

河川技術シンポジウム
2026年 6月19日



降雨継続時間を考慮した長時間アンサンブル 降雨予測活用方法の検討

一般財団法人日本気象協会
道広 有理 ・ 山路 昭彦



1 はじめに

- 令和2年4月に**事前放流ガイドライン**が策定され、国内のダムはMSM/GSMガイダンスの予測雨量を用いて事前放流の実施を開始。この予測は最大84時間先までと短いことや、当たり外れの変動が大きいなど、課題もある。また、基準として設定されている降雨継続時間に幅があるが、一般的に3~12時間スケールの局地的な大雨の予測は難しい。

事前放流の基準雨量における降雨継続時間

降雨継続時間	北海道	東北	関東	北陸	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄
3,6	0%	77%	0%	0%	1%	3%	36%	66%	91%	0%
9,12	1%	7%	0%	4%	7%	3%	10%	11%	7%	0%
24	24%	9%	29%	27%	19%	57%	17%	23%	1%	100%
33,36,39	0%	0%	0%	0%	3%	1%	25%	0%	0%	0%
48	10%	7%	71%	69%	70%	18%	2%	0%	0%	0%
72	65%	0%	0%	0%	0%	18%	10%	0%	0%	0%
ダム数	149	179	129	206	104	101	115	79	268	18



事前放流の基準雨量
→ 数時間スケール的大雨

- 筆者らは、**SIP**（スーパー台風被害予測システムの開発）や**BRIDGE**（ダム運用高度化による流域治水能力向上と再生可能エネルギー増強の加速化プロジェクト）において、**長時間アンサンブル予測を活用したダムの高度運用**を検討。
- 本研究では、**全国のダム流域を対象に降雨継続時間に着目した降雨予測の精度評価**を行い、長時間アンサンブル降雨予測について、降雨継続時間に応じた予測情報の適切な活用方法を明らかにする。

2 対象ダムと使用データ

■ 対象とした12ダム



■ 降雨予測データ

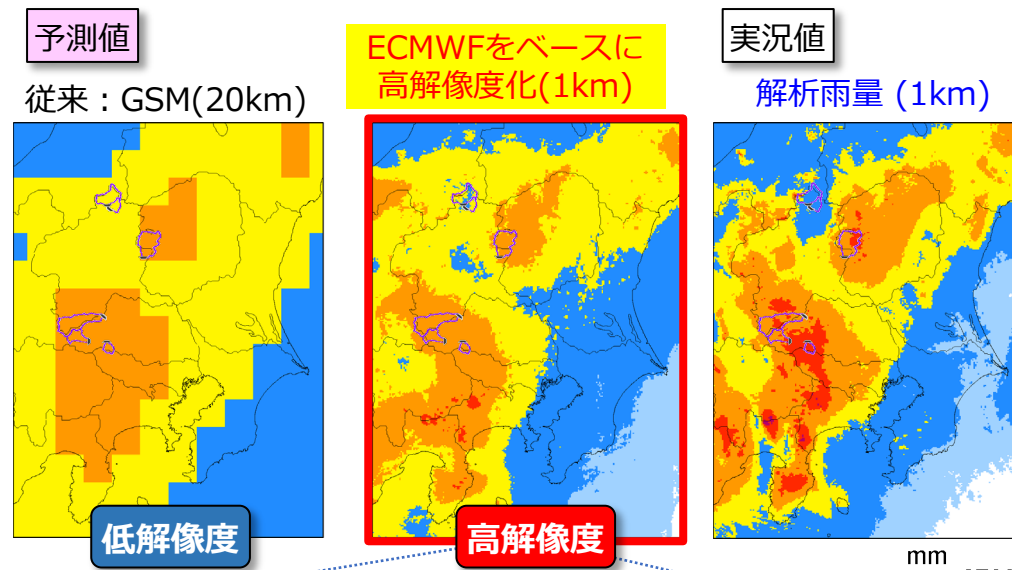
- ✓ ECMWF（欧州中期予報センター）のアンサンブル予報をベースに時空間方向に高解像度化して利用。**51メンバー・15日先までの長時間アンサンブル降雨予測**を作成。
- ✓ ガイダンスによる降雨予測（MSMガイダンスにGSMガイダンスを連結）も比較検証のために利用。

