

松山平野における人工排熱・粗度分布の推定と気象モデル WRF を用いた感度分析

愛媛大学大学院 学生会員 ○大石直輝 久万高原町役場 非会員 佐藤亮介
愛媛大学大学院 正会員 森脇亮

1. はじめに

近年、日本では都市部の気温が郊外に比べて上昇するヒートアイランド現象が発生し、松山平野でもヒートアイランド現象が確認されている¹⁾。ヒートアイランド現象の主な要因にエネルギー消費に伴う人工排熱と地表面粗度の増加による風速の減少などが挙げられる。都市部におけるエネルギー消費は大きく分けて建物・産業・交通の三つに分類される。それらで使用される電気、燃料等のエネルギーが消費されて、熱として大気に放出されている。また、都市域における建物の高層化・高密度化により粗度が増加することで、都市域での風速の減少が考えられる。本研究では愛媛県松山市を中心とする松山平野における人工排熱・粗度分布を推定し、それらを気象モデル WRF の地表面境界条件として与えることによって、2011 年 9 月 13 日 0 時から 24 時の数値シミュレーションを行い、感度分析を行った。

2. 人工排熱の推定方法

人工排熱は建物排熱・産業排熱・交通排熱の三つから構成されている。

a)建物排熱

本研究では Moriwaki et al.(2008)²⁾の手法を用いて、ゼンリン社の住宅地図情報 Zmap TOWN II と国土地理院の土地利用 3 次メッシュデータと松山平野における各自治体の用途地域図を用いて、松山平野における建物用途地域別延べ床面積を算出した。これに建物用途別単位床面積当たりの排熱係数²⁾を乗じ、建物用途別年間排熱量メッシュデータを算出した。そして、月別時刻別エネルギー使用割合³⁾を乗じて、月別時刻別建物排熱量メッシュデータを算出した。

b)産業排熱

本研究では保刈ら⁴⁾の手法を用いて、EAggrid2000 データ⁵⁾の月別時刻別 CO₂ 排出量(3 次メッシュ単位)と愛媛県産業燃料消費割合⁶⁾を乗じて、月別時刻別使用燃料別 CO₂ 排出量を算出した。そして、CO₂ 排出係数⁷⁾を用いて、月別時刻別産業排熱量メッシュデータを算出した。

c)交通排熱

EAggrid2000 データ⁵⁾の月別時刻別 NO_x 排出量(3 次メッシュ単位)から走行距離を算出し、愛媛県交通燃料消費割合⁸⁾を乗じて、月別時刻別使用燃料別走行距離を算出した。そして、燃料別単位発熱量⁷⁾を用いて、月別時刻別交通排熱量メッシュデータを算出した。

3. 粗度の推定方法

ゼンリン社の住宅地図情報 Zmap TOWN II と国土地理院の土地利用 3 次メッシュデータから平均建物高さ H と建蔽率 λ_p を算出した。これら 2 つの幾何パラメータを風洞実験より得られた経験式 Macdonald et.al(1998)⁹⁾を用いて、粗度パラメータ(ゼロ面変位 d, 運動量粗度 z_0)を算出した。

4. 気温・風系の感度分析

表-1 4case における粗度分布と人工排熱

各 case における粗度分布と人工排熱の有無による気温・風系の感度分析を行う。粗度分布と人工排熱の有無は右の表-1 にまとめた。

a)気温の感度分析

図-1 の case1(粗度分布無, 人工排熱無)と case3(粗度分布無, 人工排熱有)を比較すると, case3 の気温が上昇している。また図-2 より, 点 A(松山中心部)において人工排熱の小さい夜中 3 時を除けば, 人工排熱は約 1℃気温を上昇させていることがわかった。

