

マルチ解像度 RCM におけるゲリラ豪雨の再現特性の解析及び生起頻度の将来変化推定

Analysis of the Reproduction Features of the Guerrilla-heavy Rainfall and Estimation of Future Changes of the Occurrence Frequency in Multi-resolution RCMs

中北英一・○森元啓太郎・野坂真也

Eiichi NAKAKITA, ○Keitaro MORIMOTO, Masaya NOSAKA

There have been few studies on the future changes of the occurrence characteristics of the ‘Guerrilla-heavy rainfall’, a small-scale torrential rainfall in summer, under global warming. In this study, we aim at clarifying the reproduction features of this phenomenon in regional climate models (RCM) with a few mesh, and estimating the future changes of them. We mainly used the precipitation data of a RCM with 5km-mesh and that with 2-km-mesh. We estimated the rainfall distribution of Guerrilla-heavy rainfall by smoothing the rainfall radar data, and set the criteria for extracting the event in the RCM output. By using these criteria, we are analyzing the future changes of several reproduction features, such as the occurrence frequency, precipitation intensity and lifetime.

1. 背景と目的

近年我が国では豪雨による被害が後を絶たない。その原因となる降水現象としては、台風や梅雨期の集中豪雨のほかに「ゲリラ豪雨」が挙げられる。ゲリラ豪雨とは突如発生・発達する単独の積乱雲によってもたらされる局地的な豪雨をさす。ゲリラ豪雨は、水平スケールが数 km で寿命が 1 時間程度と、他の降水現象と比較して時空間スケールが非常に小さいことが特徴である。

こうした頻発する豪雨に対する温暖化の影響が指摘されて久しい。温暖化の影響評価研究の観点では、上記で挙げた台風や集中豪雨に対してはかなり進んできた一方で、気候モデルの時空間解像度の制約等から、ゲリラ豪雨に対する評価はまだ少ない。その例として中北ら¹⁾は、5km 解像度領域気候モデル NHRCM05 の 30 分降水量出力を用いて 8 月のゲリラ豪雨発生日を目視抽出し、8 月下旬における発生日数の有意な増加を示した。しかし、5km メッシュ・30 分毎という時空間解像度ではゲリラ豪雨の再現性は十分でない。

気象庁気象研究所では、NHRCM05 (以下 RCM5) を境界条件として 2km 解像度でネスティング計算 (NHRCM02²⁾:以下 RCM2) が行われた。RCM2 の特徴として、対流スキームが非使用であることと、都市キャノピースキームが導入されたことが挙げられる。この RCM2 では 10 分降水量が出力されているため、ゲリラ豪雨のような局地的な現象の解析も可能だと考えられる。一方で、気候モデルの時空間解像度によって、再現されるゲリラ豪雨の特徴は異なるとも考えられるため、その点に留意しながら解析を進める必要がある。

そこで本研究は、RCM5 と RCM2 という複数(マルチ) 解像度の領域気候モデルの降水出力におけるゲリラ豪雨の再現性を比較し、それに基づいて、気候変動に伴うこの現象の生起特性(頻度、強度)の将来変化を推定することを目的とする。

以下 2.~4.では各解析の手法及び結果を述べる。

2. 降水強度の再現性の解析

まず気候モデルで出力される降水量データの再現性を確認した。8 月を対象に、対象領域内の各格子について各時刻の降水量データを降水強度(mm/h)に変換し、その相対頻度を算出した。

使用した気候モデルのデータは、RCM5 と RCM2 のいずれも現在気候 20 年間である。使用した観測値は国土交通省の X バンド偏波レーダ XRAIN の地上合成雨量(2012~2017 年)である。対象領域は、近畿地方の都市域を中心とした領域(北緯 34.3~35.2 度、東経 135.0~136.0 度)の陸域に設定した。対象領域である都市域周辺においては複数のレーダによる観測によって降雨減衰の影響を避けることができると考えられる。

結果を図 1 に示す。RCM5 では降水強度がかなり過小に算定されるのに対して、RCM2 では約 90mm/h 以下の降水強度において観測と近い分布を示すことが分かる。一方で 90mm/h 以上の階級では RCM2 でやや過大に算定されている。これは、RCM2 において鉛直風の表現が不十分なために、格子内に過剰に蓄積した CAPE が原因で発生した過大な降水によるものと推察される。