■ 長時間アンサンブル予測：高解像度化の適用例

- ・ 教師データは解析雨量（1kmメッシュ）
- ・ 15日先までの予測データを1時間雨量に変換
- ・ 1km格子に高解像度化（ダウンスケーリング）

台風19号による大雨に対する予測：

＜10月10日21時～10月14日9時までの84時間積算雨量＞



AIを用いたダウンスケーリング技術

- ✓ 深層学習等により、過去の解析雨量（解像度1km格子）を学習。
- ✓ 図中の1km格子は技術例。本研究では、10km格子・3時間雨量のECMWFデータを、**5km格子・1時間雨量**に高解像度化したものを使用。

3-1 解析方法：降雨データ

■ 対象期間

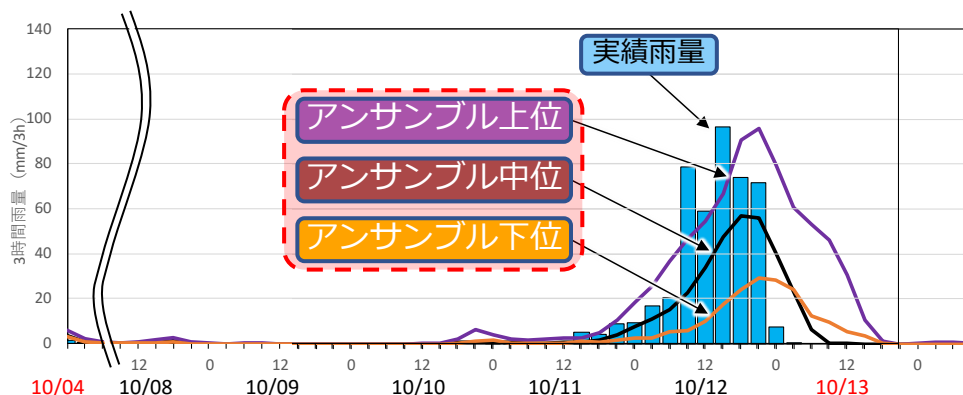
7年間（2017～2023年）の出水期（4/1～10/31）

1日2回更新の降雨予測データを対象
総データ数：2,996

■ 降雨データの整理方法

名称	計算方法	備考
長時間アンサンブル	A：メンバーごとの予測 51メンバーそれぞれについて5日先までを対象に降雨継続時間（3～72時間）に応じた最大雨量を算出 B：上位予測 5日先までの予測雨量を積算した5日間雨量で順位付けし，大きい順に1～5位のメンバーを平均した時系列データを作成した上で，降雨継続時間（3～72時間）に応じた最大雨量を算出	5日先予測値
気象庁ガイダンス	39時間先までMSM，それ以降をGSMで連結した84時間先までのデータについて降雨継続時間（3～72時間）に応じた最大雨量を算出 ※長時間アンサンブルとデータ数をあわせるため1日2回の予測を対象	84時間（約3日）先予測値
解析雨量	予測開始時刻毎に84時間先および5日先までの降雨継続時間（3～72時間）に応じた実績の最大雨量を算出	予測に対応する実績値

■ 上位・中位・下位の3本線のイメージ



- ✓ 期間雨量の大小でメンバー平均を行うとピークが鈍るため、降雨継続時間が短い大雨を表現できない可能性
- ✓ それに対応すべく、メンバー個別に基準雨量の超過を判定

