

都市が夏期降水に与える影響の数値解析 —京阪神地域における長期解析—

NUMERICAL ANALYSIS OF THE IMPACT OF URBANIZED LAND COVER ON SUMMERTIME PRECIPITATION –LONG-TERM ANALYSIS IN KEIHANSHIN AREA–

○学生会員 笠本 健士朗*¹, 非会員 嶋寺 光*¹, 非会員 松尾 智仁*¹, 非会員 近藤 明*¹
Kenshiro KASAMOTO*¹, Hikari SHIMADERA*¹, Tomohito MATSUO*¹, Akira KONDO*¹

*¹ 大阪大学大学院工学研究科, Graduate School of Engineering Osaka University, Suita-shi, Osaka, 565-0871 Japan

Corresponding author: Kenshiro Kasamoto, E-mail : kasamoto.k@ea.see.eng.osaka-u.ac.jp

The urban heat island may affect rainfall frequency and intensity. This study utilized the Weather Research and Forecasting model (WRF) to estimate the impact of urbanized land cover on rainfall in Keihanshin area. The impact of urban land use was estimated by comparing two simulation cases with the present land use data and no-urban land use data in which “urban area” was replaced by “grassland”. The urbanized land cover increased rainfall by enhancing the formation and development of convective clouds under unstable atmospheric conditions. While both rainfall frequency and intensity increased because of the urbanized land cover, there was a remarkable enhancement in the intensity of short-term strong rainfall.

1. はじめに

ヒートアイランド現象は、猛暑や熱帯夜の原因となるだけでなく、局地的降雨にも影響していると言われている⁽¹⁾。日本の主要都市の一つである大阪では、ヒートアイランド現象によって気温が上昇し、観測データから短時間強雨が増加傾向にあることがわかっている⁽²⁾。これまでに、限定された都市域において降雨頻度が増加していること、都市化が局地気象に影響を与えていることがわかっているが、日本の主要都市におけるヒートアイランド現象と降雨の関係およびその降雨強度への影響については明確になっていない。また、数値モデルによる解析では、観測データの分析のみによる評価では取り除くことが困難である広域的な気候変動をはじめとする様々なほかの要因による影響を排除し、都市化の影響だけを切り出して評価することができる。したがって、本研究では、都市化の降雨に対する影響を評価するために、日本の主要都市の一つである大阪市を含む京阪神地域を対象に、気象モデルによる解析を行った。

2. 計算条件

2.1 気象モデル

本研究では気象モデルに Weather Research and Forecasting model (WRF)⁽³⁾ のバージョン 3.5.1 を使用した。本研究で使用した WRF の設定を表 1 に示す。

Table 1 WRF configurations

Parameter	Setting
Topography	USGS (30 sec)
Land use	GIA of Japan (100 m)
Initial and boundary	NCEP FNL, REG-SST-HR, MSM-GPV
Nesting	No feedback
Cumulus	Off
Microphysics	WSM6
Radiation	Dudhia / RRTM
PBL	YSU
Land surface	Noah LSM (without UCM)
Analysis nudging	Off

2.2 計算領域・計算期間

本研究で使用した WRF の計算領域および地域気象観測所の位置を図 1 に示す。計算領域は近畿地方を対象とする D01 と京阪神地域を対象とする D02 とした。計算期間は 2006～2015 年の各年の 7 月～9 月の 3 ヶ月間 (6 月 24～30 日を助走期間) と

した。さらに、計算期間のうち D02 で台風あるいは前線が接近・通過している日を除外し、都市化の影響の評価対象期間とした。

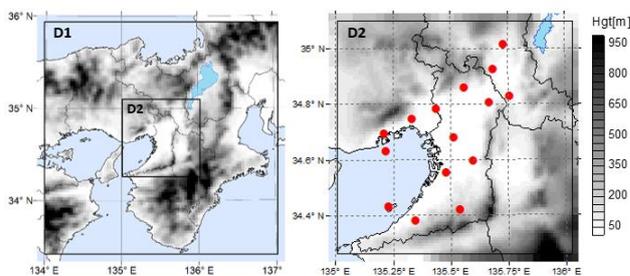


Figure 1 Modeling domains and locations of AMeDAS stations

2.3 解析ケース

本研究では、ヒートアイランド現象が降雨に及ぼす影響を評価するために、現況土地利用を用いた URBAN ケースと、D02 の「都市域」を「草地」に変更した土地利用を用いた NOURB ケースで計算を行った。URBAN ケースと NOURB ケースの土地利用分布を図 2 に示す。

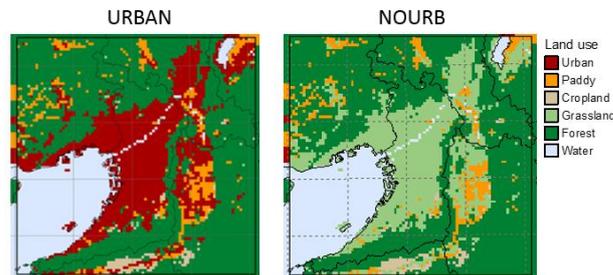


Figure 2 Land cover of URBAN case and NOURB case

3. 計算結果と考察

3.1 都市化の降水に対する影響

(1) 空間的变化および降水量増加について

D02 について、地上気温・湿度、顕熱・潜熱フラックス、大気境界層 (PBL) 高さおよび月降水量の評価対象期間平均値について、URBAN と NOURB の差分を図 3 に示す。土地被覆の変化に伴い、潜熱フラックスが都市域にて減少した。これにより、顕熱フラックスが上昇した。気温は、都市域において上昇

し、湿度は、都市域において減少した。また、PBL 高さは上昇し、降水量は増加した。

この降水量の増加は、都市化による気温上昇によって PBL 高さが上昇した、すなわち大気が不安定となったことで、対流雲の形成が起りやすくなったことが原因であると考えられる。

