

CS5 RCM5 を用いたゲリラ豪雨と大気不安定の将来変化に関する解析

京都大学大学院工学研究科	学生会員	○森元 啓太郎
京都大学防災研究所	正会員	中北 英一
東北大学大学院工学研究科	正会員	峠 嘉哉

1. 研究の背景

近年豪雨災害が頻繁に報告されており、その一つが「ゲリラ豪雨」である。ゲリラ豪雨とは「突如発生・発達する積乱雲がもたらす局地的な豪雨」をさし、大きさ数 km・ライフタイム数時間程度という時空間スケールの非常に小さい現象である。こうした頻発する豪雨災害に対しては温暖化の影響が指摘されており、気候モデルによる影響評価研究が行われている。ゲリラ豪雨に関して、Takemi et al.(2012)は 20km 解像度全球大気モデル AGCM20 を用いて局地降水の環境場の将来変化を診断し、全層の気温安定化および下層の水蒸気量増加を示した。一方で、ゲリラ豪雨の個々の降雨分布の表現は 5km 解像度の領域気候モデル NHRCM05(RCM5)でも困難である。文科省「気候変動リスク情報創生プログラム」では都市キャノピーを考慮した 2km 解像度の NHRCM02(RCM2)の計算が行われ、ゲリラ豪雨のより精緻な表現が期待されるが、現在はその出力を利用できない状況である。

2. 研究の方針

本研究は、ゲリラ豪雨の生起頻度の将来変化を推定することを目的とするが、RCM2 に対する予備解析として、現在利用可能な気候モデルの中で最も解像度の高い RCM5 出力を使用する。現在気候(1981~2000 年)および将来気候(2077~2096 年)の各 20 年について、近畿地方周辺(北緯 32.5~36.5 度、東経 132.5~137.5 度)で 8 月に生起するゲリラ豪雨を対象に、降雨と大気場の双方の観点から推定を行う。以下、3.では降雨の観点から、XRAIN によるレーダー降雨分布の平滑化を行い、さらに得られた降雨分布をもとに RCM5 出力から抽出した「ゲリラ豪雨事例」の日数の将来変化を検討した際の手法と結果について述べる。また 4.では大気場の観点から、SSI の頻度分布図から大気不安定の閾値を設定し、「大気不安定な日」の日数の将来変化を検討した際の手法と結果について述べる。

3. 降雨分布を用いたゲリラ豪雨事例の将来変化の推定

まず RCM5 による 5km メッシュ 30 分積算の降水出力から、目視によるゲリラ豪雨事例抽出を試みる。ここで、国交省 XRAIN によるレーダー降水分布情報は 250m メッシュ・1 分ごとの出力であり、ゲリラ豪雨もとらえることが可能である。しかし、RCM5 による降水出力と比べて時空間分解能が大きく異なる。そこで、RCM5 の時空間分解能で表現されるゲリラ豪雨の降雨分布を把握するために、レーダー降雨分布の平滑化を行った。この平滑化操作の手順は、30 分積算して平均したものに対して 20km 空間移動平均を行い最後に 5km メッシュに領域平均する、というものである。今回用いた降雨分布の例を図 1 に示す。図 1(a)と(b)を比較すると、発達する単独の降水セル(赤丸)は 1mm/hr 程度、発達しない降水セル(緑丸)は 0.1mm/hr 程度の降水強度として表現されていた。そこで「降水強度 1mm/hr 以上で突発的に出現する局所的な降雨」を RCM5 出力におけるゲリラ豪雨の定義とした。

このような基準のもとで、RCM5 の降雨分布から目視によりゲリラ豪雨を抽出し、8 月における生起日数の将来変化を検討した。その際、台風や梅雨前線等の降水システムの影響があると判断される日(「降水システム事例」)を除いた残りの日について、上記で定義した雨域が現れる「ゲリラ豪雨事例」、降雨の少ない「晴れ事例」、いずれにも該当しない「その他」に分類した。また、8 月を上旬(1~10 日)・中旬(11~20 日)・下旬(21~31 日)に分けて旬ごとの将来変化も検討した。その結果、8 月のどの期間においてもゲリラ豪雨の生起日数の増加がみられた。この増加の有意性を評価するために、「現在気候と将来気候で生起日数に差が無い」という帰無仮説において T 検定(片側検定)を行った。その結果、8 月全体において 10%の有意水準(棄却域 1.30)で、8 月下旬において 5%の有意水準(棄却域 1.69)で有意な増加がみられた(図 2)。