3-2 解析方法：基準雨量および評価指標

■ 事前放流の基準雨量超過が1度もない流域が存在

7年間で事前放流の基準雨量を実績雨量が超過した回数

	十勝	糠平	四十四田	小河内	裾花	味噌川	岩屋	日吉	早明浦	鶴田	松尾	岩瀬
事例数	0	1	0	1	4	3	6	1	4	2	1	1

統計的な比較が可能となるように、**基準雨量を一律0.5倍した値**を判定閾値として設定

→ 一定数の事例を確保し予測手法間の相対的な判定精度を比較

■ 評価は基準超過の有無で実施

基準の超過有無のみに着目。予測雨量誤差は考慮していないことに注意。

指標の定義（いずれも100%に近いほど精度が良い）

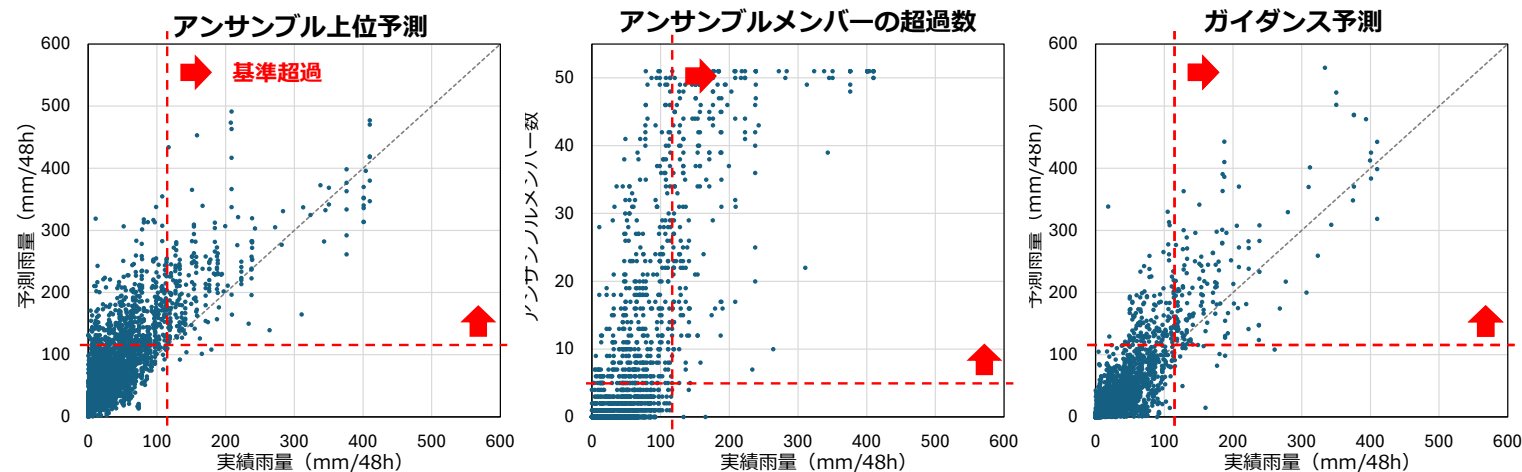
精度指標	算出方法	内容
捕捉率	$\frac{a}{a+c}$	実績が超過した事例の中で予測が超過した割合
一致率	$\frac{a}{a+b}$	予測が超過した事例の中で実績が超過した割合
適中率	$\frac{a+d}{a+b+c+d}$	全事例の中で、実績と予測の基準超過有無が適中した割合

