

## 自己相関性と相互相関性を用いた降雨の短時間予測手法の提案

山梨大学大学院 学生会員 伊藤 巧

山梨大学大学院 フェロー 鈴木 猛康

## 1. はじめに

土砂災害発生の危険性を周知するために、気象庁と都道府県が共同で土砂災害警戒情報を発表する。土砂災害警戒情報の発表の判定に用いられている60分間積算雨量と土壌雨量指数の2つの指標は、解析雨量を用いて算出されている。解析雨量は、レーダーによる観測をアメダスや他機関の地上雨量計による観測で補正し、1kmメッシュで提供される。しかし、アメダスや他機関の雨量計の観測点間隔は約6.2kmであるため、1kmメッシュの精度を有するわけではない。

土砂災害警戒区域は中山間地域に指定され、現地雨量は解析雨量よりも多くなる傾向にある。一方、土砂災害警戒情報は市町村単位で発表されているが、本来は土砂災害警戒区域単位での発表が望ましい。そのため、解析雨量ではなく現地雨量観測に基づいて土砂災害発生危険度を評価することが重要である。

山梨大学防災研究室では、土砂災害警戒区域を含む中山間地でリアルタイム気象センサーを用いた気象観測を行っている。気象センサーのうち雨量計は、雨滴の運動量の積分より、降雨強度を1分間の平均値として算出することができる。本稿では、このリアルタイム現地雨量データを周期特性に着目して分析し、雨量強度データの自己相関性と相互相関性を考慮した時間変動パターンに基づいて、降雨の短時間予測を試みたので報告する。

## 2. リアルタイム雨量情報の相互相関特性

山梨県西桂町では、リアルタイム気象センサーを5箇所に設置し、避難情報発令の判断に用いている。本研究では、平成29年8月7日台風5号の際に観測されたデータ、平成29年10月23日台風21号の際に観測されたデータ、平成30年7月28日台風12号の際に観測されたデータを対象に分析を行った。この3つのデータは、どれも累積雨量が100mmを超える雨量情報となっている。このデータのうち、それぞれ1時間分の降雨強度データを用いて相互相関特性を確認した。その結果をそれぞれ図1、図2、図3に

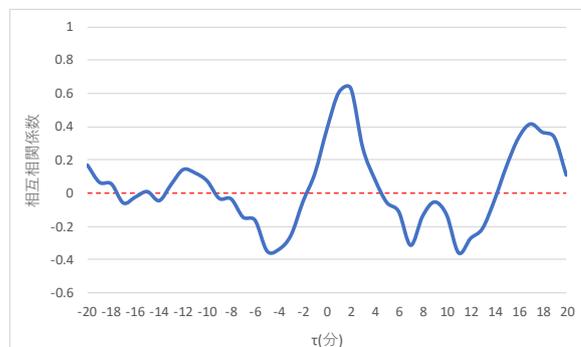


図1 平成29年8月7日の相互相関性

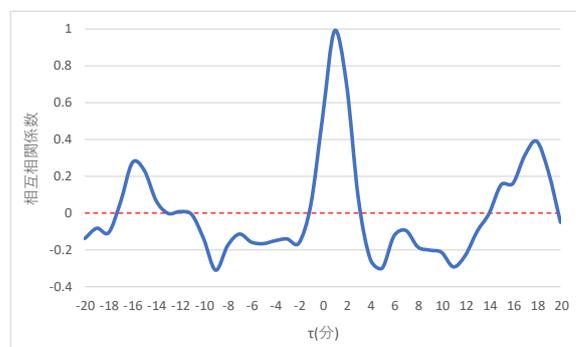


図2 平成29年10月23日の相互相関性

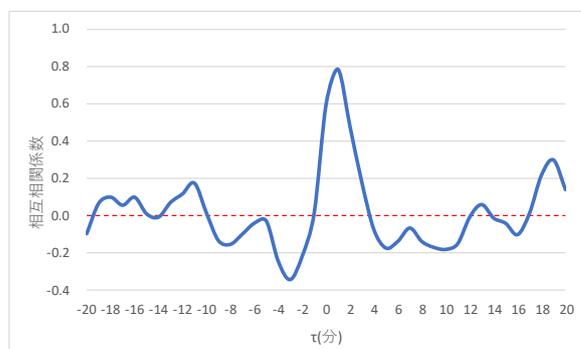


図3 平成30年7月28日の相互相関性

示す。

図1、図2、図3より、異なる2地点間のリアルタイム観測雨量の時間変動成分に、高い相互相関性があることが確認された。本研究で用いた2地点間の距離は約2~3kmであるため、この程度の距離であれば高い相互相関性が存在することを示すことができたと考える。

