

第 II 部門

RCM5 を用いたゲリラ豪雨と不安定大気場の将来変化に関する解析

京都大学工学部	学生員	○森元 啓太朗
京都大学防災研究所	正会員	中北 英一
京都大学防災研究所	正会員	峠 嘉哉
京都大学大学院工学研究科	学生員	草野 晴香
京都大学大学院工学研究科	学生員	佐藤 悠人

1. 研究の背景

近年豪雨災害が頻繁に報告されるが、その一つがゲリラ豪雨である。2008 年神戸都賀川の水害を契機に「ゲリラ豪雨」という現象が社会的な注目を浴びている。ここでゲリラ豪雨とは「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 1 時間程度という時空間スケールの小さい現象である。一方で豪雨災害と温暖化の関連に注目が集まっており、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、降水日の大気的不安定化を示した。しかし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

そこで本研究は、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」の日数の将来変化の検討を行っ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 のヒストグラムから大気不安定の閾値を設定し、「大気不安定な日」の日数の将来変化の検討を行っ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 X バンド MP レーダーによる雨量観測ネットワーク XRAIN の降水分布情報を利用した。XRAIN は 250m メッシュ 1 分ごとのレーダー降雨分布によりゲリラ豪雨をとらえられる。しかしこの降雨分布情報は RCM5 による降水出力と比較すると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の把握を目的として、レーダー降雨分布の平滑化を行った。この平滑化操作は、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、という手順で行った。図 1 に元のレーダー降雨分布、平滑化されたレーダー降雨分布、RCM5 による降雨分布の 3 つを示す。図 1(a)と(b)を比較すると、発達する単独の降水セル（図中の赤丸）は 1mm/hr 程度、発達しない降水セル（図中の緑丸）は 0.1mm/hr 程度の降水強度として表現されていた。したがって「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（以下、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

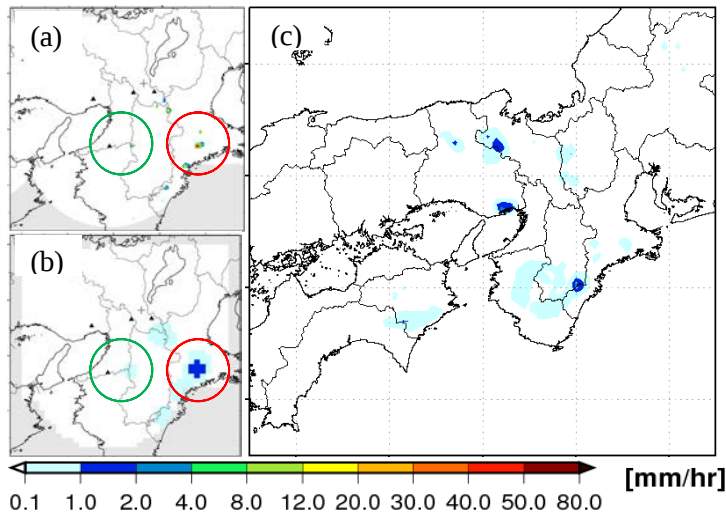


図1 (a)元のレーダー降雨分布, (b)平滑化されたレーダー降雨分布, (c)RCM5 出力の降雨分布の比較

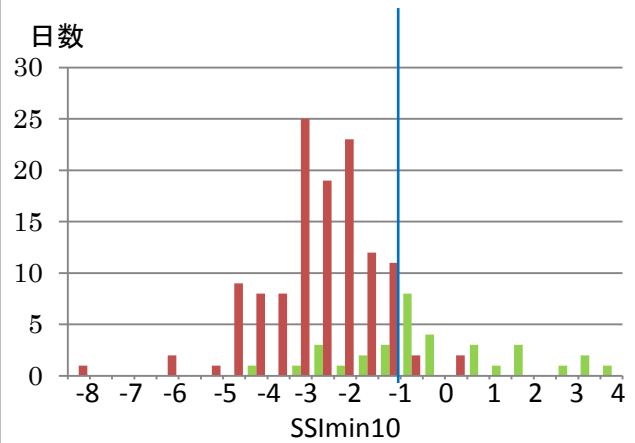


図2 現在気候における晴れ事例(緑)とゲリラ豪雨事例(赤)のヒストグラム

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」という帰無仮説をおいて T 検定(片側検定)を行った。その結果, 8月全体において10%の有意水準で, 8月下旬において5%の有意水準で有意な増加がみられた。

4. SSIを用いた不安定大気場の将来変化の検討

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。ここで 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グリッドの値のうち下位10位の平均」を SSI_{min10} と定義し, 大気不安定となる閾値を設定する。3.で分類した現在気候の「晴れ事例」と「ゲリラ豪雨事例」について SSI_{min10} のヒストグラムを作成した(図2)ところ, SSI_{min10} が-1.0以下になると晴れ事例(緑)が減少に転じゲリラ豪雨事例(赤)が急激に増加することが分かった。そこで SSI_{min10} -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。

表1 ゲリラ豪雨事例日数と大気不安定日の日数の将来変化の T 検定結果
黄色のマス: 5%有意な増加
緑色のマス: 10%有意な増加
灰色のマス: 有意性なしを表す。

		8月全体	8月上旬	8月中旬	8月下旬
ゲリラ豪雨 事例日数	検定統計量 T	1.56	0.57	0.38	2.07
	5%棄却域(片側)	1.69	1.69	1.69	1.69
	10%棄却域(片側)	1.30	1.30	1.30	1.30
大気不安定 日の日数	検定統計量 T	5.26	0.63	0.54	1.43
	5%棄却域(片側)	1.69	1.69	1.69	1.69
	10%棄却域(片側)	1.30	1.30	1.30	1.30

5. まとめと今後の課題

上記の T 検定の結果をまとめたものを表1に示す。表1よりゲリラ豪雨事例日数と大気不安定日の日数はその将来変化の傾向に関して対応関係がみられる。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示唆されたといえる。しかし今回のゲリラ豪雨事例の抽出は, 目視による主観的なものであった。今後は事例の抽出をより客観的に行うとともに, 抽出した日における大気場を確認する。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

Tetsuya TAKEMI, Syohei NOMURA, Yuichiro OKU, Hirohito ISHIKAWA, 2012. A 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*.