

ゲリラ豪雨の発達過程に基づいた降雨強度の定量的予測手法の開発 Development of a Quantitative Risk Prediction Method based on Life Cycle of Guerrilla-heavy Rainfall

Hwayeon KIM・前川智寧・○中北英一

○Hwayeon KIM, Tomoyasu MAEKAWA, Eiichi NAKAKITA

The localized severe heavy rainfalls have frequently occurred in Japan. Especially, flash flood disasters which result from Guerrilla-heavy Rainfall (GHR) have been a serious problem. For reducing the damages, it is necessary to predict the risk of GHR. KIM and NAKAKITA²⁾ developed the quantitative risk prediction method by considering the relationship between the predicted risk level and the variables based on the rain stage, in which development of GHR was tracked at 5-minute intervals. However, for considering the development of GHR based on the physical aspect, it is necessary to investigate the effectiveness of Life Cycle³⁾ by using X-band polarimetric radar observations. Therefore, this research aims to apply the quantitatively risk prediction method based on Life Cycle of GHR. (119 words)

1. はじめに

近年、都市域を中心としてゲリラ豪雨と呼ばれる局地的集中豪雨による災害が問題となっている。ゲリラ豪雨による災害は気候変動によって増加することが懸念されており、こうした災害による被害を防ぐため、ゲリラ豪雨の危険性予測に関する研究が多数なされてきた。中北らは X バンド二重偏波レーダの立体観測により、雨粒が生成される段階での積乱雲の探知ができ、さらにドップラー風速から推測される鉛直渦度が強い場合にはほぼ確実に積乱雲が強く成長することを示した¹⁾。また、Kim と中北はマルチドップラー解析によって推測される鉛直渦度や上昇流等を説明変数として用いることで精度の高い定量的な危険性予測が行えることを示し、さらにこれらの変数が積乱雲を探知してからの経過時間によって異なる特徴を見せることに着目して、積乱雲探知からの経過時間を 5 分ごとに区切ったステージ（以下、レイנסテージと呼ぶ）に沿って、段階的に別個の予測式を作成することによってより精度の高い定量的予測が行えることを示した²⁾。

しかし、ゲリラ豪雨をもたらす積乱雲の一生の長さは 30 分から 1 時間程と幅があり、個々の積乱雲によって異なる。そのため、既往研究²⁾ で設定された 5 分ごとの段階的なステージが、異なる事例間において必ずしも積乱雲の発達過程における同じ段階を意味するとは限らない（図 1）。鉛直渦

度や上昇流といった変数が時間経過とともに異なる特徴を見せるのは、積乱雲の発達過程が進行するからである。しかし、既往研究²⁾ では異なる積乱雲間における一生の長さの違いが考慮されていない。そこで本研究では増田と中北³⁾ が開発した偏波レーダ観測値から粒子判別を行い、その粒子判別結果から積乱雲の発達過程の判定を行う手法を用いて（以下、発達過程全体をライフサイクル、発達過程を構成する一つ一つのステージをライフステージと呼ぶ）、ゲリラ豪雨の定量的な危険性予測におけるライフサイクル概念の有用性とその役割について検討する。

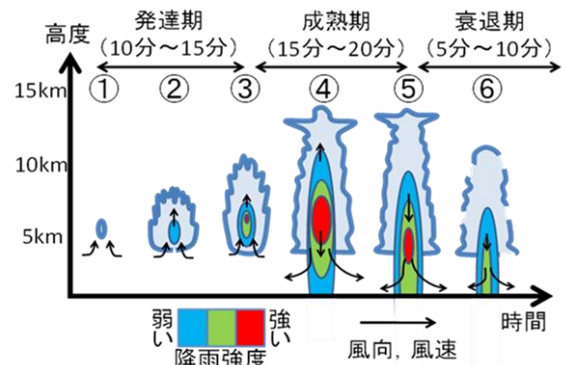


図 1 単独積乱雲の発達、衰退過程。

2. 使用レーダ及び解析事例について

2.1 X バンド二重偏波レーダ

本研究では国土交通省が XRAIN として管理する 39 機のレーダ群のうち近畿地方に設置されてい

る鷲峰山，田口，六甲，葛城の4台のXバンド二重偏波レーダを利用した。

2.1 解析事例について

本研究では近畿地方で発生した「30分以内に地上に50mm/hr以上の降雨をもたらした孤立積乱雲」を対象事例として、7つの事例を抽出した。これは、既往研究²⁾で利用された事例の内、ライフステージの判別が明確に行えたものを選択したものである。

