

疑似温暖化手法を用いた降水システムに対する 都市化や地球温暖化の影響に関する研究

法政大学大学院デザイン工学研究科 ○ 学生員 岡崎 智也
長野県庁 非会員 小山 隼平
法政大学デザイン工学部 正会員 鈴木 善晴

1. 研究の背景と目的

日本では近年、都市を中心とした局地的かつ短時間で激しい豪雨が多く発生し問題となっている。この豪雨は特に「都市型豪雨」と呼ばれ、地下鉄や地下街が多く存在する大都市部では浸水や交通機能の麻痺などの甚大な被害を及ぼす。また豪雨の発生が突発的であるためにその発生予測は非常に困難であることが特徴である。ヒートアイランド現象や高層ビル群の影響との強い関係性が示唆されているが、降水の分布や発生頻度は自然要因によって様々に変動するため都市が降水に与える影響の詳細は十分に明らかにされておらず、今なお未解明の部分が残されている。

本研究では、都市の構造変化や地球温暖化が降水システムに与える影響を定量的に評価することを目的として、領域気象モデル WRF を使用した数値実験を行った。都市の高層化や人口排熱の増減、地球温暖化の進行など種々の影響因子が、降水システムの発生・発達プロセスにどの程度の影響を与え得るのかを明らかにするため、疑似温暖化手法を用いた感度分析を行い、各影響因子に関する寄与度の定量化を試みた。

2. モデルの概要と設定条件

(1) モデルの概要

領域気象モデル WRF (Weather Research and Forecasting model) は NCAR(米国大気研究センター)、NCEP(米国環境予測センター) が中心となり、実用的な天気予報とそれに関連する研究のために開発された気象モデルである。本研究では、様々な物理パラメータにより詳細に都市の状況を再現できる都市キャノピーモデル(以下、UCM)のオプションを用いて都市と豪雨の関係について解析を行った。また、本研究では3つの Domain を用いて 2-way のネスティング計算を行った。格子間隔を 3 km (Domain1)、1 km (Domain2)、0.33 km (Domain3) と設定し、Domain3 のグリッド数は 138 × 138 とした。初期条件及び境界条件として、大気場に関してはメソ数値予報モデル MSM の GPV データ(気象庁提供、解像度 5km)を使用し、土壌湿度や海面水温に関しては客観解析データ FNL (NCEP 提供、解像度 30km)を使用した。

(2) 設定条件

本研究では、都市化・高層化・人工排熱の増大・温暖化の各項目を考慮する (ON) 場合と、考慮しない

表-1 都市化 ON の場合の UCM 物性値

高層化 ON 時	建物高さ (m)
高層都市	26.1
中層都市	20.9
低層都市	19.3
高層化 OFF の時	建物高さ (m)
高層都市	8.00
中層都市	7.00
低層都市	6.76
人工排熱 ON 時	人工排熱 (W/m ²)
高層都市	58.2
中層都市	23.7
低層都市	15.0
人工排熱 OFF 時	人工排熱 (W/m ²)
高層都市	17.9
中層都市	8.00
低層都市	5.25

表-2 都市化 OFF の場合の UCM 物性値

	建物高さ (m)
高層化 ON 時	20.9
高層化 OFF 時	7.0
	人工排熱 (W/m ²)
人工排熱 ON 時	23.7
人工排熱 OFF 時	8.0

(OFF) 場合の組み合わせ 16 ケース、また、大気を過去の状態にしたケース(過去気候)も加えた計 24 ケースでシミュレーションを行った。都市化の OFF と ON は昭和 51 年度と平成 21 年度 (H21+) の土地利用を使い表現した。建物高さ、建物幅、道路幅、人工排熱などの UCM の物性値は、竹林の報告書¹⁾、環境省ガイドライン²⁾、及び東京都統計年鑑³⁾を参考に設定した。建物高さ(高層化)・人工排熱の設定の詳細を表-1(都市 ON 時)、表-2(都市 OFF 時)に示す。

また本研究では、疑似温暖化手法により作成した大気場を初期値・境界条件としたシミュレーションを行い、全 12 の豪雨イベントの将来気候及び、過去気候の状態における変化量について検討した。疑似温暖化手法とは MSM の GPV データから算出した現在の大気場データに全気候モデル GCM20 から算出した変化量を加えることで将来気候や過去気候を擬似的に表すことを疑似温暖化手法という。各ケース名の表記の仕方は都市化を U、高層化を B、人工排熱を H、とし、ON の場合を大文字、OFF の場合を小文字で表すものとする。また、将来気候を G2、現在気

Key Words: 都市化, 集中豪雨, ヒートアイランド, 都市キャノピーモデル, メソ気象モデル

〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33 法政大学デザイン工学部都市環境デザイン工学科 TEL & FAX : 03-5228-1389

