

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は、60分間積算雨量と土壌雨量指数に基づいて行われる。この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¹⁾。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る。中山間地域では上昇気流が形成されやすく、平野部よりも降水量が多くなることが知られており、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。土砂災害警戒区域単位での発表を可能とするためには、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¹⁾。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自己相関特性

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。本研究で分析の対象とした雨量観測記録を図1に示す。この観測データは、平成29年8月7日台風5号の際に観測されたデータの1時間分であり、1時間の降雨強度の変動に周期性の有するピークが存在している。

このリアルタイム降雨強度データについて5分(5デー

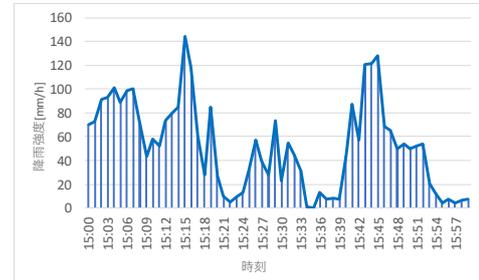


図1 リアルタイム雨量観測記録

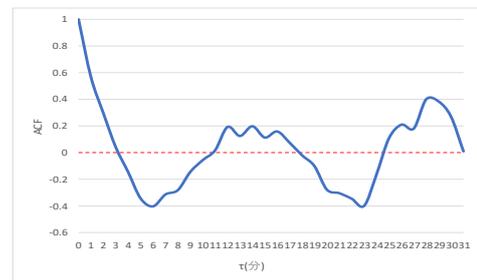


図2 時間変動成分の自己相関係数

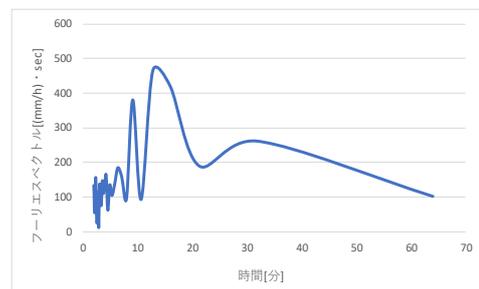


図3 時間変動成分のフーリエスペクトル

タ)の移動平均処理を行い、降雨強度の時間変動成分を求めた。この時間変動成分の自己相関係数とフーリエスペクトルを、それぞれ図2、図3に示す。これらの図より、1時間の短時間豪雨の中に10分~20分の降雨強度の卓越周期が存在することが明らかとなった。永田ら²⁾も、平成26年8月20日の短時間豪雨で、約20分の卓越周期が存在したことを報告している。このように、リアルタイム観測雨量を移動平均処理すると、豪雨の時間変動を調和関数の重ね合わせとして表すことが可能であることが示された。また、本稿では紹介しないが、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も、高い相互相関性があることが確認された。

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

以上のように降雨強度の時間変動成分に明瞭な周期特性があり、異なる2地点間で相互相関性が存在すれば、リアルタイム雨量観測の時間変動パターンに基づいて、降雨の短時間予測が可能となる。図4と図5を用いて2地点の観測データを用いた降雨の短時間予測手法を説明する。

2観測地点のリアルタイム降雨強度データより移動平均処理することにより、図4に示すように、降雨の時間変動成分を求める。つぎに、式(1)を用いて、2点の時間変動成分の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

このとき、観測地点Bに時間変動成分が観測地点Aに対して高い正の相互相関性が確認されるなら、観測地点Aから観測地点Bに向かって雨雲が移動していると考えられる。両観測地点における時間変動成分データのフーリエ変換を実施し振幅特性と位相特性を得る。観測地点Bにおける将来の時間変動成分は、観測地点Bの変動成分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し、そのフーリエ逆変換を行うことによって求めることができる。図5はこの手法を模式的にしている。逆変換後の時間変動成分と観測地点Bの移動平

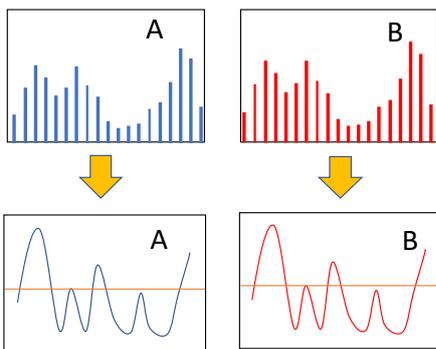


図4 降雨強度観測データの移動平均処理

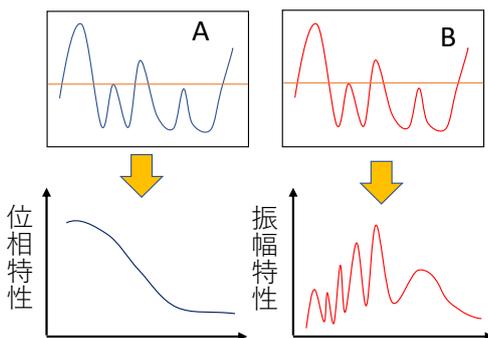


図5 位相特性と振幅特性

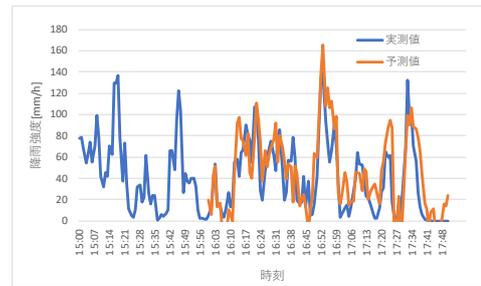


図6 降雨の短時間予測

均の和が、観測地点Bの降雨強度の短期予測となる。この短期予測降雨を用いると、土砂災害警戒情報の精度が高まる。

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

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)、 φ_k ：位相角。

西桂町で観測された2観測地点の降雨強度データに、この手法を適用してみた。その結果を図6に示す。図は、15時から約1時間の青線の時間変動成分より振幅成分を求め、別地点の時間変動成分の位相成分を用いて、16時以降の赤線の雨量強度を予測し、観測値と比較している。2つの観測点間の距離が近く、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

短時間豪雨の降雨強度に10分～20分の卓越周期が存在することを示した。また、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提案し、実観測データに適用した。

今後は位相のずれが30分～1時間、互いに離れた2地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

- 1) 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
- 2) 永田喜大, 吉見和紘, 永島健, 山田正: 降雨現象の短期的周期特性に関する研究, 土木学会論文集G (環境), Vol. 71, No. 5, I_277-I_282, 2015.