3. 結果

各変数とリスクレベルの関係を各ライフステージとレイנסテージについて整理すると、レイנסテージ2における低リスク高渦度のプロットがすべてライフステージ1ではなくライフステージ2に分類されていた(図2)。これは積乱雲の発達初期において高い渦度が存在していれば、ほぼ確実に積乱雲が強く成長するという既往研究¹⁾と一致する。また、鉛直渦度，上昇流，発散，レーダ反射強度の各説明変数と積乱雲検知30分後の地上降雨強度の散布図行列を各レイנסテージ及びライフステージについて作成したところ，ライフステージについて作成した散布図行列の方が各変数間の相関を良く表していた。

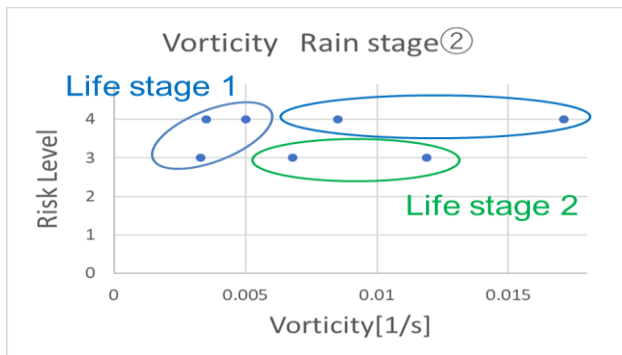


図2 レイנסテージ2における鉛直渦度とリスクレベルの関係。青色がライフステージ1，緑色がライフステージ2を示している。

次に，上記のライフステージという時間の切り方の効果が予測精度においてどのように表れるかを調べた。既往研究²⁾と同様に，目的変数を積乱雲検知30分後の地上降雨強度を4つに離散化したもの(以下，リスクレベルと呼ぶ)としてレイנסテージ及びライフステージに基づいて予測を行い，レイנסテージ1，2及びライフステージ1，2の予測結果を比較した。結果どちらの予測もほぼ正確にリスクレベルの判定ができた。次に，積乱雲検知30分後の地上降雨強度をリスクレベル

として離散化せずに連続値のまま目的変数として予測を行った。結果，レイנסテージとライフステージの間において大きな予測の精度の差は見られなかったものの，レイנסテージ2におけるライフステージ1とライフステージ2のプロットにそれぞれのライフステージに基づいて作成された予測式を当てはめたところ，レイנסテージ2のライフステージ1に関しては，ライフステージ1に基づいて作成した予測式の方が高い予測精度を示した。これは5つの予測の対象に対して予測対象外の“不純物”を2つだけ加えて作成した予測式よりも，7つ加えて作成した予測式の方が5つの予測対象に対して精度高く予測ができたことを意味する。

ライフステージという時間の切り方が機能していることをさらに確認するため，発表ではマルチドップラー解析の結果を三次元上に可視化したもの(図3)をライフステージ別に整理し検討した結果を示す予定である。

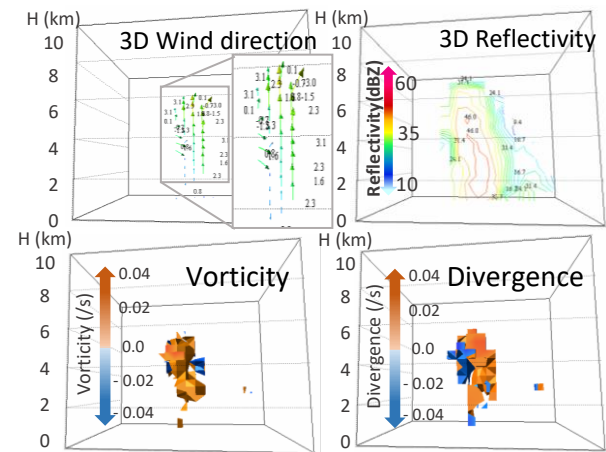


図3 2018年8月の事例におけるマルチドップラー解析の結果を可視化したもの。

参考文献

1. 中北英一ら(2014):ゲリラ豪雨の早期探知・予報システムの開発,河川技術論文集,第20巻,pp.355-360.
2. Kim, H. Y. and Nakakita, E. (2021): Advances in the quantitative risk prediction for improving the accuracy on the guerrilla heavy rainfall, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering), Vol. 77, No. 2, I_1321-I_1326.
3. 増田・中北(2014):Xバンド偏波レーダを用いた降水セルのライフステージ判別手法の開発,土木学会論文集(水工学),第70巻4号,I_493-I_498.