

単独積乱雲によるゲリラ豪雨とマルチセル豪雨発生環境場特性と違いに関する解析
 Analysis of Environmental Characteristics Focusing on Differences
 Between Single-cell Guerrilla Heavy Rainfall and Multi-cell Heavy Rainfall

○渡辺悠一朗・中北英一

○Yuichiro Watanabe, Eiichi NAKAKITA

In recent years, localized heavy rainfall events, particularly guerrilla heavy rainfall caused by convective clouds in summer, have frequently caused disasters in Japan. This study examines differences in environmental conditions between single-cell and multi-cell guerrilla heavy rainfall using AMeDAS observations, wind profiler data, sounding-derived information, and XRAIN data. From the summers of 2012 to 2024, days with maximum hourly rainfall exceeding 40 mm were selected, excluding typhoon-induced rainfall. Cells were tracked and classified into single-cell and multi-cell types based on Masuda and Nakakita (2014). Analysis of a 2013 single-cell case and a 2012 multi-cell case revealed wind inflows from Osaka Bay and Ise Bay in both cases, with stronger inflows and vertical shear observed in the multi-cell case. Convergence intensified before cell development in the multi-cell case. These findings suggest that convergence strength and vertical shear play key roles in distinguishing single-cell and multi-cell events.

1. はじめに

近年、日本では様々な豪雨現象によって災害がもたらされている。特に夏季の積乱雲による局地的な雷雨は災害を引き起こす深刻な現象の一つである。このような局地的雷雨の現象として単独積乱雲によるシングルセルタイプのゲリラ豪雨、複数の積乱雲が連続的、あるいは同時多発的に発生するマルチセルタイプのゲリラ豪雨、複数の積乱雲が線状に組織化して発達し、対流系として豪雨をもたらす線状対流系豪雨が挙げられる。これらの現象はそれぞれ異なる時空間スケールの現象であり、結果としてもたらす災害の規模も異なる。そのため、これらの現象の共通点・相違点を踏まえた現象への理解は必要不可欠である。本研究では特にシングルセル・マルチセルのゲリラ豪雨に焦点を当てる。中北ら(2017)¹⁾は地球温暖化によりゲリラ豪雨の発生頻度が上がる可能性を示した。また気候変動による豪雨現象の激甚化の恐れもあるため、これらの現象への理解は防災の観点で重要である。本研究は過去のシングルセル・マルチセルのゲリラ豪雨の発生環境場を解析することで、両者の発生しやすい場の違いを明らかにすることを目的とする。

2. 使用データと事例の抽出手法

本研究は解析に気象庁の AMeDAS の 10 分値の観測情報、ウインドプロファイラの風速情報、ゾンデ放球により得られた環境場情報、国土交通省の所有する XRAIN の立体観測情報を用いた。シングルセル・マルチセルのゲリラ豪雨のような突発的な短時間の局地的豪雨はメソ数値予報モデル (MSM) では予報が困難であることが中野ら (2014)²⁾によって指摘されており、現象の時間スケールが非常に小さく、時間解像度の高い情報が必要であるため、観測情報を利用した。解析には AMeDAS の空間的補間データを利用した。

次にゲリラ豪雨現象の抽出方法を述べる。本研究では関西地域に着目した。2012 年から 2024 年の 7 月から 9 月のうち、気象庁の発表する梅雨明け以降の AMeDAS の日最大 1 時間雨量が 30mm を超えた日を抽出した。条件を満たした日のから台風などの大規模な擾乱による豪雨を除外するため、地上天気図から前線のある日を除外し、134.15-136.15W°, 34-35.2N°内の正午における気圧傾度が $2.0 \times 10^{-3} \text{ N/m}^3$ を下回る日に限定した。抽出日の XRAIN の立体観測情報から増田・中北 (2014)³⁾の手法でセル追跡を行い、シングルセル・マルチセルに分類した。

3. シングルセル・マルチセルの事例解析

2013年8月6日に発生したシングルセル事例と2012年8月18日に発生したマルチセル事例の解析結果を図1に示す。(a)ではシングルセル事例は生駒山付近に孤立して発生し、マルチセル事例は大阪南部で広範囲の大雨をもたらしたことが確認された。(b)は AMeDAS の情報を空間的に補間した環境場である。両事例とも大阪湾と伊勢湾からの風の流れ込みが見られたが、マルチセルでは特に強い風が確認された。この結果、両者には2つの湾からの流入で形成される収束の大きさに違いがある可能性が示唆された。(c)の収束発散分布と3次元反射強度の図から両者の収束域とセルの発生位置には対応関係が見られるが、マルチセルの方が強い収束域で発生したことがわかる。(d)の美浜におけるウインドプロファイラの観測結果からシングルセルでは鉛直シアが見られないが、マルチセルではセルの発達した時刻に鉛直シアが確認された。(e)の収束発散の時間変化から、シングルセルではどの時間帯にも大きな変化は見られないが、マルチセルではセルの発達前の時間帯で収束が強まることから鉛直シアの存在と収束域の強さの差が両者の違いをもたらす、鉛直シアがあり、2つの湾からの強い収束がある

