

GCM 出力に基づいた我が国における豪雨イベントの 将来変化に関する研究

法政大学 デザイン工学部 ○ 学生員 喜田 智也
法政大学 デザイン工学部 正会員 鈴木 善晴

1. 研究の背景・目的

近年，世界各国で猛暑・豪雨・台風・ハリケーンなどの異常気象，極端現象が多発しており，地球温暖化の影響が指摘されている．日本国内においても，2011 年に発生した「平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨」では，新潟・福島県内の観測所 11 地点で 1 時間雨量の観測史上 1 位を更新し，24 時間降水量，72 時間降水量でも多くの地点で観測史上 1 位を更新した．また，都市部においては 2008 年 8 月の大気的不安定による大雨により，東京都豊島区で下水道工事中の作業員がマンホール内で流され，5 名が死亡した．この事故では都市部の透水性の低さやゲリラ豪雨に対する脆弱さを露呈することとなった．このように，地球温暖化の影響と思われる事例が年々深刻化している．

地球温暖化に対する適応策の構築が求められる中，文部科学省により 5 ヵ年計画（平成 19 年度～23 年度）で策定・実施されている 21 世紀気候変動予測革新プログラム（革新プロ）は，地球シミュレータや，気象庁と気象研究所が共同開発した高解像度全球気候モデル GCM を用いて，より精度の高い温暖化影響評価に取り組んでいる¹⁾．本研究では同プログラムにおいて算出された，現在・近未来・将来条件における降水量データを解析し，現在と将来における豪雨イベントの将来変化を明らかにすることを目的とする．発生回数，継続時間，雨域面積の観点から豪雨の発生頻度と発生規模の変化を解析し，DAD 解析により降雨強度，継続時間，雨域面積の関係がどのように変化するのか検討した．

2. 研究の方法

全球気候モデル GCM（Global Climate Model）とは地球全体の大気を格子状に細分化して出来るグリッド上において大気の流れを計算し，大気状態を再現するモデルであり，全球大気モデルとも呼ばれる．物理過程の改良・高分解能化により約 20 km メッシュの解像度を持つモデル GCM20 の開発や，世界最速クラスの計算機である地球シミュレータの活用により，今まで不可能であった極端現象（台風や豪雨）の詳細な計算が可能になった．また，最近では日本付近に領域を限定した 5 km，2 km 格子間隔の大気モデルが開発され，より詳細な解析が可能となった．GCM20 には 5 ヵ年計画の前期に開発された前期モデルと，前期モデルから物理過程を改良した後期モデルが存在する．算出されたデータは降水量や気圧，風速などがあり，期間ごとに現在条件，近未来条件，将来条件に分けられる．

本研究では，後期モデルのデータを中心に扱った．使用する期間は，後期モデルにおいては，現在条件が 1979 年 1 月～2008 年 12 月，近未来条件が 2015 年 1 月～2044 年 12 月，将来条件が 2075 年 1 月～2104 年 12 月の各 30 年間である．本研究では，日本周辺の現在・近未来・将来の各条件における降水量のデータに対し線形内挿によるダウンスケーリングを行い，水平解像度約 5 km のデータを作成した．同データを統計的に解析し，豪雨イベントの将来変化について考察を行う．豪雨を 1 時間降水量で判別し，発生頻度に関しては降雨強度別発生回数やその空間分布の変化を，発生規模に関しては豪雨の継続時間及び雨域面積の変化を各条件で比較する．また，降雨強度・継続時間・雨域面積に関しては，DAD 解析によりこれらの関係を明らかにし，変化を各条件で比較する．

継続時間は一回の降雨現象が平均してどのくらい継続しているのかを算出した．時間的に連続しているものを一つの降雨現象としているが，途中で閾値を下回っても 3 時間以内のインターバルであれば一つの降雨現象とみなした．雨域面積は一つの雨域が平均してどのくらいの大きさなのかを算出したもので，空間的に連続しているものを一つの雨域としているが，途中で閾値を下回ったグリッドがあっても 3 グリッド（約 15 km）以内のインターバルであれば一つの雨域とみなした．降雨の閾値は 20，30，40，50，60 mm/h とした．

DAD（Depth-Area-Duration）解析とは一般に，最大面積雨量がその降雨継続時間，降雨面積とどのような関係を持つか調査すること，と理解されている²⁾．DAD 関係は，降雨強度と降雨継続時間の関係を調べる DD（Depth-Duration）関係と，降雨強度と雨域面積の関係を調べる DA（Depth-Area）関係に分けられる．DD 解析では降雨の閾値を 1 mm/h，DA 解析では閾値を 5 mm/h とした．また，継続時間では閾値を下回った場合はその時点で別の降雨現象とみなすことにした．雨域面積の算出方法は上記と同様である．このようにして算出した平均降雨強度のうち，最大値を求めた．

3. 豪雨イベントの将来変化

本研究では，日本域を北海道，東北，関東，中部，近畿，中国・四国，九州の 7 地域に分割し，地域別に豪雨イベントの将来変化の解析を行った．以下では解析結果の一例について述べる．