a, b, c, d の定義

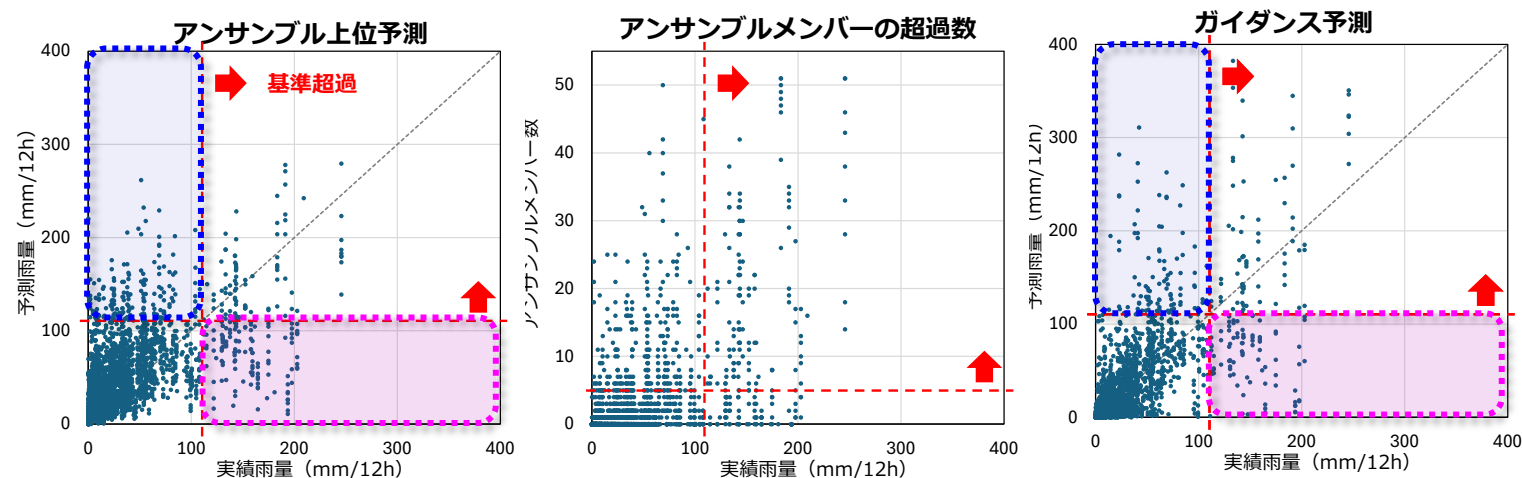
		実績	
		基準超過	基準以下
予測	基準超過	a	b
	基準以下	c	d

4-1 代表2流域の雨量散布図

■ 岩屋ダム（中部・木曽川水系）：基準雨量115mm/48h



■ 岩瀬ダム（九州・大淀川水系）：基準雨量109.5mm/12h



- ✓ 基準雨量は事前放流の基準を0.5倍したもの
- ✓ 予測雨量と実績雨量は概ね対応関係がある
- ✓ 実績の大雨事例をよく捉えている
- ✓ 降雨継続時間の短い岩瀬ダムの方が、アンサンブル上位・ガイダンスで捉えられていないデータが多い
- ✓ 降雨継続時間が短い場合、特にガイダンス予測において実績雨量が小さい場合に基準値を大きく超える（空振り予測）データが存在

4-2 基準超過有無の精度評価

- ✓ 降雨継続時間が12時間以下のダムはアンサンブル上位予測の捕捉率が低い、メンバー超過数を用いた場合に捕捉率が改善
- ✓ 降雨継続時間が24時間以上のダムでは上位予測とメンバー超過数の精度差は比較的小さい

