

熊谷猛暑の形成メカニズム —2007 年 8 月 16 日の事例解析—

THE FORMATION MECHANISM OF THE ABNORMAL HIGH TEMPERATURE IN AROUND KUMAGAYA CITY Case study of 16 August 2007

○ 高根 雄也^{*1}, 日下 博幸^{*1,2}, 原 政之^{*3}, 足立 幸穂^{*1}, 木村 富士男^{*1}

○ Yuya TAKANE^{*1}, Hiroyuki KUSAKA^{*2}, Masayuki HARA^{*3}, Sachiho ADACHI^{*1} and Fujio KIMURA^{*1}

^{*1} 筑波大学大学院生命環境科学研究科 Graduate school of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

^{*2} 筑波大学計算科学研究センター Center for Computational Sciences, University of Tsukuba

^{*3} 海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センター Frontier Research Center for Global Change / Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Corresponding author: Yuya TAKANE, s0820940@ipe.tsukuba.ac.jp

Numerical simulations were conducted to investigate the formation mechanism of the abnormal high temperature in around Kumagaya city, Saitama prefecture on 16 August 2007. First, we investigated the observed wind, air temperature, and humidity field. (1) A ground surface level was dry because there were no precipitations. (2) Sea breeze are found in the only coastal areas because the inland areas including Kumagaya city covered by the north wind. Second, we reproduce the wind and air temperature distributions well, using WRF model. Sensitivity experiments reveal the mechanism of the high temperature formation around Kumagaya city.

1. はじめに

埼玉県熊谷市は、東京都心から 50~70 km 圏の関東平野内に位置する人口約 20 万人の都市である。2007 年 8 月 16 日に、40.9 °C という観測史上最高気温を記録した。これを受けて、熊谷で猛暑を引き起こした要因を明らかにするための調査・研究が現在、活発におこなわれている⁽¹⁾。気象庁 (2007)⁽¹⁾ は猛暑を引き起こした要因として、太平洋高気圧の日本付近への張り出しと、フェーン現象などの地形の影響を挙げている。その他、首都圏で排出された熱の内陸域への輸送効果など、様々な要因が指摘されているものの、猛暑を引き起こす支配的な要因は明らかにされていない。

したがって、本研究では、2007 年 8 月 16 日に熊谷で発生した猛暑の形成メカニズムを、数値シミュレーションによって定量的に明らかにすることを目的とする。

2. 猛暑発生日の気象場の特徴

熊谷で記録的な猛暑が発生した 2007 年 8 月 16 日は、太平洋高気圧に覆われた、晴天静穏日であった (図 1)。太平洋高気圧は、8 月 6 日頃から日本付近を覆い始め、8 月 10 日から 16 日に至っては、日本付近に張り出したまま停滞していた。そのため、熊谷では 8 月 6 日から 10 日間連続で降水が観測されておらず、日照時間も約 10 時間と長くなっている。熊谷における風系に注目すると、8 月 12 日~15 日は風向が南寄りであるのに対して、猛暑が発生した 16 日は北寄りの風が卓越していた (図 2 a)。16 日における気象場の特徴をまとめると次のようになる。(1) 降水が観測されていないため、地表面は乾燥していた。(2) 熊谷上空では、北寄りの風が卓越しており、関東平野で発生する大規模海風⁽²⁾ は内陸域には未侵入であった。(3) 北寄りの風と海風は、さいたま市付近に収束線を生じていた (図 2 a : 点線)。以上、3 つの特徴が挙げられる。これらの特徴が猛暑の形成要因に寄与している可能性がある。

3. 数値モデルの概要と計算設定

数値シミュレーションには、NCAR (米国大気研究センター) などによって開発されたメソ気象数値モデル WRF (Weather Research and Forecasting) モデル⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾ を使用した。WRF モデルの計算設定を、表 1 に示す。本研究では、関東平野を中心に領域を設定し、水平格子間隔を 2 km、鉛直格子は最下層が 30 m となるように 34 層に分割して計算を行った。使用した物理モデ

ルは、放射モデルには RRTM スキーム⁽⁷⁾、積雲パラメタライゼーションには Kain-Fritsch スキーム⁽⁸⁾、乱流モデルには TKE スキーム⁽⁹⁾、地表面モデルには Noah-LSM スキーム⁽¹⁰⁾ を用いた。また、初期値と境界値には、気象庁メソ客観解析値 (大気)、NCEP の全球客観解析値 (土壌) と RTG-SST 値 (海面温度) を、土地利用分布には、数値地図 5000 (土地利用; 国土数値情報) を使用した。初期時刻は、2007 年 8 月 12 日 00 時 (UTC) とした。

