

世界 28 メガシティを対象とした 都市構造や地理・気候条件がヒートアイランド現象に及ぼす影響評価

東京理科大学	学生会員	○浅見 真由
東京理科大学	正会員	仲吉 信人
東京工業大学	正会員	Alvin C. G. Varquez
東京工業大学	正会員	神田 学

1. はじめに

現在、都市化による気温の長期的な上昇傾向が確認されており、睡眠障害の増加など、都市の熱環境の変化による被害も報告されている。人工排熱や地表面被覆の変化など、都市化に伴う要因がヒートアイランド形成に寄与することは知られているが、同程度の規模の都市でもヒートアイランドの現れ方は様々であり、各地域の地理的な要素や気候的な要素も影響を及ぼしていると考えられる。しかしそのメカニズムや、それぞれの要素との関わりは未だに解明されていないことが多い。そこで、条件の異なる複数の都市を同一基準で比較するには気象シミュレーションが有効であると考えられる。これまでは都市気象計算に必要なデータベースが入手できる都市が限られていたが、近年、都市気象学をグローバル展開する試み¹⁾の中で、全球規模で高解像度人工排熱・建物幾何パラメータデータベースの構築²⁾³⁾と、それらを組み込む都市キャノピーモデルの整備が行われ、全球スケールで都市気象計算が可能になりつつある。そこで本研究では、世界のメガシティを対象としてヒートアイランド現象のシミュレーション計算を行い、都市的な要素やその地域の地理条件や気候条件が及ぼす影響を明らかにすることを試みる。

2. 解析手法

(1) 計算条件

領域気象モデル WRF を用いて気象計算を行う。計算期間は助走期間 18 時間を含んだ連続した 3 日間に設定し、初期値および境界値には、アメリカ環境予測センターの再解析データ (NCEP FNL) を用いた。短期的な気象影響を除くために、境界値には、2006 年から 2015 年の 8 月の 6 時間毎のデータをアンサンブル平均したものを用いる。初期値には同様に得られた 0 時のデータを使用する。最小計算領域の空間解像度は 2 km とする。

(2) 対象都市

図-1 に示す 28 都市を対象都市とする。図中の数字は都市の識別コードであり、図-2 のそれと対応する。対象都市は、国連の 2015 年都市圏人口予測⁴⁾の上位を選定した。計算領域は都市の広がりをも十分に考慮できるように設定する。

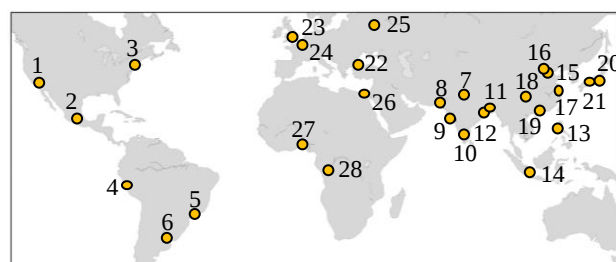


図-1 対象都市

(3) 計算ケース

都市ありと都市なしの 2 ケースについてシミュレーションを行う。本研究では、地上 2 m 気温の 2 ケースの差をヒートアイランド強度とする。都市領域の決定には、MODIS から得られた土地分類を使用する。都市なしのケースでは、都市に分類されているグリッドを、その周辺で都市の次に多い土地分類に変換して計算する。都市ありの計算には粗度や人口排熱の高解像度の空間分布データなどを使用している。詳細については Varquez et al⁵⁾を参照されたい。

キーワード WRF 都市気象 ヒートアイランド 地理 気候

〒278-0022 千葉県野田市山崎 2641 五号館三階水理研究室 東京理科大学 TEL04-7124-1501(内線 4069)

3. 結果と考察

28都市それぞれについて、都市域全体で1日平均した都市なしケースの2 m気温とヒートアイランド強度を図-2に示す。都市によってヒートアイランド強度の大きさにばらつきが見られる。そこで、都市的な要素や地理・気候的な要素とヒートアイランド強度の関係を調べ、都市間の違いが何の影響によって生じているのか考察を行う。

