

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○西岡 佑弥
京都大学防災研究所 正会員 堀 智晴

京都大学防災研究所 正会員 野原 大督
愛媛大学農学部生物資源学科 正会員 佐藤 嘉展

1. 序論

近年、河川の氾濫などの水災害に対して、ダム貯水池等の既存の防災施設の運用効率を高めることで、治水安全度を高めることが重要視されている。多目的ダムにおいて限られた容量を有効に活用する治水操作のひとつに予備放流方式による洪水調節操作があるが、予測情報に頼るところが大きく、予測が大きく外れた場合には治水効果が期待できない、あるいは洪水後に水位が回復できないなどの危険性が生じてしまう。予備放流操作を行う際には、予測の不確実性を考慮し、また、洪水前の段階において洪水後の水位回復まで見通した予測を行い、予備放流操作の実施判断に反映させることが重要であると考えられる。

そこで、著者らは、予測に含まれる不確実性の評価が期待でき、さらに出水前の段階から洪水の通減期間を予測できるリードタイムを持つ週間アンサンブル予測を活用した治水操作支援手法の開発に取り組んでいる。本稿では、その基礎的検討として、週間アンサンブル降水予測情報を用いたダム貯水池の予備放流の実施判断手順の開発に関する検討結果を報告する。

2. 週間アンサンブル予測の概要

本研究では気象庁の週間アンサンブル降水量予測を用いる。使用データは一般財団法人気象業務支援センターが提供し、地球流体電脳倶楽部が蓄積している週間アンサンブル数値予測 GPV を用いた。表 1 に週間アンサンブル降水予測データの基本仕様を示す。

3. ダム貯水池の将来状態量の予測方法

始めにアンサンブル降水予測情報を予測流入量に変換する。そのためにまず週間アンサンブル降水予測 GPV を説明変数、地上降水量値を被説明変数とする重回帰式を用いて地上降水量のアンサンブル予測値を推定する。続いて、京都大学防災研究所の小尻ら¹⁾が開発した分布型流出モデル Hydro-BEAM (Hydrological River Basin Environment Assessment Model) に地上降水量

表 1 週間アンサンブル数値予測 GPV の仕様

One-week Ensemble Forecast (Japan Area)	
Latitudinal range	22.5°N- 71.25°N
Longitudinal range	90°E- 180°E
Spatial resolution	1.25°grid
Temporal range	192 hours
Temporal resolution	6 hours
Update frequency	1 day
Number of members	51

の予測値を入力しアンサンブル予測流入量へと変換する。ここでは流域を 1km 四方のメッシュの集合で表現し、各メッシュにおいて kinematic wave モデルおよびタンクモデルによって流水を追跡する。さらに、51 の各流入量予測のメンバについて、その予測が起こった場合に実施される操作をシミュレーションすることで、対象ダムの将来状態量を 51 通り推定する。

4. 適用と考察

那賀川水系長安口ダムを対象に適用を行った。長安口ダムでは予備放流操作に関して、

- 1) 現在流入量が $70\text{m}^3/\text{s}$ 以上で、なお降雨が予測されるとき、水位を EL.222.7m まで低下させる
- 2) $500\text{m}^3/\text{s}$ を超える流入量が予測されるとき、EL219.7m まで低下させる

という 2 つの実施基準を設けており²⁾、本研究でもこれに従い予備放流のシミュレーションを行った。図 1、図 2 に 2012 年の出水事例について推定した流入量予測と貯水量予測の一例を示す。流入量予測については、降水量予測 GPV が過小評価であったためか、図 1 に例を示すように、全体的に予測が真値に比べて過小であった。また、出水のピークを捉える予測メンバが存在する事例も見受けられたが、予測のアンサンブル平均は真値を下回っていた。貯水量の予測では、図 2 に示すように、流入量に表れていたばらつきが、予備放流操作を通すことで、貯水量では 2 通りに集約・分岐する様子が確認できた。図 2 では、第 1 基準の予備放流は 48 個の予報メンバが実施し、第 2 基準の予備放流は 3 個のメンバが実施していた。この予測結果を

考慮して操作を行う場合、メンバ数の比率から考えると第1基準が妥当であると考えられるが、図1に示すように、実際には流入量予測は過小評価で、第2基準の予備放流の実施が適当であった。こうした結果から、発生確率が大きくないと予測される状態についても、そうした理由だけで考慮しないことが危険であることが示された。それゆえ、発生確率の小さい予測状態も考慮した予備放流の実施判断が必要であると考えられる。

