



ダム流域を対象としたアンサンブル降雨予測の予測時間帯別精度評価

ACCURACY EVALUATION OF ENSEMBLE RAINFALL FORECAST FOR DAM BASIN BY LEAD TIME

一般財団法人日本気象協会 ○山路 昭彦・道広 有理・木谷 和大



1. 背景と目的

- ・近年激甚化・頻発化する洪水被害を軽減すべく、2020年4月に「事前放流ガイドライン」が策定され、全国の既設ダムが治水機能を最大限発揮することが求められている。
- ・事前放流ガイドラインで利用が推奨されている気象庁ガイダンス予測は、最大84時間先までであり、更に長期間の降雨予測情報を活用する取り組みが進められている。
- ・本研究では、15日先までの予測情報である「長時間アンサンブル降雨予測情報」を対象として予測期間の違いによる予測精度の変化を定量的に評価し、予測情報の適用性について明らかにすることを目的とした。

2. 検証対象のダム流域

- ・アンサンブル予測活用の全国ダムへの展開、地域による降雨予測特性の違いを考慮
- ・アンサンブル予測導入を検討している全国の7ダム流域を選定

表1 検証対象としたダム流域の概要

ダム流域名	流域面積 (km ²)	計画高水流量 (m ³ /s)	有効貯水容量 (万m ³)	洪水調節容量 (万m ³)
十勝ダム	592	1,800	8,800	8,000
四十四田ダム	1,196	1,350	3,550	3,390
小河内ダム	263	—	18,540	—
岩屋ダム	265	2,400	15,000	5,000
日吉ダム	290	1,510	5,800	4,200
早明浦ダム	472	4,700	28,900	9,700
鶴田ダム	805	4,500	9,800	9,800



図1 検証対象としたダム流域の位置図

3. 使用データと検証方法

a) 長時間アンサンブル降雨予測データ

- ・ECMWF（欧州中期予報センター）のアンサンブルデータに対して頻度バイアス補正と深層学習に基づくダウンスケーリングを適用して高解像度化
- ・51メンバーの14日先までの予測雨量を2日間毎に積算し、2日間雨量の大きい順に1～5位、6～15位、47～51位の平均値を上位・中位・下位予測とする

b) 気象庁ガイダンス降雨予測データ

- ・事前放流ガイドラインで利用が推奨されているもので、MSM、GSMを予測時間の前後で組み合わせて使用

c) 解析雨量データ

- ・1km格子、1時間雨量を2日間積算して実況雨量として使用

d) 検証対象期間

- ・2017年～2023年の4月～10月、1日2回の予測、14日先まで（2日間雨量）

e) 予測精度の評価指標

- ・相関係数、2乗平均平方根誤差（RMSE）、総雨量比（予測／実況）の3種類

表2 長時間アンサンブル降雨予測データの概要

項目	長時間アンサンブル降雨予測データ	ECMWFアンサンブル（元データ）
格子解像度	日本域 約5km	全球 0.25°（約25km）
予報時間	15日先	15日先
出力時間間隔	1時間	3時間
発表頻度	2回/日	2回/日
メンバー数	51メンバー	51メンバー

表3 MSMガイダンス及びGSMガイダンスの諸元

項目	MSMガイダンス	GSMガイダンス
格子解像度	5km	20km
予報時間	39時間	84時間
出力時間間隔	3時間	3時間
発表頻度	8回/日	4回/日

4. 上位・中位・下位予測の精度

- ・岩屋ダム流域の上位・中位・下位予測を比較したところ、相関係数、RMSEともにほぼ全ての予測期間で中位予測の精度が最も高いことがわかった。
- ・他のダム流域においても同様に中位予測が最も良好であった。

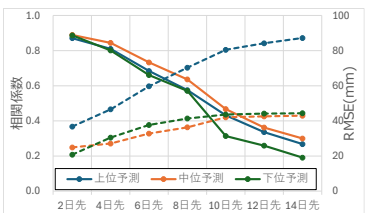


図2 アンサンブル上・中・下位予測の精度比較(岩屋ダム)