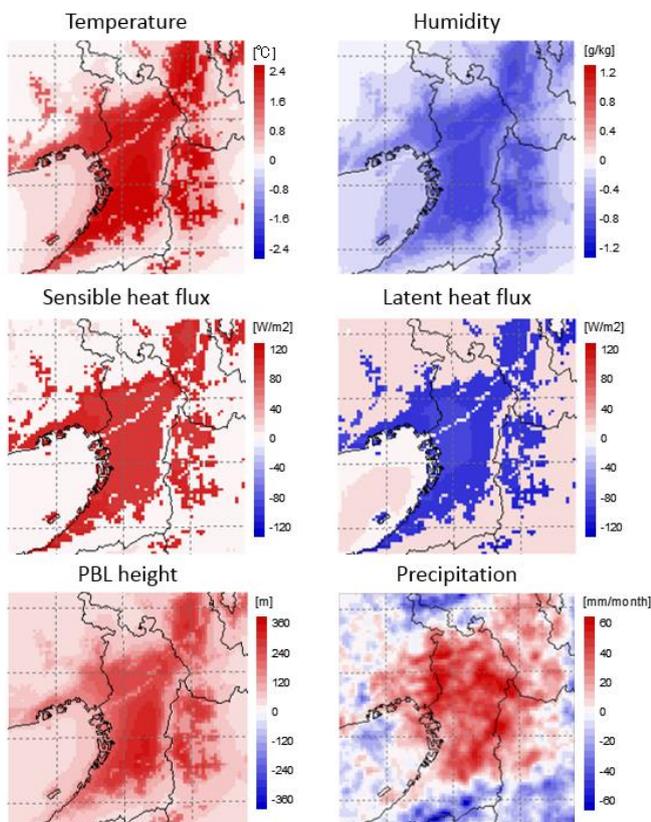


Figure 3 Spatial distributions of the urban impacts on air temperature, humidity, sensible heat flux, latent heat flux, atmospheric boundary layer height and precipitation (URBAN – NOURB)

(2) 降水強度に対する都市化の影響

降水強度に対する都市の影響を評価するために、解析対象日を URBAN ケースの都市域で平均した日降水量によって分類した。分類は

- 1) 弱い降水： 1mm/d 以上 10mm/d 未満
- 2) 中程度の降水： 10mm/d 以上 25mm/d 未満
- 3) 強い降水： 25mm/d 以上

とした。

D02について、各分類の日降水量の URBAN ケースと NOURB ケースの差分を図4に示す。また、各分類における一時間降水量の頻度と NOURB から URBAN への頻度増加比率を表2に示す。全分類において、降水量が増加していることから、都市化が全強度の降水に影響を与えていることがわかる。また、すべての分類において短時間強雨（1時間に10mm/h以上）の比率が大きいことから、都市化は特に短時間強雨への影響が大きいことがわかる。

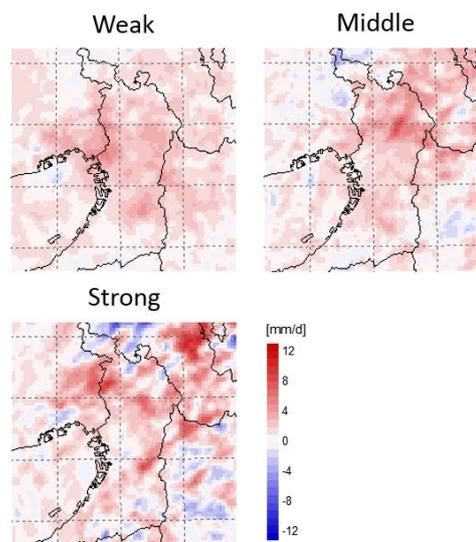


Figure 4 Spatial distributions of the urban impacts on precipitation in each classification (URBAN – NOURB)

Table 2 Frequency and increase ratio of hourly rain each classification

	Intensity (mm/h)	URBAN (%)	NOURB (%)	Ratio
Weak rain	[0.5, 10)	4.39	3.82	1.15
	[10, ∞)	0.30	0.24	1.28
Middle rain	[0.5, 10)	11.71	10.90	1.07
	[10, ∞)	1.47	1.21	1.22
Strong rain	[0.5, 10)	17.11	16.74	1.02
	[10, ∞)	4.86	4.34	1.12

4. 結論

本研究では、気象モデル WRF を用いて、現況の土地利用をもつ URBAN ケースとその都市域を草地に変更した土地利用をもつ NOURB ケースのシミュレーションを行い、その結果を比較することで、都市化が降水に与える影響を評価した。

本研究で得た結果を以下にまとめる。

- 1) 降水量の増加は、都市化による気温上昇に伴い、大気がより不安定になったことで、対流雲の形成が起りやすくなったことが原因である。
- 2) 都市化は、強い降水を含めた全強度の降水に影響を与えており、特に短時間強雨の頻度を増加させている。

参考文献

- (1) 国土技術政策総合研究所, ヒートアイランド現象とその影響, <http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryounn/tnn0406pdf/ks0406005.pdf>
- (2) 大阪府河川整備審議会, 近年の降雨を踏まえた取組みについて, http://www.pref.osaka.lg.jp/attach/4127/00195550/04_h27bukai3_siryu2-2.pdf
- (3) Skamarock W.C., Klemp J.B., Dudhia J., Gill D.O., Baker, D.M., Duda, M.G, Huang, X.-Y., Wang, W., Powers J.G: A description of the advanced research WRF version 3, NCAR Technical Note, NCAR/TN-475+STR. DOI: 10.5065/D68S4MVH, 2008