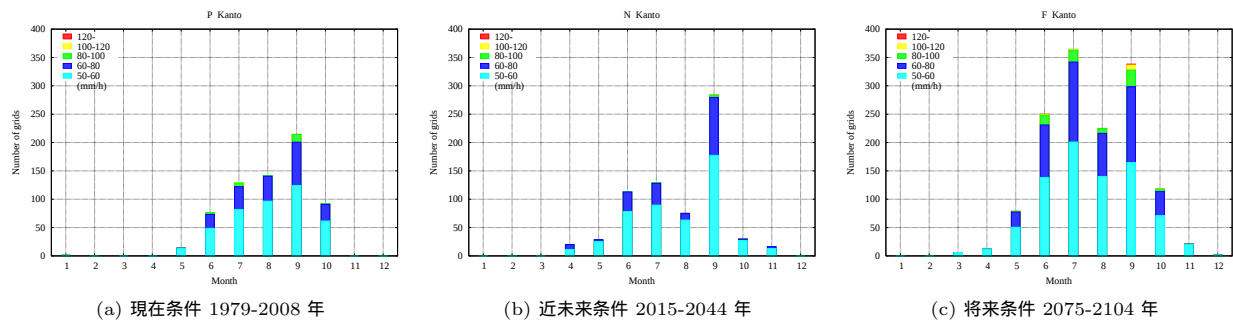


図-1 関東地域における 50 mm/h 以上の強度別発生回数 (回/年)

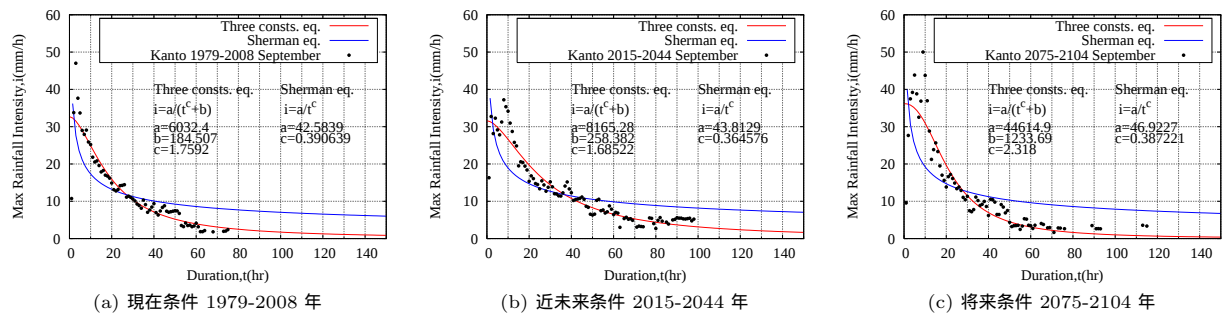


図-2 関東地域における降雨継続時間と降雨強度の関係 (9 月)

(1) 発生頻度の変化

関東地域における降雨の強度別発生回数のグラフを図-1 に示す。同図は各条件での発生回数を月ごとに平均したものである。現在条件から将来条件にかけて 50 mm/h 以上の降雨の発生回数が増加している様子がわかる。特に夏季にかけての増加が顕著であるのに対し、冬季ではあまり変化は見られない。また、発生回数のピークが現在条件、近未来条件では 9 月であるが、将来条件では 7 月に変化している。将来条件において、7 月から 9 月にかけて二山型に移移していることも特徴的である。降雨強度別にみると、50 mm/h ~ 80 mm/h の降雨の増加が顕著に見られる。将来条件に関しては、現在・近未来条件では見られなかった 100 mm/h 以上の降雨も見られる。

(2) DAD 解析

関東地域における 9 月の降雨継続時間と降雨強度の関係を図-2 に示す。現在条件から将来条件にかけて降雨強度、降雨継続時間ともに増加傾向にあることが分かる。特に継続時間に関しては、現在条件では最大で 70 時間程度であるが、近未来条件では 100 時間程度の降雨が見られ、将来条件では 100 時間を超える降雨も見られる。また、現在条件から将来条件にかけて、近似曲線から離れた点の数が増加している。

4. まとめと今後の課題

本研究では、GCM を用いて豪雨の発生頻度・規模や降雨強度・継続時間・雨域面積の関係性の将来変化などについて解析し、豪雨イベントの将来変化について検討した。その結果、日本域では多くの地域で豪雨の発生回数が増加傾向にあることが分かった。また、継続時間の増大や雨域面積の拡大という結果が得られた。以上のことより、日本域では豪雨による洪水や土砂崩れ等の災害の発生する確率が高まると予想される。

今後の課題としては、まず台風による降雨とその他の降雨を区別することが挙げられる。今回豪雨が発生した地点は台風の進路とおおよそ一致しており、台風以外の要因で発生する豪雨がどの程度発生しているか検証する必要がある。また、GCM20 による出力だけでなく、NHM による高解像度 (水平解像度 2 km, 5 km) の計算結果を利用し、今回の結果と比較する等さらに詳細な解析を行うことで、今回の評価の妥当性を検証する必要がある。その他、継続時間や雨域面積が増加傾向となるメカニズムは何かについて検討を行うと共に、豪雨の増加が予想される地域で適切な対応策を検討することが課題である。

参考文献

- 21 世紀気候変動予測革新プログラム平成 21 年研究成果報告会要旨集, 文部科学省, 2010.
- 宝馨, 端野典平: レーダー雨量を用いた DAD 解析と那珂川における可能最大洪水の推定, 京都大学防災研究所年報 第 43 号, 2000.