

# 河川工事における降水予報の上限値表示に関する検討

大成建設（株）      正会員    ○飯村浩太郎

大成建設（株）      正会員      高山百合子

## 1. 背景・目的

安全管理と品質管理の観点から、建設現場では降水予報を頼りに重要な判断を下す場合がある。例えばコンクリート打設の際は、予報を見て打設のタイミングを計画する。また、特に河川工事では降雨に伴う出水に際し、予報を見て適切なタイミングで工事従事者と建設資機材を退避させる必要があるため、降水量の誤差は判断に大きく影響する。一方、予報降水量は実測降水量と比較して量的な誤差が見受けられることから、特に、予報降水量が実測降水量に対して過小となる場合（降水の見逃し）は退避行動や打設中止の遅れにつながるものが懸念される。

本研究では上記のような見逃しによる工事リスクを低減させることを念頭に、予報降水量の誤差を統計的に集計し、誤差の頻度分布における信頼区間を設定することで予報の上限値を表示する手法を検討している。本稿では、上記の手法を降水予報に適用した際の現場で警戒すべき降水の見逃しに対する抑制効果を検討した。

## 2. 予報降水量の誤差集計方法

熊野川流域を分析対象地域とし、新宮 AMeDAS 観測所の実測降水量(Rm)とその直近座標の MSM 予報降水量(Rp)について量的な誤差(予報誤差 ΔR とする、 $\Delta R = R_p - R_m$ )を 2006 年から 2019 年まで集計した。予報降水量は、気象庁のメソ数値予報モデル GPV(以下 MSM, 5km メッシュ)における、新宮観測所の直近座標の予報を用いた。さらに、ΔR の集計結果をもとに、2mm/h ごとにランク分けした Rp それぞれの ΔR の累積頻度分布を作成した。Rp ランクごとの累積頻度分布から、予報が実測と比べて過小（見逃し）となる割合は、Rp が 2～8mm/h と比較的少ない場合に相対的に高い傾向を示している。例として、Rp ランクが  $6 < R_p \leq 8 \text{mm/h}$  の累積頻度分布を図-1 に示す。

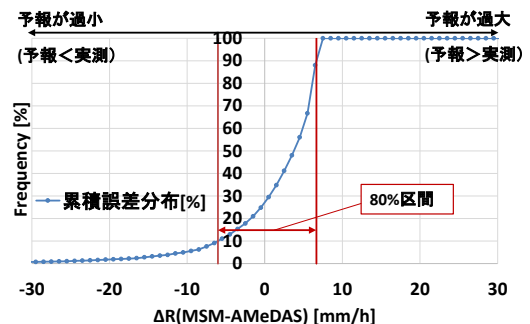


図-1  $6 < R_p \leq 8 \text{mm/h}$  の予報降水量ランクの累積頻度分布

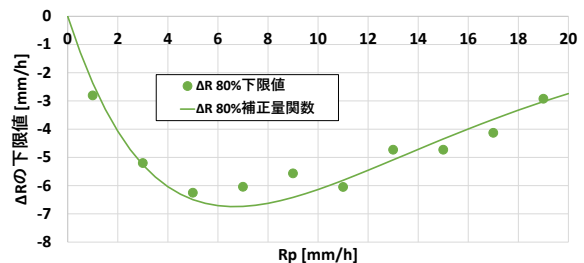


図-2 信頼区間 80%における ΔR の下限値と予報降水量 Rp の関係

## 3. 信頼区間と補正量関数の設定

過小側の ΔR と Rp の関係を整理するために、ΔR の累積頻度分布の信頼区間を設定し、その下限値と Rp の関係を示す補正量関数を以下の手順で定めた。まず、集計結果から過小側のデータを除外しすぎないように信頼区間は 80%とし、Rp ランクごとの ΔR 下限値をプロットした（図-2）。次に、補正量関数は過小側（ΔR < 0）の評価関数とするため Rp が大きくなるにつれて ΔR = 0 に漸近する以下の関数とした。

$$\Delta R = \{-2.7505 \times \exp(-0.15 \times R_p)\} \times R_p \quad (1)$$

## 4. 補正量関数の適用結果

2020 年から 2022 年までの 3 年間の MSM 予報を対象に前述の補正量関数を適用し、ΔR の考慮の有無による予報降水量波形を作成した。図-3 に一例を示す。図-3 では、補正量関数を適用（ΔR を考慮）することで、ΔR の下限値の大きさ分 MSM 予報に加算し、予報降水量の上限値を算出している。次に、警戒降水量を 4mm/h と 10mm/h に設定した。4mm/h は、

コンクリート打設中断の目安となる降水量である<sup>2)</sup>。10mm/h については工事の作業中止を判断する際に注意すべき基準降雨量の例を参考に設定した<sup>3)</sup>。図-3(a)は実測降水量が 4mm/h を超える降雨イベント、(b)は 10mm/h を超える降雨イベントにおける  $\Delta R$  の適用有無による降水量波形である。

図-3(a)より、2021/7/18 11:00 と 12:00 において  $\Delta R$  を考慮しない予報は実測より低く 4mm/h を「見逃す」結果となっているが、 $\Delta R$  を考慮することで 4mm/h を予測できている。図-3(b)では、 $\Delta R$  を考慮することで 2021/11/22 10:00 から 13:00 の間で 10mm/h の見逃しを防止できている。一方、7:00～10:00 では  $\Delta R$  を考慮することで予報が 4mm/h を超え、実測が 4mm/h 未満である降雨に対して空振りの予報となった。

