

第Ⅱ部門

ゲリラ豪雨の降雨強度予測におけるライフサイクル概念の重要性とその役割に関する研究

京都大学工学部

学生員 ○前川 智寧

京都大学防災研究所

正会員 キム ファヨン

京都大学防災研究所

正会員 中北 英一

1 研究の背景と目的

近年、都市域を中心としてゲリラ豪雨と呼ばれる局地的豪雨による災害が問題となっている。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(2014)はXバンドレーダの立体観測により、積乱雲の早期探知ができ、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。また、Kim and Nakakita (2021)はマルチドップラー解析によって推測される鉛直渦度など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。

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・中北(2014)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。

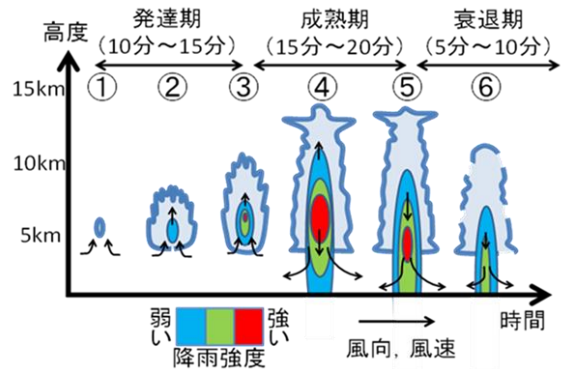


図1 単独積乱雲の発達、衰退過程。

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を中心に設置されている鷲峰山、田口、六甲、葛城、熊山、鈴鹿、尾西の7台のXバンド二重偏波レーダを利用した。

2.2 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。

3 解析手法と結果

まず、解析手法について説明する。既往研究と同様にマルチドップラー解析を行って、各事例について5分ごとに鉛直渦度、上昇流などの値を得た。なお、本研究ではこの5分間隔のことをTime stepと呼ぶ。積乱雲検知後最初の5分間をTime step 1、その次の5分間をTime step 2とし、各事例についてTime step 5までマルチドップラー解析を行った。次に、増田・中北(2014)の手法を用いてライフステージ判別を行った。増田・中北(2014)の手法では、積乱雲の一生を

成長期, 成熟前期, 成熟後期, 衰退期の4つのライフステージに分けており, 本研究では, これらを Life stage 1,2,3,4 とする. 増田・中北 (2014) の手法を用いて各事例について, 1分ごとのライフステージ判別を行った結果の内, 2013年8月6日の事例における16時21分のライフステージ判別結果を図2に示す.

□ 成長期 □ 成熟前期 □ 成熟後期 □ 衰退期

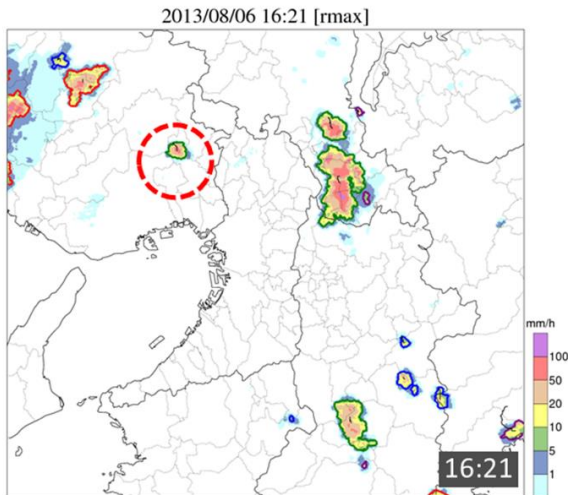


図2 2013年8月6日16時21分におけるライフステージ判別結果. 雨域を囲む色がそのセルのライフステージを表している.

これらの結果を基にして5分ごとのライフステージを決定した. すなわち, 各事例の各 Time step について4つのライフステージによる分類を行った. 例えば, 2013年8月6日の事例の Time step 2は成熟前期 (Life stage 2) に分類された. 5分ごとのライフステージ判別による結果の一部を図3と図4に示す. なお, リスクレベルとは地上最大降雨強度を離散化したものである. このリスクレベルを目的変数として Time step 及び Life stage に基づいて重回帰分析を行い, その予測式を元のデータに当てはめることで予測実験を行った.

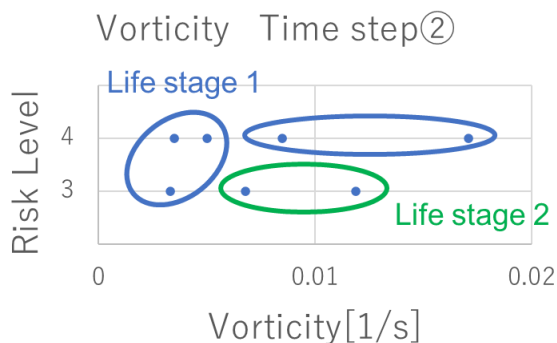


図3 Time step 2 (積乱雲検知後5~10分後)における鉛直渦度とリスクレベル.

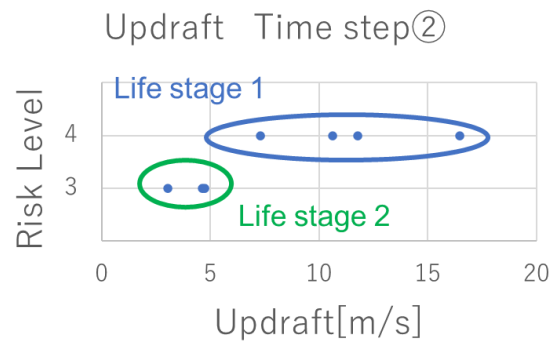


図4 Time step 2における上昇流とリスクレベル.

予測実験の結果を示す. 本研究では, Time step1, 2 及び Life stage1, 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. また, 上空を含めたセル内の最大降雨強度を用いて同様の実験を行った. 結果, どちらの予測も正確な判定ができた. そこで, 地上最大降雨強度とセル内の最大降雨強度を連続値のまま扱って同様の予測実験を行ったところ, 地上最大降雨強度では Time step の方がより高い予測精度を示し, セル内の最大降雨強度では Life stage が高い予測精度を示した. セル内の最大降雨強度に関しては, Time stage 2における Life stage 1,2 のプロット別々にそれぞれの Life stage に基づいて作成された予測式を当てはめたところ, Time stage 2 よりもそれぞれの Life stage 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. また, 同様の操作を地上最大降雨強度についても行ったところ, 予測精度の向上は見られなかったものの, 予測式作成に用いた Life stage のプロットの方の予測精度が高くなるという同様の傾向が見られた. 以上より, 降雨強度予測におけるライフステージの利用可能性を確認することができた.

4 今後の課題

地上での最大降雨強度と上空の最大降雨強度とで4つの目的変数との関係に違いが見られた. これら2つの間に何かしらの乖離があるのであれば, どのような乖離が存在するのか考えていきたい.

参考文献

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 p.I_493-I_498