また、上記の対象領域内において、都市域と非都市域での降水強度の比較も別途行っている。

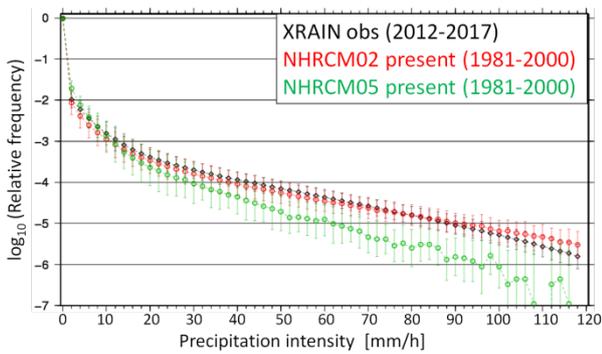


図 1 8月における気候モデルの降水出力及び観測値の降水強度の相対頻度分布。マークは平均を、エラーバーは年々変動を反映した標準偏差を示す。

3. 気候モデルの解像度で表現されるゲリラ豪雨の降雨分布の推定

XRAIN による降水分布情報を用いて、RCM5 及び RCM2 の解像度で表現されるゲリラ豪雨の降水分布を推定した。まず、2012～2015 年 8 月のデータから、近畿地方で実際に発生したゲリラ豪雨を 35 事例抽出した。次に平滑化操作により、250m・1 分毎のレーダ降雨分布を、気候モデルの時空間解像度での降水分布に変換した。平滑化操作は、1)時間平均、2)ローパスフィルタを用いた空間移動平均、3)領域平均の 3 つのステップから成る。最後に、上記の 35 事例について、元のレーダ降雨分布と平滑化で得られた降雨分布のそれぞれにおいて、次に示す 4 指標の値を調べた。

- (1) 降水セル内最大降水強度のピーク値
- (2) 各時刻の降水セル面積
- (3) ピークに達するまでの時間
- (4) 降水セルのライフタイム

例として、図 2 に上記の指標(1)のヒストグラムを示す。時空間解像度によって示す強度は異なるが、その値はある範囲内に存在することがわかる。これらの結果から気候モデルでの抽出の基準を設定する。具体的な閾値は検討中である。

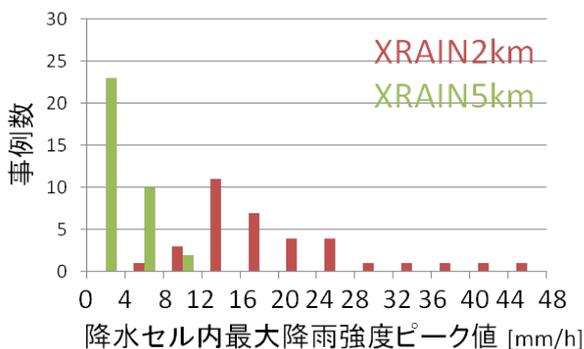


図 2 平滑化で得られた 2 種類の降水分布におけるゲリラ豪雨事例のセル内最大降雨強度ピーク値のヒストグラム。赤と緑はそれぞれ 2km・10 分毎、5km・30 分毎に変換した降雨情報からの値を表す。

4. 気候モデルを用いたゲリラ豪雨の生起特性の将来変化解析

3.で設定したゲリラ豪雨の抽出基準を用いて、RCM5, RCM2 それぞれからゲリラ豪雨を抽出し、その生起特性(発生日の頻度、各イベントの強度)の将来変化を解析する。解析の対象は近畿地方における 7～9 月の 10～19JST (以下、日中時間)の降水分布である。解析の手順は次の通りである。

まず台風や梅雨前線といった大規模な擾乱が抽出される日を「大規模擾乱影響日」とし、解析の対象日から除外した。次に、除外した残りの日に対して、降水セルの追跡手法を適用して基準を満たす豪雨イベントを抽出した。さいごに、抽出された降水イベントのうち、他の降水系と独立に発生・発達したもののみを降水分布画像の目視で抽出し、「ゲリラ豪雨」とする。最終的にゲリラ豪雨が抽出された日を「ゲリラ豪雨発生日」とし、その日数の時期の変化及び各期間における将来変化を統計的に解析している。

RCM5 の降水出力を用いて発生日数を解析したところ、特に 8 月後半から 9 月にかけて将来気候における有意な増加がみられた(図 3)。また現在気候における 8 月前半から後半にかけての発生日数の減少が、将来気候ではゆるやかになる傾向がみられた。RCM2 でも同様の解析を行っている。

日数変化の解析に加え、抽出されたゲリラ豪雨について降水強度やライフタイムといった指標に関して、モデル間の比較や将来変化の解析を行う。また、本解析手法を関東地方にも適用する。

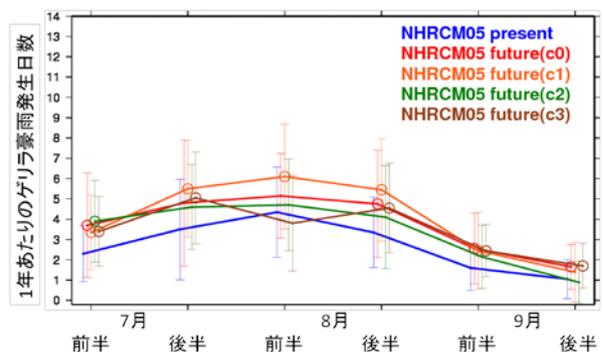


図 3 RCM5 から抽出した時期別のゲリラ豪雨発生日数。グラフは 20 年平均値、エラーバーは標準偏差を示し、丸印は現在気候からの有意な増加を示す。

参考文献

- 1) 中北ら (2017): 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_133-138.
- 2) Murata et al. (2017): Projection of Future Climate Change over Japan in Ensemble Simulations Using a Convection-Permitting Regional Climate Model with Urban Canopy, SOLA, Vol.13, 219-223.