

福岡平野における局地的豪雨の数値シミュレーション

九州大学大学院総合理工学研究院 正会員 久田 由紀子
九州大学大学院総合理工学府 中尾 豪伸
九州大学大学院総合理工学研究院 正会員 松永 信博
九州大学大学院総合理工学研究院 正会員 杉原 裕司

1. 研究目的

近年、夏季の日本の大都市を中心に、ゲリラ豪雨と呼ばれる都市型集中豪雨が発生している。ゲリラ豪雨は局地的かつ短時間に発生する。1時間雨量が100mmに達することもあり、一般的な市街地の排水能力である1時間雨量50mmを超えることから、地下浸水や河川の氾濫、交通網の麻痺など、多大な都市災害を引き起こしている。特に人口密度の高い日本の大都市圏では、その災害の規模は甚大である。ゲリラ豪雨の主要な原因として、都市の発展に伴う地表面被覆の変化、建造物の増加、エネルギー消費量の増大に伴うヒートアイランド現象などが挙げられている。さらに、地表面の高温化は、地上風の収束を招き、降水系を発達させると指摘されている。また、都市形成に伴う建物分布が生み出す力学的効果も降水に影響を与えていることも明らかになっている。本研究では、福岡都市圏の都市形成とゲリラ豪雨の関係を明らかにすることを目的としている。使用したモデルは、メソ気象モデル Weather Research and Forecasting Model (WRFV3.0)である。対象事例は、2006年8月14日に福岡都市圏の東部を中心として発生した局地的豪雨とする。再現シミュレーションと共に、都市形成に係る要素であるビル高さ、人工排熱を変えた感度実験を行い、都市形成が局地的豪雨に与える影響を調べている。

2. 対象事例

図1に2006年8月14日における福岡管区気象台と博多アメダスの降水量の時間変化を示す。福岡では降水が確認されていないが、博多では14時から16時の短時間に18.0mm/hと非常に強い雨が観測されている。この2地点は直線で4kmしか離れておらず、非常に局地的な降雨であったことがわかる。

3. 計算条件

計算領域を図2に示す。計算領域は広領域から狭領域まで4段階とし、最終の狭領域を福岡平野およびその周辺とする。計算条件は表1に示されている。

4. 局地的豪雨の再現シミュレーション

2006年8月14日の再現シミュレーションをbase runとする。後に感度実験のために計算設定上のビル高さ、人工排熱を変化させるが、base runでは、ビル高さ20m、人工排熱40W/m²とする。図3(a)、(b)にそれぞれ観測値と計算値の1時間積算雨量を示す。観測値にはレーダーアメダス解析雨量を用いている。観測値、計算値ともに降水強度が最も強い時刻が15時となった。15時における降水強度の分布に

おいては、福岡平野の西部では降水が全く確認されておらず、降水域は福岡平野の中央から東部にかけての地域となっている。

5. 感度実験

ゲリラ豪雨に与える都市の影響を評価するため、ビル高さと人工排熱を変化させた感度実験を行った。ビル高さに関する感度実験では、ビル高さを13m、20m (base run)、27mとした。図4に計算結果を示す。(a)が14時から15時における1時間積算雨量、(b)が14時半における地上10mの水平風と地上2000mの鉛直風である。ビル高さを低くすると収束域が小さくなり、高くすると収束域が分散する傾向があると思われる。ここでは図には示さないが、ビル高さと降雨域の面積には相関関係は見られないが、降水域の総降水量は高い相関があることが確認できた。

人工排熱に関する感度実験では、人工排熱を30W/m²、40W/m² (base run)、50W/m²とした。図5に計算結果を示す。(a)と(b)は図4と同様である。人工排熱の増加とともに、強雨域の面積は拡大し、上昇風も強くなる。しかし、ここでは図には示さないが、人工排熱の変化と総降水量には相関関係は見られなかった。この理由については、今後の検討課題とする。

6. 結論

感度実験より都市形成に関わるパラメータ（ビル高さ、人工排熱）を変化させることで、これらが降雨に影響があることを確認できた。今後はさらに様々なパラメータを用いて降雨に対する影響度を定量的に評価する予定である。