	粗度分布	人工排熱
case1	無	無
case2	有	無
case3	無	有
case4	有	有

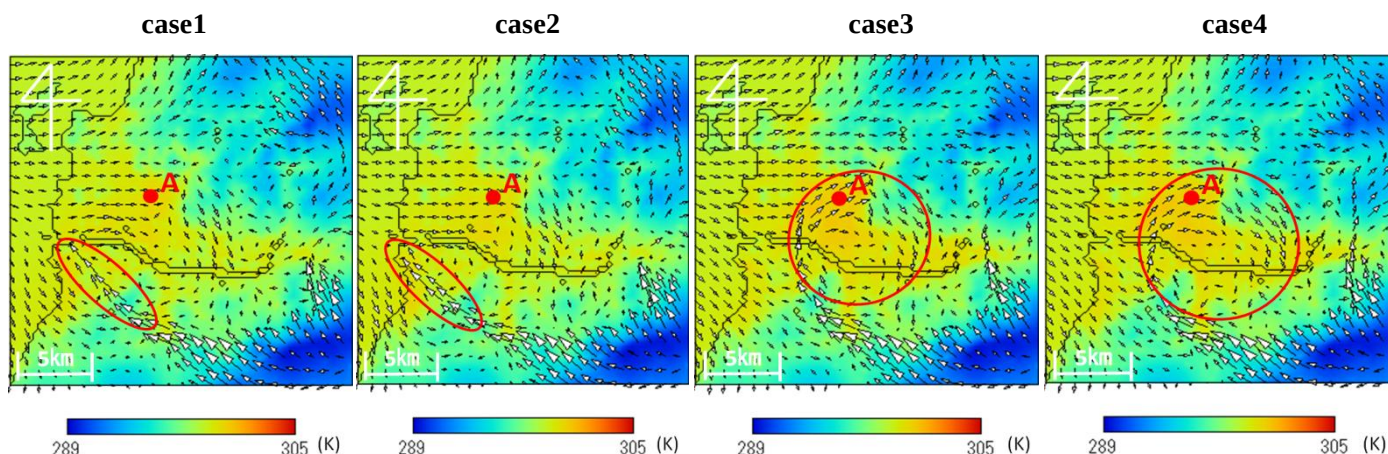


図-1 松山平野における 0 時の気温・風系分布(case 名は表-1 参照)

b) 風系の感度分析

図-1 の case1(粗度分布無, 人工排熱無)と case3(粗度分布無, 人工排熱有)を比較すると, case3 の図中の赤丸で囲った領域において, 高温域である点 A へ風が収束し, 風系が大きく変化していることがわかった. case1(粗度分布無, 人工排熱無)と case2(粗度分布有, 人工排熱無)を比較すると, case2 の図中の赤丸で囲った領域において, case1 よりも風の強い領域が南にずれており, 粗度の変化が風系に影響を与えることがわかった. case3(粗度分布無, 人工排熱有)と case4(粗度分布有, 人工排熱有)を比較すると, case4 の図中の赤丸で囲った領域において, case3 と同様に点 A へ風が収束しているが, case3 より風系が大きく変化していることがわかった.

以上のことから, 人工排熱は風系に大きな影響を与えることがわかり, 人工排熱には劣るが粗度も風系に影響を与えることがわかった. そして, 粗度の大きな点 A であっても, 風は高温域の点 A へ収束する傾向がわかった. これは都市域において上昇気流が発生していることが示唆される.

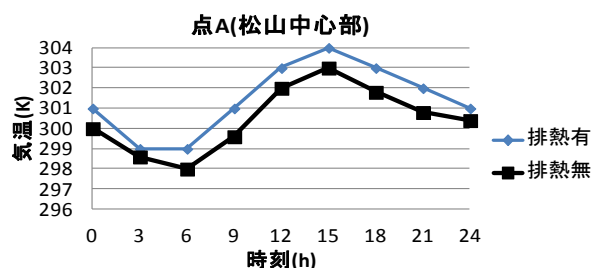


図-2 点 A(松山中心部)における case1(人工排熱無)と case3(人工排熱有)の気温の時系列

参考文献

- 1) 藤森祥文, 林佑亮, 森脇亮: 松山平野におけるヒートアイランドの特性, 水工学論文集, 第 54 巻, pp.313-318, 2010.
- 2) R. Moriwaki, M. Kanda, H. Senoo, A. Hagishima, and T. Kinouchi (2008), Anthropogenic water vapor emissions in Tokyo, *Water Resour. Res.*, 44, W11424, doi:10.1029/2007WR006624.
- 3) 日本地域冷暖房協会: プロジェクト 2010 日本全国地域冷暖房導入可能性調査研究平成 6 年度報告書, 1995
- 4) 保刈和也, 近藤裕昭, 亀掛川幸浩, 井原智彦: 名古屋市における人工排熱量の推定とその感度, 日本ヒートアイランド学会第 7 回全国大会, 2010.
- 5) Kannari, A., Tonooka, Y., Baba, T., Murano, K., Development of multiple-species 1km×1km resolution hourly basis emissions inventory for Japan, *Atmospheric Environment*, vol.41, pp.3428-3439
- 6) 経済産業省資源エネルギー庁, 都道府県別エネルギー消費統計, 2010
- 7) 環境省, 地球温暖化対策地域推進計画策定ガイドライン, 平成 15 年
- 8) 国土交通省, 自動車輸送統計 自動車燃料消費量統計 年報, 第 48 巻 第 13 号, 平成 22 年度分
- 9) Macdonald, R.W., Griffiths, R.F., Hall, D.J.: An improved method for estimation of surface roughness of obstacle arrays, *Atom Environ.*, Vol.32, pp.1857-1864, 1998