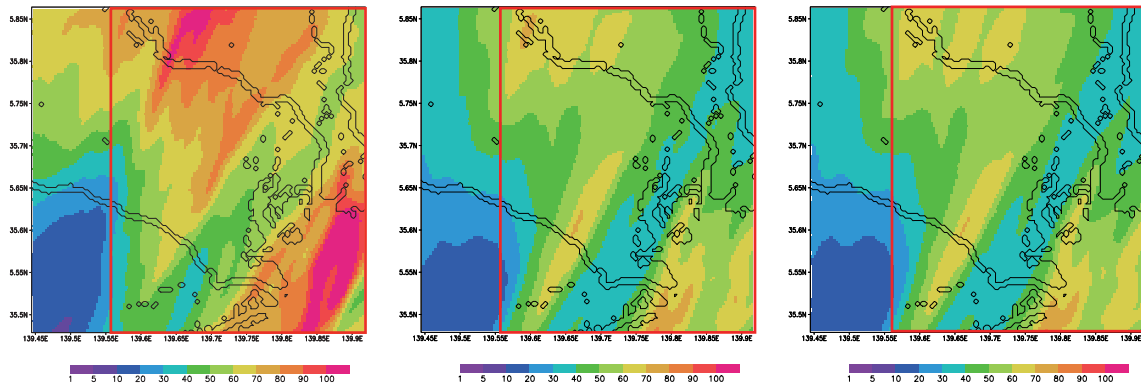


図-1 2011年8月20日のシミュレーション結果に基づいた24時間積算降水量

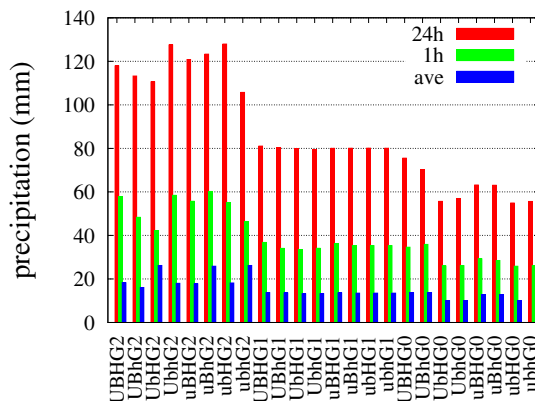


図-2 各ケースの24時間・1時間・領域平均最大降水量

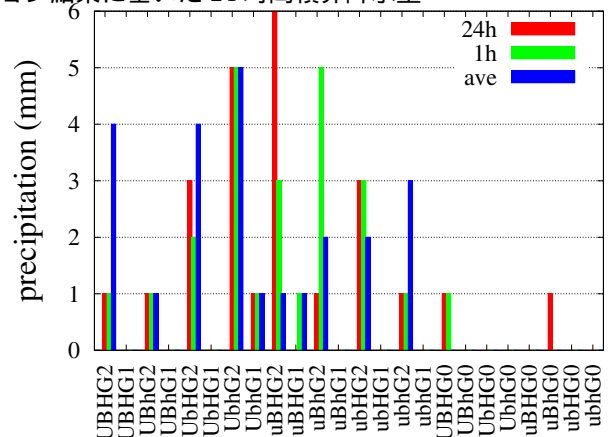


図-3 全14事例の階級別降水量発生回数

候を G1, 過去気候を G0 とする。取り扱う豪雨事例は、総降雨量が 50 mm 以上で、風速場の特徴はなるべく異なるように選定した。擬似温暖化データは、全球気候モデル GCM20 による現在気候と将来気候の間での変化量を、現在気候を精度よく再現したデータにアノマリとして加えて作成した。アノマリを加えて更新する変数は、気温、相対湿度、海面水温、海面校正気圧、風速である。

3. シミュレーション結果と考察

都市化 ON, 高層化 ON, 人工排熱 ON にし、大気の状態を変化させた場合の 24 時間積算降水量を図-1 に示す。温暖化 ON のケースにおいて、100 mm 以上の強雨が確認できる。続いて 24 時間最大降水量、1 時間最大降水量、領域平均最大降水量の 3 項目で評価する。各最大降水量の 1 事例あたりの平均値を図-2 に示す。同図の赤色が 24 時間最大降水量、緑色が 1 時間最大降水量、青色が領域平均最大降水量を表している。同図より、温暖化 ON のケースすべてにおいて降水量が多いことが特徴である。このことから、大気の変化量として加えた気温・相対湿度・海面水温の影響が大きいことが考えられる。

次に、12 事例それぞれにおいて各ケースの 24 時間最大降水量、1 時間最大降水量、領域平均最大降水量が 24 ケース中上位 2 位以内となった回数を図-3 に示す。同図より、1 時間最大降水量を多く記録したケースは UbhG と uBhG となっている。前者のケースにおいては、領域平均最大降水量も記録回数が多く、局

地的でなく広範囲に雨が降ったことが予測される。反対に、後者のケースでは領域平均最大降水量の記録回数は少ないが、1 時間最大降水量は一番多く記録している。このことから、局地的な短時間の雨が降るケースは都市化 OFF, 高層化 OFF, 人工排熱 ON, 温暖化 ON のケースであったことが示された。

4. まとめと今後の課題

本研究では、都市の高層化や人工排熱の増減、地球温暖化の進行などの種々の影響因子が降水システムの発生発達プロセスにどの程度の影響を与え得るのかを明らかにするため、数値実験による寄与度の定量化を試みた。各影響因子の寄与度の解析においては、都市化 OFF, 高層化 OFF, 人工排熱 ON, 温暖化 ON のケースにおいて短時間で局地的な豪雨が最も起こる可能性が示された。今後の課題として、マルチモデル実験、より詳細な土地利用データや都市構造の設定、また、事例数を増やすことや、設定条件、評価方法の検討を行い、各影響因子の寄与度を明確に評価する必要がある。

参考文献

- 1) 竹林英樹：大阪地域を対象とした都市環境気候地図の作成方法に関する研究、平成 22 年度国土政策関係研究支援事業研究成果報告書、p.10、2010。
- 2) ヒートアイランド対策ガイドライン平成 24 年度版、第 1 章、環境省、p.6、p.13、2012。
- 3) 東京都統計年鑑、東京都総務局統計部、(<http://www.toukei.metro.tokyo.jp/tnenkan/tn-index.htm>)。