予測雨量の 捕捉率・一致率・適中率 の一覧

No	ダム流域	アンサンブル 上位予測			アンサンブル メンバーの 超過数 (≥ 5)			ガイダンス		
		捕捉率	一致率	適中率	捕捉率	一致率	適中率	捕捉率	一致率	適中率
1	十勝ダム	100.0	20.8	92.3	98.4	27.9	94.8	37.1	24.5	97.9
2	糠平ダム	90.7	12.6	81.6	89.5	16.3	86.5	37.5	21.4	96.3
3	四十四田ダム	5.4	11.8	98.3	54.1	15.9	95.9	13.0	15.0	98.8
4	小河内ダム	100.0	18.2	98.5	90.0	20.9	98.8	100.0	33.3	99.5
5	裾花ダム	92.4	15.4	75.0	90.3	17.8	79.4	57.1	36.6	95.4
6	味噌川ダム	87.8	34.4	91.1	86.5	40.0	92.9	74.7	47.7	96.6
7	岩屋ダム	97.9	30.5	82.2	97.9	35.0	85.5	91.5	51.9	94.9
8	日吉ダム	91.6	20.8	90.1	83.1	24.2	92.3	87.3	48.0	98.0
9	早明浦ダム	46.2	27.2	93.7	67.0	30.3	93.4	74.3	64.7	98.4
10	鶴田ダム	54.2	37.8	90.4	72.4	37.4	89.4	50.0	32.3	92.4
11	松尾ダム	59.4	50.0	97.7	73.9	54.8	98.0	80.9	46.3	98.2
12	岩瀬ダム	42.9	33.5	89.7	61.3	30.9	87.3	45.9	39.8	93.5
平均		72.4	26.1	90.1	80.4	29.3	91.2	62.4	38.5	96.6

降雨継続
時間が
12時間以下

アンサンブル上位と比較：青太字は改善、赤字は低下

5-1 降雨継続時間別の判定精度評価

■ 汎用的な基準雨量の設定

- ✓ 事前放流基準を参考に検証してきたが、ここでは3時間から72時間までの降雨継続時間に対してダム毎に新たに基準雨量を設定して判定精度を検証する
- ✓ 地域による降雨特性を考慮し、基準を超過する降雨の**発生頻度が全国で概ね年間1.5回**となるように逆算して決定