キーワード：土砂災害、リアルタイム雨量観測、降雨予測

連絡先：山梨県甲府市武田 4-3-11 山梨大学工学部土木環境工学科 防災研究室 TEL：055-220-8531

### 3. 降雨の短時間予測手法の提案

鈴木ら<sup>2)</sup>は、西桂町で過去に観測された雨量情報を用いて降雨の短時間予測手法を提案した。その予測手法を以下に示す。

- 異なる2つの観測点 A, B で降雨強度時系列データの移動平均を行い、その時間変動成分を計算する。
- 式(1)を用いて、観測地点 A に対する観測地点 B の時間変動成分に関する相互相関関数を求める。

$$r_{ab}(\tau) = \sum_{t=1}^{n-\tau} a(t)b(t+\tau) \quad (1)$$

ここで、 $r_{ab}(\tau)$ ：相互相関関数、 $a(t)$ ：現観測地点の時間変動、 $b(t)$ ：他観測地点の時間変動

- 2 観測地点の時間変動成分をフーリエ変換し、振幅特性と位相特性を求める。
- 2 観測地点のうち観測地点 B の振幅特性と観測地点 A の位相特性を用いて、式(2)のフーリエ係数を作成する。

$$C_k = \frac{F_k}{T_d} (\cos \varphi_k + i \sin \varphi_k) \quad (2)$$

ここで、 $C_k$ ：複素フーリエ係数、 $F_k$ ：フーリエ振幅スペクトル、 $T_d$ ：継続時間(分)、 $\varphi_k$ ：位相角。

- 4 で求めたフーリエ係数のフーリエ逆変換を行い、式(3)の時間変動成分 $x_m$ を求める。

$$x_m = \sum_{k=0}^{N-1} C_k e^{i\left(\frac{2\pi km}{N}\right)} \quad m = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad (3)$$

- 観測地点 B の移動平均と 5 で求めた時間変動成分の和を求めて、継続時間 $\tau$ の降雨強度の時系列成分を計算する。このとき、観測点 A に対する観測点 B の時間変動成分の相互相関関数がピークとなる位相差 $\tau$ のとき、降雨強度の時系列を観測点 B の現在から時間 $\tau$ の将来予測とする。
- 高い相互相関性がみられる位相差 $\tau$ に応じた観測点 A に対する現時刻の観測点 B の移動平均値の比率を乗じる。ただし、短時間豪雨の卓越周期成分を考慮し、10~20 分の範囲の移動平均値の比率とする。

本研究では、上述の 7) のステップを加え、予測精度の向上を図った。本稿では、平成 29 年 8 月 7 日に観測された雨量データを用いて行った短時間降雨予測の結果を図 4、図 5 に示す。

図 1 より観測点 A に対する観測点 B の時間変動成分が、位相差 2 分で高い相互相関性を示していることがわかる。そのため、観測点 A から観測点 B に向かって雨雲が移動していると考えた。

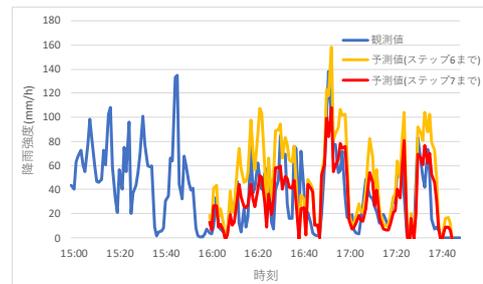


図 4 降雨の短時間予測

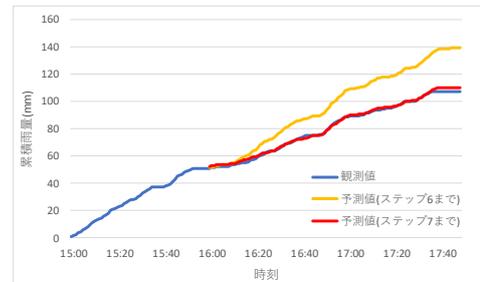


図 5 累積雨量

15 時から約 1 時間の青線の B 地点の時間変動成分より振幅成分を求め、A 地点の時間変動成分の位相成分を用いて、16 時以降の雨量強度を予測している。6) のステップまでの予測値と比較すると、7) のステップを加えた予測値が、より観測値に近い予測値を得ることができている。A, B 間の距離は約 3 km であり、位相がわずか 2 分であったため、両者がよく一致するのは当然であろうが、提案手法の妥当性は示すことができたと考える。

### 4. まとめ

観測降雨強度の相互相関性の高い 2 地点の観測雨量強度データより、降雨の短期予測を行う手法を新たに提案し、予測精度の向上を図った。

今後は位相のずれが 30 分~1 時間、互いに離れた 2 点間の降雨強度観測データを用いて、本提案手法の有効性を示したい。

### 参考文献

- 鈴木猛康, 「観測ビッグデータを用いた防災情報データベースの構築とその活用に関する研究」 報告書, (一財)日本建設情報総合センター研究助成事業, 第 2015-09 号
- Takeyasu Suzuki, Takumi Ito: Prediction of Sediment Disasters due to Short-duration Heavy Rain based on Real-time Rainfall Observation, WIT Transaction on The Built Environment, Vol.189, Safety and Security Engineering VII, pp91-99, 2019