### 5. 警戒降雨の的中・空振り・見逃しの集計

2020 年から 2022 年までの 3 年間の MSM 予報を対象に 4mm/h と 10mm/h の警戒降水量を超える降水の的中・空振り・見逃しとなる頻度を集計した。4mm/h の警戒降水量を例に頻度集計の条件を表-1 に、各条件での集計結果を図-4 に示す。集計は、実測値  $R_m$  が 4mm/h 以上の時、予報値  $R_p$  も 4mm/h 以上ならば的中、それ未満ならば見逃しとした。 $R_m$  が 4mm/h 未満の場合は、 $R_p$  が 4mm/h 以上ならば空振り、それ未満の場合は警戒降雨無し(的中)とした。図-4(a)(c)より、 $\Delta R$  を考慮した場合の見逃しは減少し、その分的中は増加した。 $\Delta R$  の考慮による見逃しの低減割合は 4mm/h の警戒降水量で 19.2%，10mm/h で 5.2%であり、4mm/h の方が大きい結果となった。また、図-4(b)(d)より、 $\Delta R$  の考慮によらず予測・実測ともに警戒降水量未満(警戒降雨なし)である場合が殆どを占めているため空振りとなる割合は少ないが、 $\Delta R$  を考慮することで警戒降水量によらず空振りは増加した。以上より、本手法によって見逃しの低減効果が得られる可能性があり、特に 4mm/h 程度の比較的小さい予報に対して有効であると考えられる。なお、本手法による空振りの増加については季節ごとの特徴に応じて信頼区間の設定をする等の工夫が必要である。

### 6. まとめ

予報降水量の誤差の集計結果から信頼区間を設定

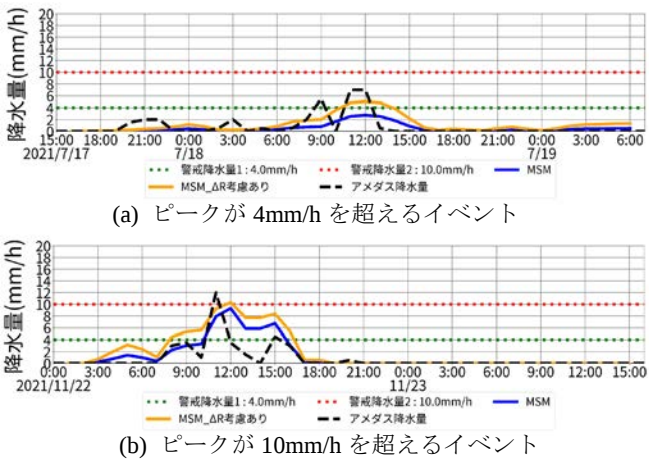


図-3  $\Delta R$  考慮の有無による予報降水量波形

表-1 的中・空振り・見逃しの条件 (警戒 4mm/h)

|                         | 実測降水量( $R_m$ ) 4mm/h 以上 | 実測降水量( $R_m$ ) 4mm/h 未満 |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 予報降水量( $R_p$ ) 4mm/h 以上 | 的中                      | 空振り                     |
| 予報降水量( $R_p$ ) 4mm/h 未満 | 見逃し                     | 警戒降雨無し(的中)              |

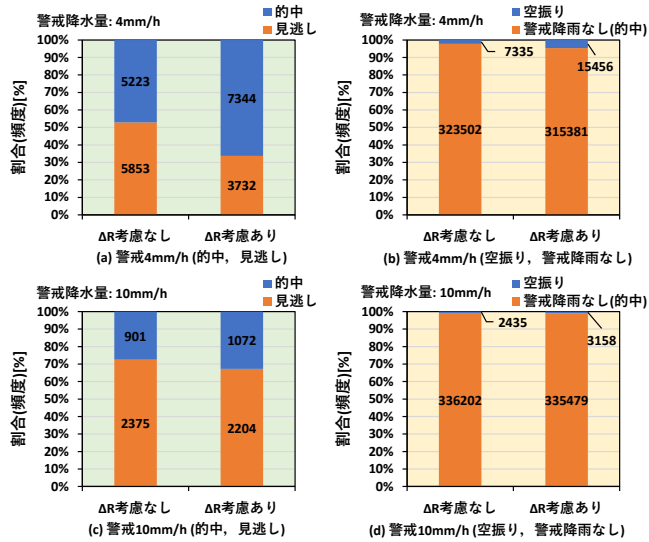


図-4  $\Delta R$  考慮の有無による

的中・空振り・見逃しの頻度

し、予報の上限値を表示することで、4mm/h と 10mm/h の警戒降水量に対する見逃しの低減効果を確認した。見逃し抑制への活用可能性が示された一方、空振りは増加しており、実用に向けた本手法の適用条件や活用方法の検討が引き続き必要である。

### 参考文献

- 気象庁ホームページ： [https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/kensho/expln\\_reinen.html](https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/kensho/expln_reinen.html)
- 土木学会：平成 8 年制定コンクリート標準示方書，ダム編，pp.39-40，1996.
- 庄川・太田護岸災害復旧工事ホームページ： <http://s://genba2-s.net/shogawa-ota-saigai/>