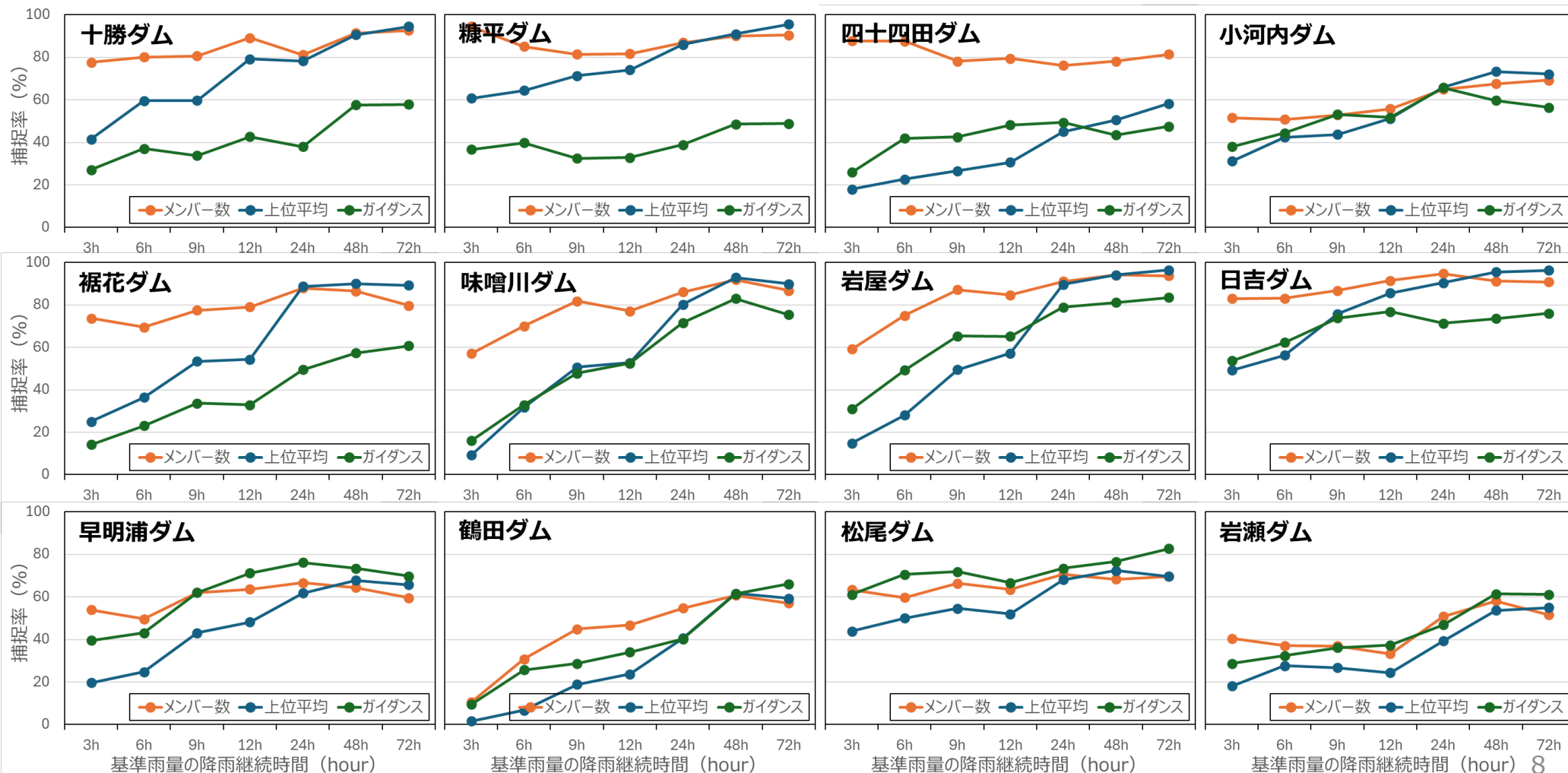
降雨継続時間別の基準雨量の設定値一覧

No.	ダム流域	降雨継続時間別の基準雨量 (mm)						
		3h	6h	9h	12h	24h	48h	72h
1	十勝ダム	25	35	50	50	65	70	75
2	糠平ダム	20	35	45	50	60	65	65
3	四十四田ダム	25	35	45	50	65	85	90
4	小河内ダム	35	55	65	70	90	110	120
5	裾花ダム	25	40	45	55	60	70	90
6	味噌川ダム	35	50	60	70	90	115	135
7	岩屋ダム	45	70	85	100	125	155	170
8	日吉ダム	40	60	70	75	95	120	125
9	早明浦ダム	55	90	100	115	165	215	245
10	鶴田ダム	70	95	110	130	185	235	290
11	松尾ダム	55	90	115	135	180	255	280
12	岩瀬ダム	60	95	120	145	200	235	285

- ✓ 四国・九州地方では大きく、北海道・東北地方では小さい
- ✓ 地域の降雨特性が反映された基準となっている

5-2 降雨継続時間と捕捉率の関係

- ✓ 降雨継続時間が3～12時間ではメンバー超過数の捕捉率が高く、上位予測は捕捉率が低下
- ✓ 24時間以上は差が小さい → 短時間降雨ではメンバー間の降雨ピーク時刻の差により平均化によるピーク強度の低下が生じるが、24時間以上になると時間積算によりその影響が相対的に小さくなる
- ✓ ガイダンス予測は多くの流域でメンバー超過数より捕捉率が低いですが、四国・九州では高い場合もある



- ✓ 降雨継続時間が12時間以下では、上位メンバー平均よりも、メンバー超過数による判定の方が捕捉率が高い
- ✓ 降雨継続時間が24時間以上では、上位予測とメンバー超過数の差は小さく、上位予測でも概ね同程度の判定が可能
- ✓ **短時間条件ではメンバー超過数、長時間条件では上位メンバー平均を用いることで、降雨継続時間に応じた活用が有効**
- ✓ 長時間アンサンブル予測を5日先まで利用することで、**事前放流判断の早期化**が期待できる
- ✓ 一方で、降雨継続時間が短い基準（予測精度が相対的に低い）や、基準超過頻度が少ないダム（適用機会や現場の習熟が限定）では、基準設定の妥当性確認が今後の課題