環境で大規模なマルチセルが発達しやすい可能性が示唆された。

4. まとめ

本研究では観測情報を用いて関西地域におけるシングルセル・マルチセルのゲリラ豪雨事例の環境場の解析を行った。解析結果から両者の違いは収束の強さの差と鉛直シアの存在の有無によりもたらされる可能性が示唆された。今後はより多くの事例を解析し、両現象の発生しやすい環境場への理解を深める。

参考文献

- 1) 中北英一，森元啓太郎，峠嘉哉：5km 解像度領域気候モデルを用いたゲリラ豪雨生起頻度の将来変化推定，土木学会論文集 B1 (水工学)，Vol. 73, No.4, I_133-I_138, 2017.
- 2) 中野俊夫，鈴木靖，増田有俊：大阪都市部における強雨予測手法の開発，土木学会論文集 B1 (水工学)，Vol.70, No.4, I_499-I_504, 2014.
- 3) 増田有俊，中北英一：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 B1 (水工学)，Vol.70, No.4, I_493-I_498, 2014.

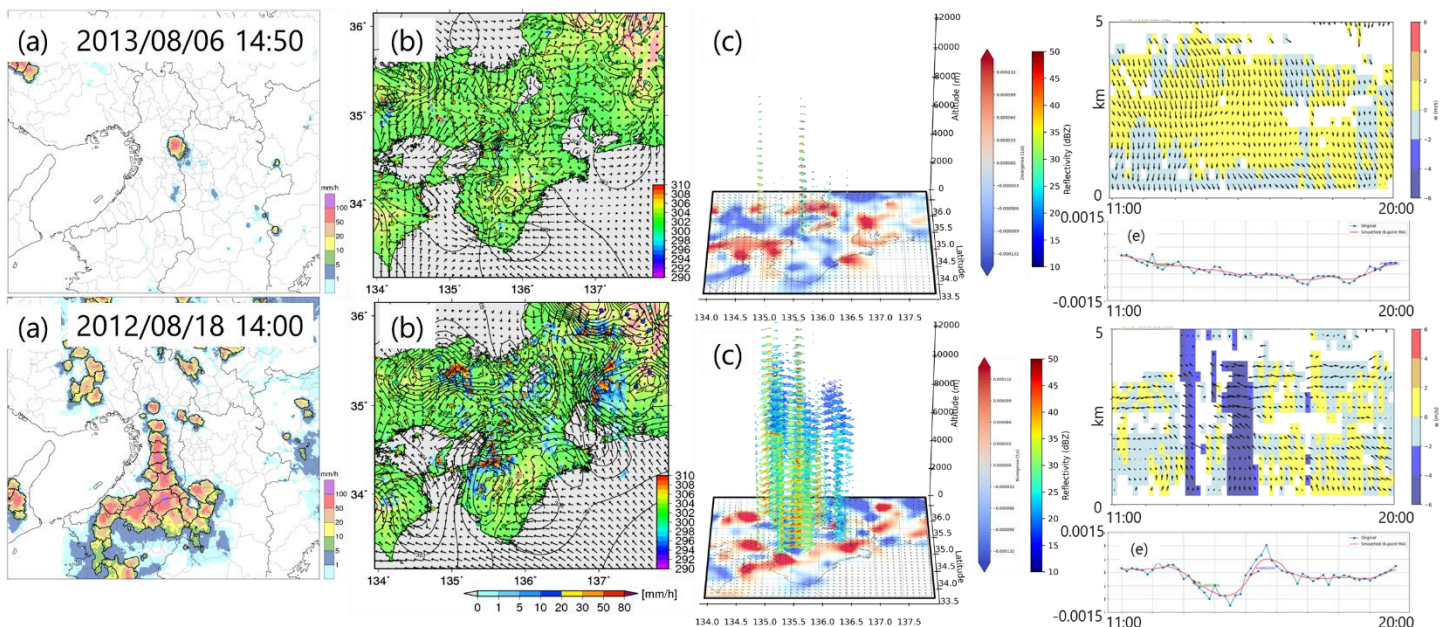


図1 上段：2013年8月6日のシングルセル事例，下段：2012年8月18日のマルチセル事例

(a)2km 高度における降水強度(mm/h)と増田・中北の手法を用いたセル判別結果，(b)XRAIN の地上降水強度と AMeDAS の観測情報を空間的に補間した結果(コンター：地上温度(K)，ベクトル：水平風(m/s))，(c)AMeDAS の補間した水平風データから算出した収束発散(1/s)と XRAIN の立体観測から得られた反射強度(dBZ)，(d)美浜のウインドプロファイラによる観測結果(色：鉛直方向の風速(m/s)，ベクトル：水平風(m/s))，(e)AMeDAS の空間補間結果を基に算出した北緯 34 度から 35.2 度，西経 134.45 度から 136.45 度で領域平均した収束発散の時系列図(青線：各タイムステップの計算結果(1/s)，赤線：6 タイムステップで移動平均した結果(1/s))