※) 実線：相関係数、破線：RMSE

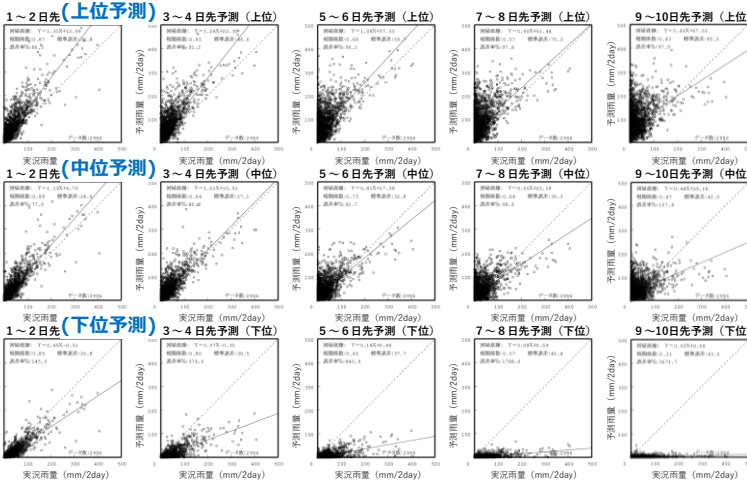


図3 岩屋ダム流域における10日先までの長時間アンサンブル上・中・下位予測雨量と実況雨量の散布図

5. 長時間アンサンブル予測の精度検証

a) 相関係数

- ・予測期間が長くなるとともに相関係数は単調に低下し、2日先の0.79～0.89から8日先では0.42～0.64へ、さらに14日先では0.09～0.30となった。
- ・ダム流域別では、岩屋ダムが最も高く、次いで十勝ダム、四十四田ダム、小河内ダムが最も低い結果となった。

b) RMSE

- ・予測期間が長くなるとともにRMSEは単調に増加し、2日先で10.6～32.8mmから8日先では18.5～46.5mm、10日先以降は増加量が小さく、14日先にかけて頭打ちに
- ・地域別では、北海道・東北地方の十勝ダム、四十四田ダムでは小さく、四国・九州地方の早明浦ダム、鶴田ダムでは大きくなっていった。これは、北海道・東北では実況雨量が小さく、四国・九州では大きいことに起因していると考えられる。

c) 総雨量比

- ・総雨量比は、1.16～2.38の範囲にあり全てのダム流域で過大傾向となった。
- ・十勝ダムでは8日先以降は2.0を超えて過大傾向が顕著であるが、これは実況雨量が小さい中で雨量比をとっていることが原因であると考えられる。
- ・一方、早明浦ダム、鶴田ダムでは総雨量比が1.3前後と最も小さかった。

表4 アンサンブル中位予測の予測期間別の相関係数

	十勝	四十四田	小河内	岩屋	日吉	早明浦	鶴田
2日先	0.86	0.86	0.80	0.89	0.82	0.79	0.82
4日先	0.78	0.77	0.74	0.84	0.76	0.76	0.72
6日先	0.65	0.67	0.59	0.73	0.60	0.64	0.61
8日先	0.46	0.51	0.42	0.64	0.43	0.52	0.49
10日先	0.33	0.36	0.21	0.47	0.27	0.34	0.36
12日先	0.27	0.25	0.14	0.36	0.16	0.21	0.27
14日先	0.22	0.17	0.09	0.30	0.11	0.14	0.23

※) 相関係数 0.4 以上にピンク色のハッチを施した

■相関係数

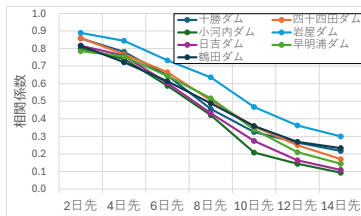


図4 アンサンブル中位予測の予測期間別の相関係数

表5 アンサンブル中位予測の予測期間別のRMSE (mm)

	十勝	四十四田	小河内	岩屋	日吉	早明浦	鶴田
2日先	11.7	10.6	20.7	24.9	21.7	32.8	29.3
4日先	14.1	13.5	22.8	27.1	24.0	35.1	37.4
6日先	17.6	16.3	25.5	32.8	28.7	44.4	44.8
8日先	21.8	18.5	28.2	36.3	31.3	44.6	46.5
10日先	23.5	20.1	32.3	42.0	33.6	49.2	49.6
12日先	23.2	20.3	30.5	42.6	33.5	51.2	51.0
14日先	23.9	20.6	30.0	43.0	33.7	51.7	50.9

