

流域雨量指数予測の確度特性に基づく河川ごとのパターン分類の提案 Proposal of Pattern Classification for Rivers Based on the Accuracy Characteristics of JMA Runoff Index Prediction

久志 勤太[†] 井ノ口 宗成[†]
Kanta Hisashi Munenari Inoguchi

1. はじめに

近年、気象モデルの精度は向上しているものの、気象庁が数時間先までの雨量予測として提供している降水短時間予報について、線状降水帯発生時、降水量・降水位置ともに3時間先以上では十分な精度を保てないことが明らかになっており[1]、現在の気象技術ではすべての気象災害に対する正確な予測情報を十分なリードタイムを持って確定的に提供するのは困難である。一方で予測情報の不確実性は、情報への信頼度を低下させ、オオカミ少年効果によっていざというときの住民避難を阻害する可能性がある。予測情報の精度の良し悪しや、不確実性を明示できれば住民側の予測情報への信頼度は下がりきらないと考える。

気象庁は洪水害の相対的な危険度を表す流域雨量指数について実況値と6時間先までの予測値を提供しており、その予測精度は、流域面積などによって河川ごとに異なることが指摘されている[2][3]。しかし、複数の河川に渡って、流域雨量指数の予測精度の良し悪しを時系列で分析した例は少ない。そこで本研究では、流域雨量指数予測値の時系列での精度変化から、確度悪化するタイミングを明らかにし、精度特性に基づいた河川パターン分類を行う。

2. 手法

2.1 データ

洪水警報の発表基準に用いられる流域雨量指数は、実況値に解析雨量を、予測値に降水短時間予報を入力し、雨水の河川への流出過程、河川にそった水の流下過程をもとに1km格子ごとに河川流量を求め、その平方根をとることで算出されている。2023年7月12日から翌13日にかけて富山県において線状降水帯が発生した事例について、この期間での、気象庁ホームページの「流域雨量指数の予測値」に掲載された富山県内61河川の代表点計76地点における、流域雨量指数の実況値と6時間先までの1時間ごとの予測値を使用した。

2.2 精度評価

実況値と予測値のうち大きい方を分母として比を計算することにより精度評価の指標（以下スコア）とする。

$$\begin{aligned} \text{実況値} > \text{予測値} &\rightarrow \frac{\text{予測値}}{\text{実況値}} \\ \text{予測値} > \text{実況値} &\rightarrow \frac{\text{実況値}}{\text{予測値}} \end{aligned}$$

[†] 富山大学大学院理工学研究科 Graduate School of Science and Engineering, University of Toyama

つまりスコアは0から1までの値をとり1に近いほど予測精度が良いことを示し、例えばスコアが0.5であれば、実況値は予測値の0.5倍もしくは2倍であったことを意味する。

2.3 パターン分類

パターン分類では、降雨が激しさを増した、7月12日20時30分から翌13日7時30分におけるスコアの時系列データを用いた。なお2h前時点での予測値とその実況値を用いてスコアを算出している。期間内でのスコアの最低値、最低値に至るまでのスコア低下時間、1時間ごとのスコア低下量の最大値（最大スコア低下量）を調べ分類に用いた。本発表では河川を以下の3パターンに分類することを試みる。

- 1) スパイク型
予測精度が急激に悪化する。
→人間側の追跡が困難で対応が遅れる
- 2) スローダウン型
予測精度が緩やかに悪化する。
→人間側の精度悪化を追跡でき、対応行動をとる余裕がある
- 3) フラット型
予測精度が安定的に高い。
→継続して予測精度が高く、避難判断などの対応行動をとることが可能

3. 結果と考察

3.1 予測時間ごとの精度評価

7月12日から翌13日にかけての、全地点で平均した流域雨量指数のスコアとアメダス富山での観測雨量の時系列データを図1に示す。

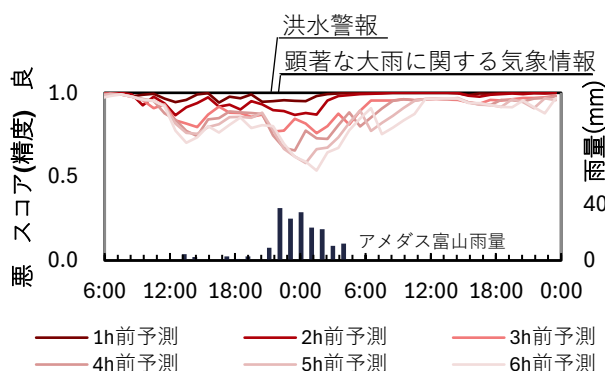


図1 リードタイムごとのスコア変化

この結果が示すように、流域雨量指数の予測精度は、リードタイムが長い(予測開始時間が早い)ほど悪くなっている。特に 1h 前予測、2h 前予測は常に 0.8 以上の精度を保っているのに対し 3h 前予測～6h 前予測では強雨観測時に特にスコアが悪くなっている。この日富山県には、21 時 43 分に洪水警報が、22 時 09 分には県西部に、22 時 39 分に県東部にそれぞれ顕著な大雨に関する富山県気象情報(線状降水帯発生情報)が発表されており、降雨が激しさを増し、洪水警報の発表や顕著な大雨に関する富山県気象情報(線状降水帯発生情報)が発表されたところから、3h 前予測～6h 前予測の予測精度が下がったことが分かる。

先述のとおり流域雨量指数計算の入力条件である降水短時間予報が線状降水帯発生時、3h 前予測から急激に精度が低下すること[1]、流域雨量指数予測値の捕捉率や適中率も 3h 前予測から急激に低下することがそれぞれ報告されており[2][3]、本結果はこれらの報告と調和的である。