4. 数値モデルの精度検証

数値モデルで計算された、関東平野における 2007 年 8 月 16 日 14 時 (JST) の風系 (地上 10 m) を、図 2 (b) に示す。関東平野内陸域での北寄りの風、沿岸域の海風がうまく再現されていることがわかる。風の収束線の位置 (さいたま市付近) もほぼ同様の位置にある。次に、熊谷における同日の地上気温 (地上 2 m) の時間変化を、図 3 に示す。数値モデルによる計算値は、地上気温の時間変化を適切に再現している。観測値と計算値の差は、最大でも 1°C であった。

以上のように、数値モデルは現実の気象場を定性的にも定量的にも良好に再現できていると言える。感度実験の結果と考察については、紙面の都合上、発表当日に紹介する。

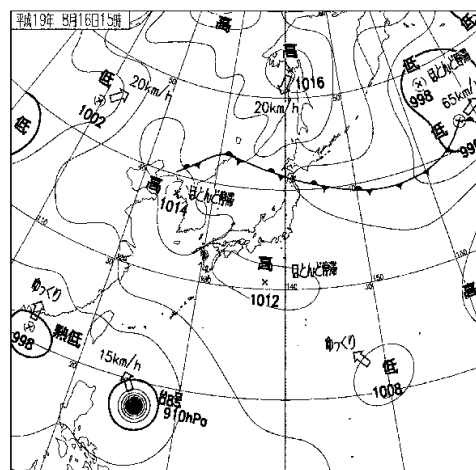


図 1 2007 年 8 月 16 日 15 時 (JST) における地上天気図 (気象庁 HP より)。

表1 WRF モデルの計算設定.

| | 領域1 |
|--------------|--|
| 基礎方程式 | 完全圧縮性流体・非静力学平衡 |
| 水平格子間隔 (km) | 2 |
| 水平格子数 (X×Y) | 260×260 |
| 鉛直格子数 | 34 (最下層: 30m) |
| 計算時間 (期間) | 120時間 (2007/08/12 00:00 ~ 08/17 00:00 UTC) |
| 雲微物理 | Lin et al. scheme (Chen and Sun, 2002) |
| 積雲パラメタリゼーション | Kain-Fritsch (Kain and Fritsch, 1993) |
| 放射 | rrtm scheme (Dudhia, 2004) |
| 大気境界層 | TKE scheme (Mellor and Yamada, 1990) |
| 地表面過程 | Noah-LSM (Chen and Dudhia, 2001) |
| 初期・境界条件 (大気) | 気象庁メソ観解析値 (MANAL) |
| " (土壌) | NCEP 全球観解析値 (FNL) |
| " (海面温度) | NCEP RTG-SST値 |