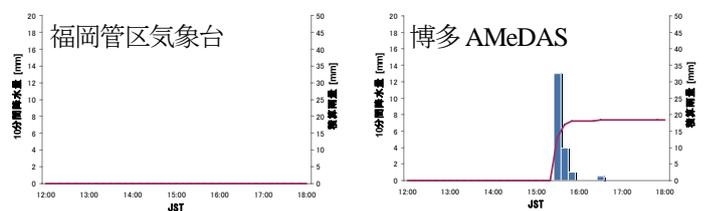


図1 2006年8月14日の降水量

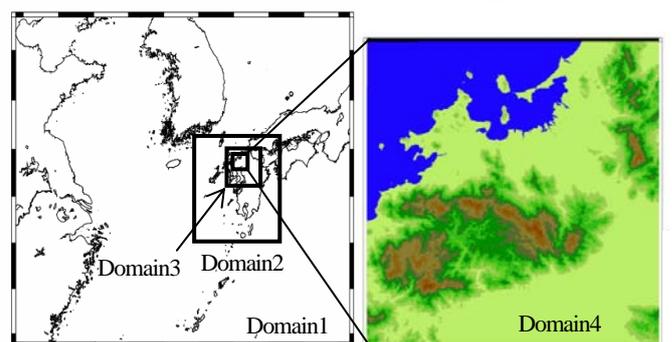
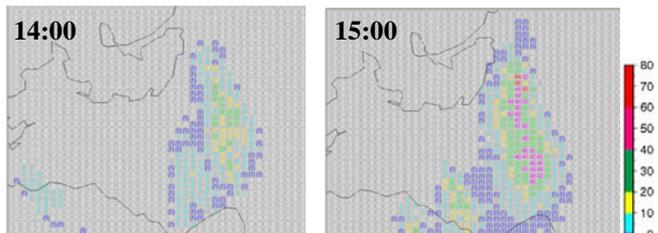


図2 計算領域

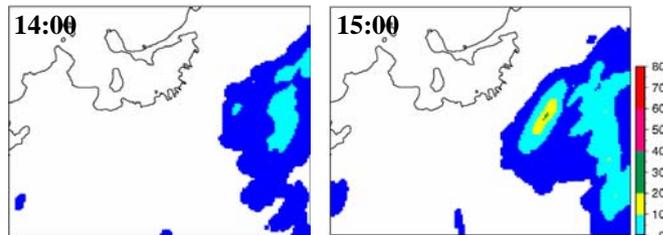
表 1 計算条件

Domain	1	2	3	4
ドメイン幅[km]	1790.1×1530.9	437.4×477.9	191.7×197.1	56.7×56.7
格子幅[km]	8.1	2.7	0.9	0.3
格子数	222×190	163×178	214×220	190×190
タイムステップ[sec]	45	15	5	1.25
土地利用データ	landuse_2m	landuse_30s	Jland_100m	Jland_100m
標高データ	topo_2m	topo_30s	Jtopo_50m	Jtopo50m
提供元	USGS		国土地理院	
初期・境界条件データ	NCEP FNL Global Analyses (解像度1度)			
Microphysics	WSM 6-class scheme			
Surface Layer scheme	Monin-Obukhov scheme			
Longwave Radiation	Rapid Radiative Transfer Model			
Shortwave Radiation	Dudhia scheme			
Land Surface Model	Noah Land Surface Model-Urban Canopy Model			
Planetary Boundary Layer	YSU scheme			
Cumulus Parameterization	Kain-Fritsch scheme			

※Cumulus ParameterizationはDomain 1のみに用いている

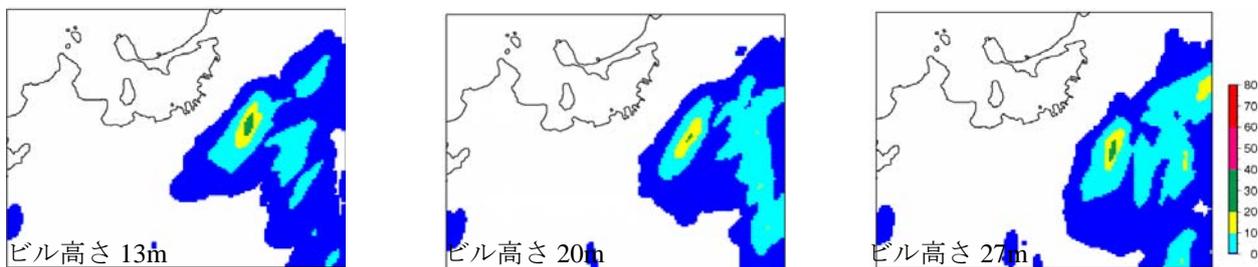


(a) 観測値(レーダーアメダス解析雨量)