■RMSE

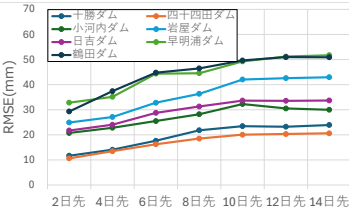


図5 アンサンブル中位予測の予測期間別のRMSE

■総雨量比

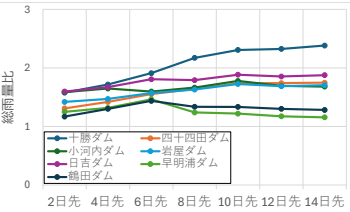


図6 アンサンブル中位予測の予測期間別の総雨量比

6. 気象庁ガイダンスとの比較

- ・気象庁ガイダンス予測と長時間アンサンブルの中位予測の2日先までの積算雨量の予測精度を比較した。
- ・いずれのダム流域においても、長時間アンサンブルと気象庁ガイダンスの相関係数はほぼ同等で差はほとんどみられなかった。RMSEは長時間アンサンブル予測の方がやや大きな値となっていたがその差は小さかった。
- ・気象庁ガイダンス予測は、事前放流ガイドラインの中で利用が推奨されているとおり、一定の予測精度が認められたデータであることから、同等の予測精度が確認できた長時間アンサンブル予測の直近の予測精度は優れているといえる。

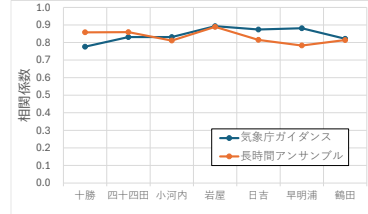
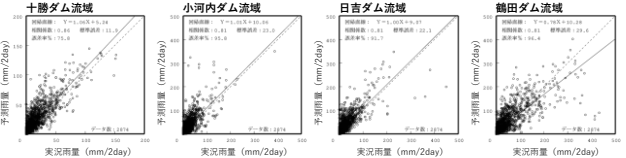


図7 アンサンブル中位予測とガイダンスの比較（相関係数）

■長時間アンサンブル（中位予測）



■気象庁ガイダンス

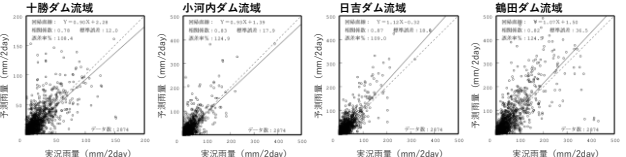


図8 長時間アンサンブルの中位予測と気象庁ガイダンス予測の予測精度の比較（2日先までの48時間積算雨量）

7. まとめ

a) 結論

- ・長時間アンサンブルの上位・中位・下位予測を比較したところ、相関係数、RMSEともにほぼ全てのダム流域、予測期間で中位予測の精度が最も高いことがわかった。
- ・中位予測の相関係数は予測期間が長くなるとともに単調に低下し、2日先では0.79～0.89、8日先では0.42～0.64、さらに14日先では0.09～0.30となった。岩屋ダム流域の相関係数が特に高く、他の6ダム流域の間では大きな違いはなかった。
- ・中位予測のRMSEは各ダム流域とも10日先までは単調に増加し、それ以降の増加は小さく14日先にかけて頭打ちとなった。RMSEは東日本の十勝ダム流域及び四十四田ダム流域では小さく、西日本の早明浦流域ダム及び鶴田ダム流域では大きい傾向であった。
- ・中位予測の総雨量比は1.16～2.38の範囲にあり全てのダム流域で過大傾向となった。特に十勝ダム流域では2.0を超えており過大傾向が顕著であった。
- ・気象庁ガイダンス予測と長時間アンサンブル予測の2日先までの予測精度を比較したところ、ほぼ同等の精度であり長時間アンサンブル予測の精度は直近でも十分に確保されていることがわかった。

- ・**全てのダム流域の相関係数が0.4を超えるのは8日先までであり、情報提供までの時間差を考慮すれば、実質的には7日先までが定量的な利用が可能な期間の目安となると考えられる。**

b) 今後の課題

- ・気象条件やその他の条件と予測精度の関連性について明らかにし、予測雨量の有効活用に資する必要がある。
- ・各地のダム流域によって要求される予測精度は異なるはずで、それぞれのニーズに応じた精度評価を実施するべきである。
- ・バイアス補正方法やアンサンブルの順位選択方法を最適化することにより予測雨量の過大傾向を改善する必要がある。