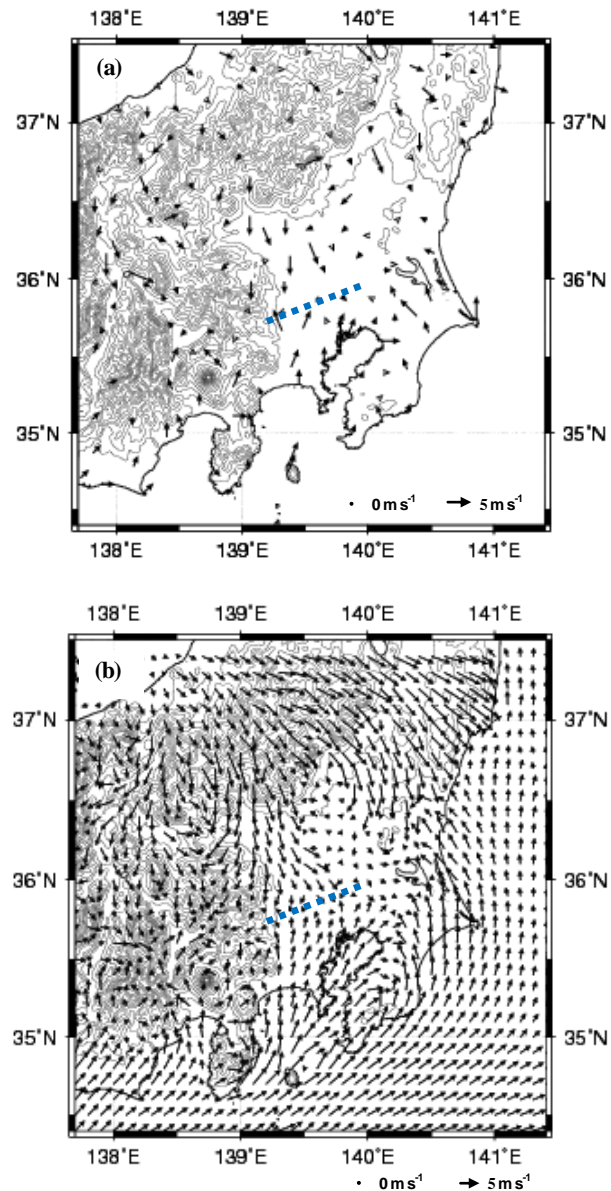


図2 関東平野における8月16日14時 (JST) の風系。
(a) は実測値, (b) は計算値を示す。
点線は収束線, 実線は標高を表している (200m 毎)。

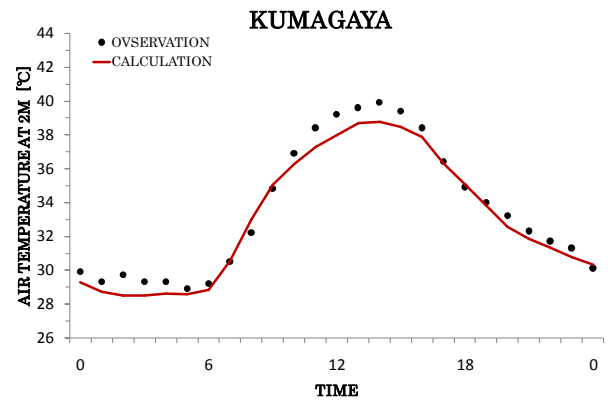


図3 熊谷地方気象台における地上気温 (地上 2 m) の時間変化 (8月16日). 点は実測値を, 実線は数値モデルによる計算値を示す。

謝辞

本研究は, 環境省の地球環境研究推進費 (S-5) の支援により実施された。

参考文献

- (1) 気象庁, 2007 年 8 月の関東地方及び近畿地方におけるヒートアイランドについて (速報), 報道発表資料, <http://www.jma.go.jp/jma/press/0710/05a/HeatIsland2007summer.pdf>, (2007).
- (2) Kondo, H., A numerical experiment of the "Extended sea breeze" over the Kanto plain, J. Meteor. Soc. Japan., 68(1990), pp.419-434.
- (3) Skamarock, W. C., Klemp, J. B., Dudhia, J., Gill, D. O., Barker, D. M., Wang, W., and Powers, J. G., A description of the advanced research WRF version 2, NCAR/TN-468+STR(2005), pp.1-88.
- (4) Kusaka, H., and Kimura, F., Coupling a single-layer urban canopy model with a simple atmospheric model: Impact on urban heat island simulation for an idealized case, J. Meteor. Soc. Japan, 82(2004a), pp.67-80.
- (5) Kusaka, H., and Kimura, F., Thermal effects of urban canyon structure on the nocturnal heat island: Numerical experiment using mesoscale model coupled with urban canopy model, J. Appl. Meteor., 43(2004b), pp.1899-1910.
- (6) Kusaka, H., H. Kondo, Y. Kikegawa, and F. Kimura, A simple single-layer urban canopy model for atmospheric models: Comparison with multi-layer and slab models, Bound.-Layer Meteor., 101(2001), pp.392-358.
- (7) Dudhia, The Weather Research and Forecasting model version 2.0, http://www.mmm.ncar.edu/mm5/workshop/workshop-papers_ws04.html.
- (8) Kain, J. S., and Fritsch, J. M., Convective parameterization for mesoscale model: The Kain-Fritsch scheme, The representation of cumulus convection in numerical models, K. A. Emanuel and D. J. Raymond, Eds., Amer. Meteor. Soc., 246(1993).
- (9) Mellor, G. L., and T. Yamada, Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems, Rev. Geophys. Space. Phys., 20(1982), pp.851-875.
- (10) Chen, F., and Dudhia, J., Coupling an advanced land-surface / hydrology model with the Penn State / NCAR MM5 modeling system. Part1: Model description and implementation, Mon. Wea. Rev., 129(2001), pp.569-585.