キーワード 気候変動, ゲリラ豪雨, 気候モデル, T 検定

連絡先 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所 TEL0774-38-4264

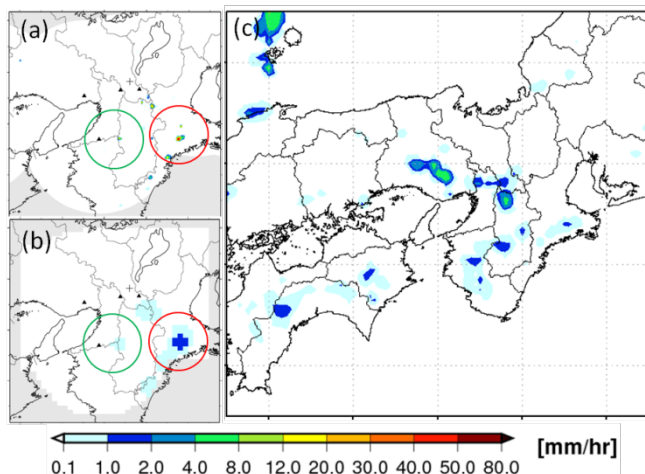


図1 (a)元のレーダー降水分布, (b)平滑化されたレーダー降水分布, (c)RCM5による近畿地方周辺の降水分布

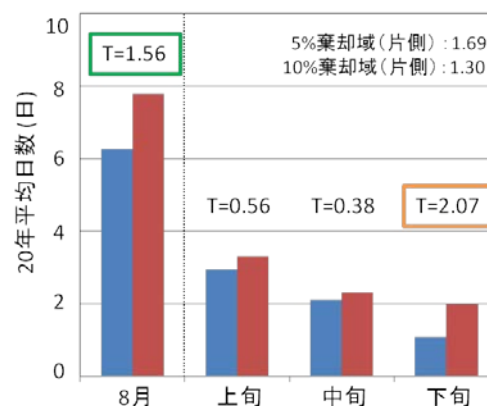


図2 ゲリラ豪雨事例日数の将来変化

(青：現在気候，赤：将来気候)

黄枠：5%有意，緑枠：10%有意を表す。

4. SSIを用いた不安定大気場の将来変化の推定

ゲリラ豪雨をもたらす不安定な大気場が現れる日数の将来変化を検討するために、大気安定度指標のSSI（ショワルター安定指数）を用いた。SSIは値が小さいほど大気成層が不安定である。本研究では、近畿地方周辺の大気場を代表する指標として「15JSTの近畿地方周辺におけるメッシュ値の1パーセンタイル値」をSSI1%ileと定義した。現在気候と将来気候について3.で分類した「ゲリラ豪雨事例」、「晴れ事例」それぞれに関してSSI1%ile頻度分布図を作成した（図3）ところ、SSI1%ileが-1.0以下になると晴れ事例が減少に転じゲリラ豪雨事例が急激に増加することが分かった。そこでSSI1%ile-1.0以下を大気不安定の条件に設定した。これをもとに、「降水システム事例」を除外したうえで、残りの日について上記の大気不安定日の日数の将来変化を検討したところ、8月のいずれの期間にも増加がみられた。この増加の有意性を評価するために、3.で述べた方法と同様にT検定（片側検定）を行った。その結果、8月全体において5%の有意水準で、8月下旬において10%の有意水準で有意な増加がみられた（図4）。これは、将来気候で下層の水蒸気量増加によって大気が不安定化するというTakemi et al.の結果と整合的である。

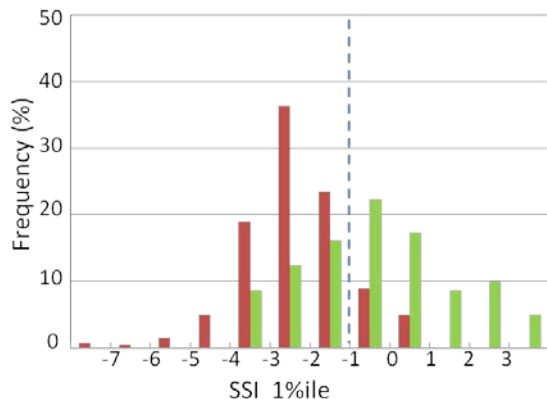


図3 ゲリラ豪雨事例(赤)と晴れ事例(緑)のSSI1%ile
頻度分布図

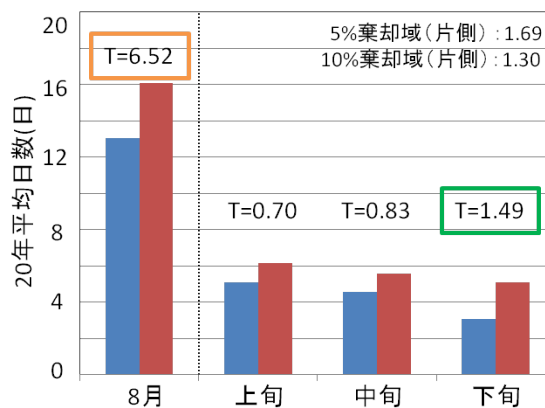


図4 大気不安定となる日数の将来変化

(青：現在気候，赤：将来気候)

5. まとめと今後の課題

図2と図4を比較すると、ゲリラ豪雨事例日数と大気不安定日の日数は将来変化の傾向に関して対応がみられた。したがって将来気候の8月下旬において、大気の不安定化に伴いゲリラ豪雨の生起日数が増加する可能性があるといえる。しかし今回のゲリラ豪雨事例の抽出は、降水分布の目視による主観的なものであった。今後は、基準を設けて事例の抽出をより客観的に行うとともに、7月や9月についても抽出を行う。また、RCM2による出力が利用可能になれば、そのデータも積極的に活用しRCM5出力との再現性の比較を行っていく予定である。

(参考文献) TAKEMI, Tetsuya, et al. Regional-Scale Evaluation of Changes in Environmental Stability for Summertime Afternoon Precipitation under Global Warming from Super-High-Resolution GCM Simulations: A Study for the Case in the Kanto Plain, *Journal of Meteorological Society of Japan*, Vol.90A, pp.189-212 2012.