3.2 パターン分類

図 2 は、横軸をスコアの最低値、縦軸を最低値に至るまでの低下時間として、76 地点をプロットしたものである。ここでは、スコアの最低値が 0.8 以下の地点を精度の悪い観測点と定義し、最低値までのスコア低下時間が 2 時間以下であれば、スコアが急激に悪化した地点と定義する。その元で分類したところ、1) スパイク型が 32 地点、2) スローダウン型が 9 地点、3) フラット型が 30 地点となった。なお、対象時刻の最初にスコアの最低値を記録した場合は最低時刻までの低下時間が 0 時間になってしまうため、この分類には含めていない。

先述したように、全地点を平均すると 2h 前予測は常に 0.8 以上のスコアであったが、河川別にみると全体の 61% が 0.8 以下の最低値を記録している。また、図には示していないが、1h 先では全体の 12% が、3h 先予測では全体の 93% がスコア最低値 0.8 以下を記録していた。

一方スパイク型の含まれる地点のうち、図 3-B のように、最低値を記録する直前に一時的にスコアが上昇することによって、緩やかに精度悪化していてもスパイク型に分類されることがある。これらについては更に高度な分類方法を検討する必要がある。

4. 結論

本研究では、2023 年に富山県に線状降水帯が発生した出水事例について、流域雨量指数予測の精度特性を調査し、河川ごとのパターン分類を試みた。リードタイムごとの精度を時系列で調査すると、1h,2h 前予測は比較的高いスコアを保っていたものの、3h 前予測以降のリードタイムが長い情報ほど、線状降水帯が発生し降水量が増加したタイミングで、精度が低下している、つまりより正確な予測を待った場合 2 時間程度前まで行動をとれず、逃げ遅れなどが発生する可能性がある。

スコアの最低値と最低値までの低下時間を用いたパターン分類では、それぞれの河川を時系列での精度変化に応じてスパイク型、スローダウン型、フラット型に分類することができた。その結果スパイク型が最も多く全体の 42% を占めおり、人間側の追跡が困難で避難行動などの判断が

遅れる可能性がある河川が多く存在していることが明らかとなった。一方で、スローダウン型に分類されるべき河川がスパイク型に分類された例もあり、今後さらに高度な分類方法を検討する必要がある。

参考文献

- [1] 初塚 大輔, 加藤 亮平, 清水 慎吾, 下瀬健一, "気象庁降水短時間予報を用いた線状降水帯に伴う 3 時間積算雨量の予測精度検証", 気象集誌. 第 2 輯, Vol. 100, no. 6, pp. 995-1005(2022).
- [2] 太田琢磨, "大雨・洪水警報に用いる「指数と基準」の精度検証", 平成 30 年度予報技術研修テキスト, pp. 33-47(2019).
- [3] 気象庁大気海洋部リスク対策課, "雨による災害危険度を表す指数と警報の危険度分布", 測候時報, Vol. 90, no. 8(2023).

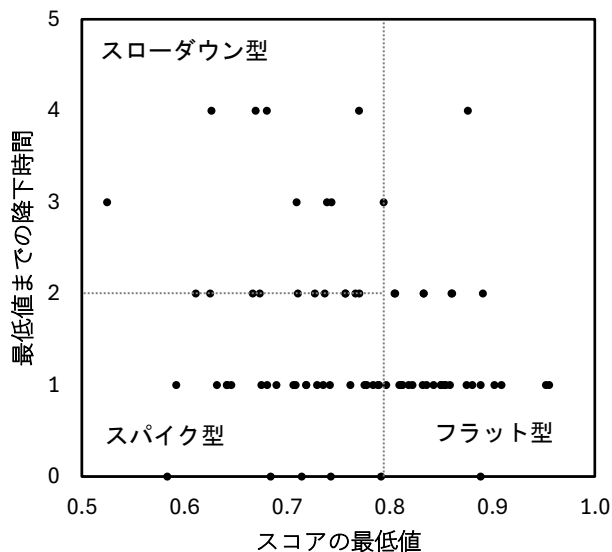


図 2 スコア最低値と最低値までの降下時間の関係

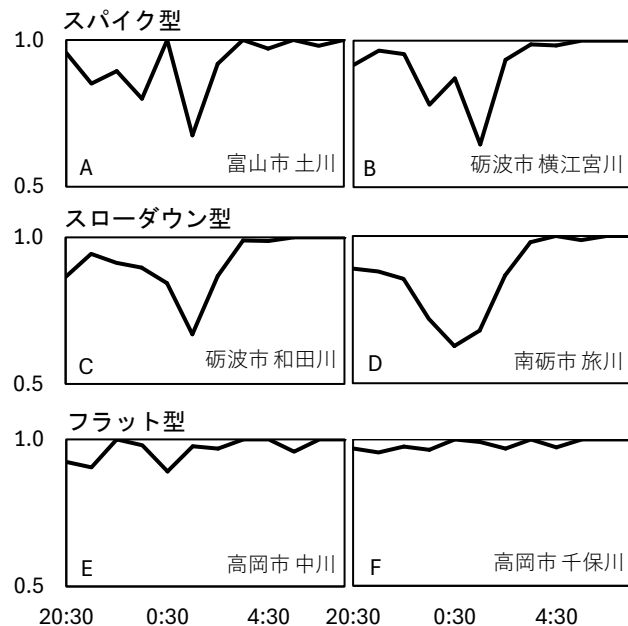


図 3 河川ごとのスコア変化