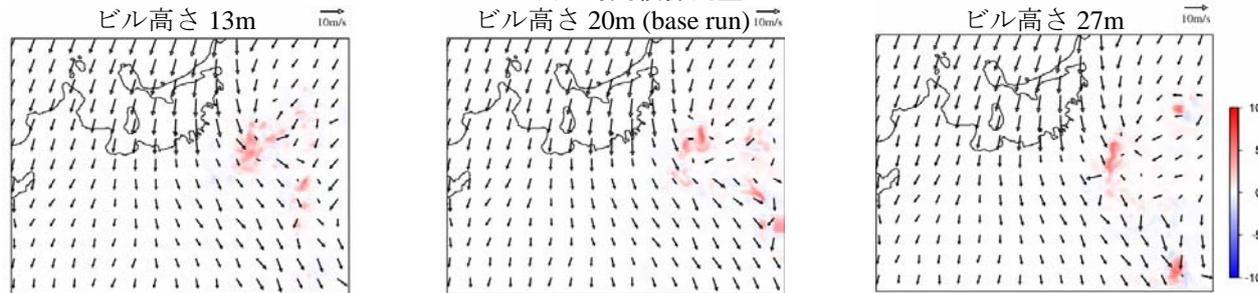


(b) 計算値

図 3 1時間積算雨量の観測値と計算値

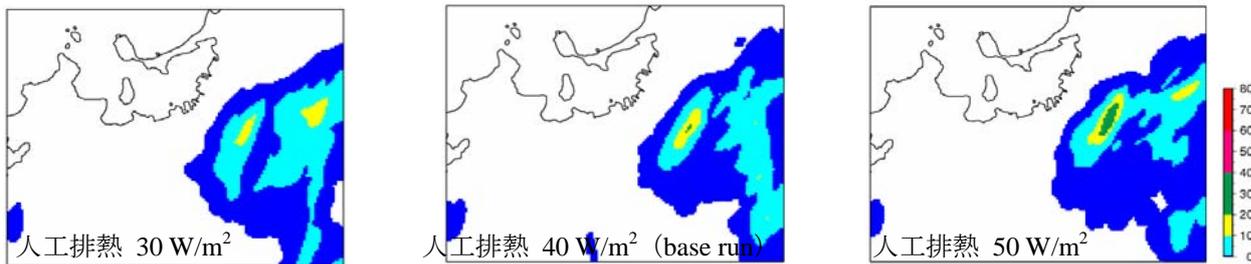


(a) 1時間積算雨量

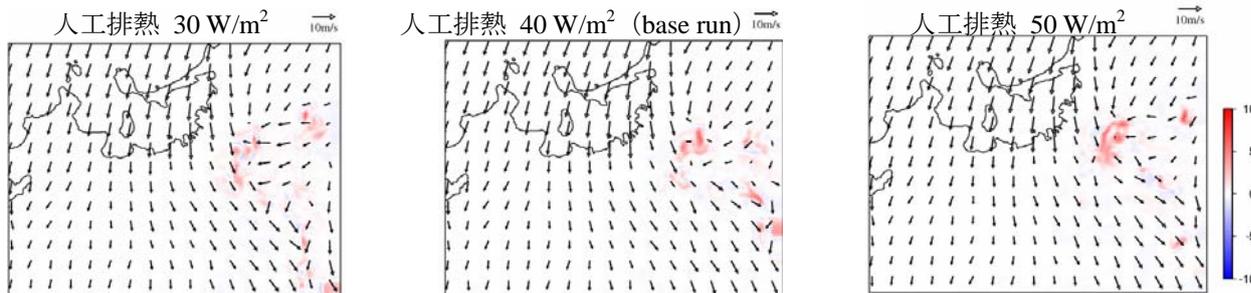


(b) 地上 10m 水平風・地上 2000m 鉛直風

図 4 ビル高さに関する感度実験



(a) 1時間積算雨量



(b) 地上 10m 水平風・地上 2000m 鉛直風

図 5 人工排熱に関する感度実験