気候的な要素の1つである、地上2 mにおける風速との関係を表わした散布図を図-3に示す。(a)、(b)はどちらも縦軸にヒートアイランド強度、横軸に風速を取った図であるが、(a)は緯度の絶対値、(b)は各都市の平均粗度をプロットの色で表わしたものである。風速とヒートアイランド強度の間には負の相関がみられる。これは、風による顕熱輸送の増加よりも、大気の混合が進むことで都市に蓄えられた熱が周囲に輸送されることのほうが強く起こっているためであると考えられる。また、図3-(a)より、高緯度の都市ほどグラフの左上に位置する傾向がみられる。高緯度地域では、早朝と夕方の太陽高度の低い時間が長く続くため、建物壁面での日射の吸収率が増加し、ヒートアイランド強度が大きくなると考えられる。一方で図3-(b)より、粗度とはあまり関係が認められなかった。このことから、粗度による風速変化の度合いが及ぼす影響よりも、それぞれの都市の気候がもともと有する風速の影響が強いと考えられる。以上より、都市的な要素はヒートアイランド現象の要因になっていることは知られているが、都市間の比較においては、都市的な要素である粗度よりも、風速や緯度の影響を強く受けることが明らかになった。

謝辞

本研究は次の科学研究費補助金の支援を受けた。ここに敬意を表す。課題番号:18K13840 および 17H01292

参考文献

- 1) Varquez, A.C.G.: Global Urban Climatology, Journal of Japan Society of Hydrology and Water Resources, 29-5 (2016), pp.313 – 325.
- 2) Dong Y., Varquez A.C.G., Kanda M.: Global anthropogenic heat flux database with high spatial resolution, Atmospheric Environment, 150 (2017), pp.276-294.
- 3) Darmanto, N.S., Varquez, A.C.G., Kanda, M.: Urban roughness parameters estimation from globally available datasets for mesoscale modeling in megacities, Urban Climate, 21 (2017), pp.243-261.
- 4) United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014). World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Online Edition.
- 5) Varquez, A. C. G., Natsumi, K., Manabu, K., Makoto, N.: Numerical investigation of anthropogenic heat emission impacts on large Asian cities, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser., B1 (Hydraulic Engineering). Vol. 74, No. 5, I_1177-I_1182.

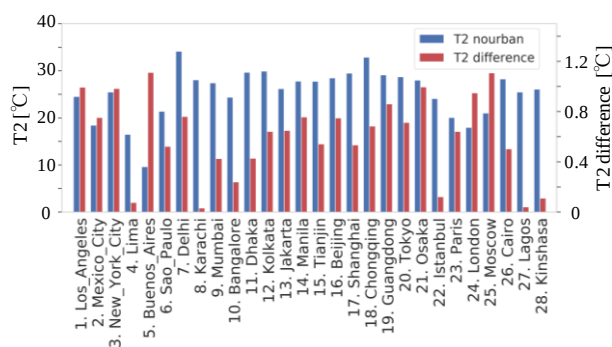


図-2 各都市の都市なし気温とヒートアイランド強度

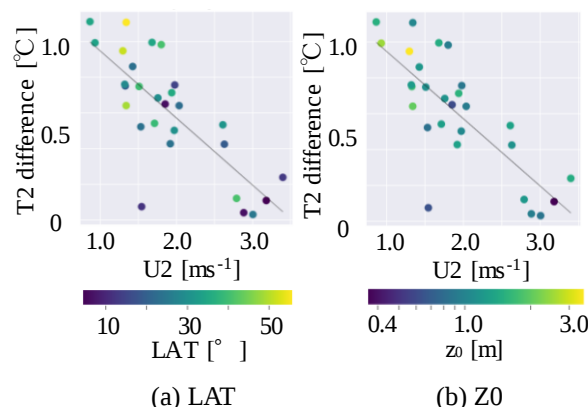


図-3 ヒートアイランド強度と風速の関係