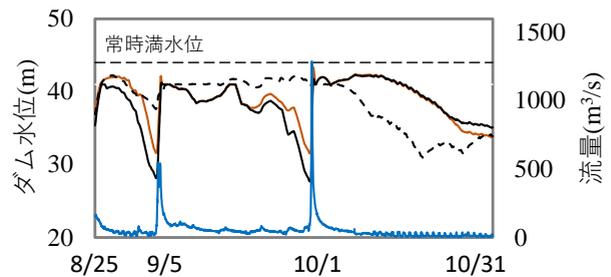
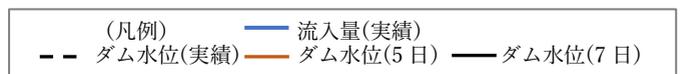


図-3 予測先行時間によるダム水位の比較

### 4. まとめ

本研究では、実運用に近づけた貯水池運用シミュレーションモデルを用いて、長時間アンサンブル降雨予測を適用して増電効果を向上させる方法を検討した。予測先行時間を5日から7日に延長した結果、実績値に対して増電量が2倍程度向上することを明らかにした。予測先行時間を延長すると効果的な水位低下が可能になる一方、予測の不確実性が増すため、最適な予測先行時間等についての検討は今後の課題である。

### 参考文献

- 1) 阿部卓也、山田浩司：「長期アンサンブル降雨予測情報の発電用ダム貯水池の運用高度化への適用検討」第12回東アジア地域ダム会議(EADC)名古屋発表論文大ダム会誌第268号(発行年月 2024年7月)
- 2) 阿部卓也、山田浩司、佐藤正俊：「大井川上流域における長時間アンサンブル降雨予測の精度特性の検討」土木学会「令和5年度土木学会全国大会講演会口頭発表」(発行年月 2023年9月)