続いて、分析結果を基に以下の予備放流操作の実施判断手順を考え、2012年の4つの出水事例について実操作シミュレーションを行った。

- ピーク流入量・総流入量それぞれについて、
- 1) 最大の予報メンバを考慮する操作
 - 2) 12番目に大きい予報メンバを考慮する操作
 - 3) 39番目に大きい予報メンバを考慮する操作
 - 4) 最小の予報メンバを考慮する操作

また、確定的な予報との比較として、予測流入量のアンサンブル平均を考慮した操作についても検討した。評価にあたっては、実施された予備放流は適切であったか、洪水到達前に放流は完了できたか、水位回復は行えたかの3点に着目した。表2に操作シミュレーションの結果の例を示す。

シミュレーションの結果、治水面の安全を考慮する場合には、予測が全体的に過小傾向であったことから、4事例中3事例において適切な放流が行えていた、ピーク流量が第1位の予報メンバを考慮する場合が有効であるという結果が得られた。利水面について

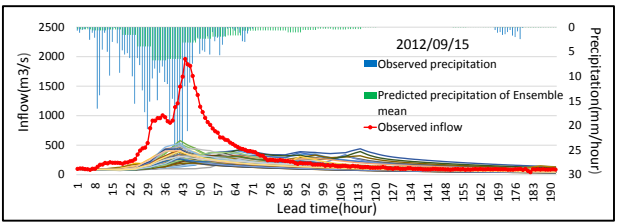


図1 2012年9月15日における流入量予測

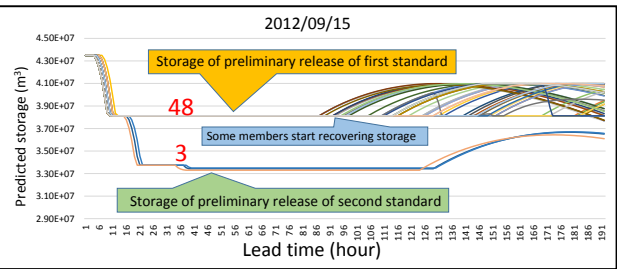


図2 2012年9月15日における貯水量予測

表 2(a) シミュレーション結果例 (9月15日)

Predicted variables	2012/9/15			
	Number of member	Stage of preliminary release	Preliminary release completed before flood arrival	Recovery of storage
Peak inflow predicted	1st	2	Completed	Recovered
	12th	1 (incorrect)	Not completed	Recovered
	39th	1 (incorrect)	Not completed	Recovered
	51th	1 (incorrect)	Not completed	Recovered
Total inflow amount predicted	1st	1 (incorrect)	Not completed	Recovered
	12th	1 (incorrect)	Not completed	Recovered
	39th	1 (incorrect)	Not completed	Recovered
	51th	1 (incorrect)	Not completed	Recovered
Ensemble mean		1 (incorrect)	Not completed	Recovered

表 2(b) シミュレーション結果例 (9月28日)

Predicted variables	2012/9/28			
	Number of member	Stage of preliminary release	Preliminary release completed before flood arrival	Recovery of storage
Peak inflow predicted	1st	2 (incorrect)	Completed	Not recovered
	12th	1	Completed	Recovered
	39th	1	Completed	Recovered
	51th	1	Completed	Recovered
Total inflow amount predicted	1st	2 (incorrect)	Completed	Not recovered
	12th	1	Completed	Recovered
	39th	1	Completed	Recovered
	51th	1	Completed	Recovered
Ensemble mean		1	Completed	Recovered

は、ピークおよび総流入量が第1位のメンバに着目した場合に水位が回復できない場合が1事例(表2(b))で見受けられたが、分析事例が少なく、また、予測が過小であったこともあり、これら以外に水位が回復できない結果が得られなかったため、有効な判断基準を見出すことができず、今後の課題としたい。

5. 結論

本研究では、気象庁週間アンサンブル降水量予報を用いて対象ダム貯水池への流入量と将来状態量の予測を行い、流入量予測のばらつきが将来のダム状態の推定値にどのように現れるのかを分析した。また、分析結果を基に予備放流操作の実施判断手順を作成し、実流入量に対して操作シミュレーションを行った。治水面では予測が過小であったこともあり、ピーク流入量が一番大きい予報メンバを考慮することが有効であることが示された。一方で、利水面では有効な基準を見出すことができなかった。今後の課題として、予報GPVに補正を施して過小評価の影響を減少させること、全予報メンバを総合的に考慮した、より有効な実施判断手順を検討することなどが考えられる。

参考文献

[1] 小尻利治他, シミュレーションモデルによる流域環境評価手順の開発, 京都大学防災研究所年報, 第41号, B-2, pp.119-134, 1998

[2] 鶴飼裕士, 長安ロダムの操作運用の取り組みと洪水調節実績についての報告, 四国地方整備局, 那賀川河川事務所