

夏季に大阪平野で発達する局地循環と都市化が地域の気候形成に及ぼす影響

—大気境界層の熱・水収支解析—

*高根 雄也¹, 大橋 唯太², 亀卦川 幸浩³, 岡 和孝⁴, 平野 勇二郎⁵,
日下 博幸⁶, Fei CHEN⁷, Mukul TEWARI⁷, Shiguang MIAO⁸

(1: 岡山理大総合情報 / 現所属 筑波大院生命環境, 2: 岡山理大総合情報, 3: 明星大理工,
4: みずほ情報総研, 5: 群馬大工 / 現所属 名古屋大院環境, 6: 筑波大計算科学, 7: NCAR, 8: CMA)

1. はじめに

熱帯夜や猛暑の発生による暑熱環境の悪化は, 我々の健康や産業活動, 生態系などに対して悪影響を及ぼす. そのため, この問題に対する解決策が待ち望まれている. 有効な解決策を提示するためにも, 高温域が発生する要因を解明する必要がある. Ohashi and Kida (2002)は, 京阪地域の都市配置と局地循環が地域の気象場の形成に及ぼす影響を把握するため, メソスケールモデルを用いた数値実験をおこなった. その結果, 彼らは大阪府高槻市・枚方市周辺が高温・乾燥化する現象を見出し, その要因を同地域における局所的な熱・水収支の解析をおこなうことによって明らかにした. しかしながら, 猛暑や熱帯夜など, より広域的なスケールでの高温化の形成メカニズムを解明するためには, 面的な熱・水収支の解析が必要となる.

本研究では, 京都盆地と奈良盆地を含む大阪平野全域を対象とし, 地域の気候場 (高温地域) を形成する支配的要因を, 境界層における熱・水収支を計算することによって, 定量的に明らかにすることを目的とした.

2. 方法

2007年7月23日～8月12日の期間中, 大阪平野に自作の温湿度測定器と総合気象観測ステーション (Davis 社) を設置して, 大阪平野における地上気温と地上比湿, 地上風系の実態調査をおこなった. 次に, WRF (Weather Research and Forecasting) モデルを用いて, 大阪平野の気象場の再現実験をおこない, 地上気温と地上比湿, 地上風系の再現精度を検証した. その後, 再現実験の結果を用いて境界層の熱・水収支を計算した. WRF モデルの計算設定を, 表1に示す. なお紙面の都合上, 精度検証の結果は省略する.

3. 境界層の熱・水収支

熱・水収支の解析を行うため, 以下の式を用いてモデル全格子点における大気カラムの昇温量 (顕熱蓄積量) $Q_c(SH)$ と, 地表面からの顕熱供給量 $Q_g(SH)$, 移流による顕熱供給量 $Q_{adv}(SH)$ を計算した. 潜熱の計算も同様である. その後, 夏季の典型的な日の特徴を把握するため, 太平洋高気圧に覆われた晴天静穏日の結果を, 計算期間から抽出し, コンボジット (19日間分) をおこなった.

$$Q_c(SH) = \int_{z_g}^{z_{top}} c_p \rho (\theta_N - \theta_{6h}) dz \quad (1)$$

$$Q_g(SH) = \int_{t_{6h}}^{t_N} SH dt \quad (2)$$

$$Q_{adv}(SH) = Q_c(SH) - Q_g(SH) \quad (3)$$

SH は地表面からの顕熱フラックス (MJ m^{-2}), c_p は空気 の定圧比熱 ($\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$), ρ は空気密度 (kg m^{-3}), θ は温位 (K), Z_g は標高 (m), Z_{top} は大気カラムの上端高度 (m) である.

4. 結果

コンボジットを施した 14 時 (JST) において京都の南

方に位置する郊外 (枚方市の北東) で, 移流による顕熱の収束 (約 3.5 MJ m^{-2}), 潜熱の発散 (約 8.5 MJ m^{-2}) が顕著であった. この要因を検討した結果, 同地域において谷風循環に伴う補償下降流 (約 0.2 m s^{-1}) が確認できた. この下降流によって, 上空の高温位で乾燥した空気が下層まで輸送されていることが示唆された.

大気の昇温に寄与する顕熱の移流効果を広範囲にわたって調べるため, 大阪平野全域において, 早朝から対象時刻までの大気の昇温量 $Q_c(SH)$ と顕熱の移流量 $Q_{adv}(SH)$ の比を, 移流寄与率と定義し, その値を求めた. 14 時 (JST) における移流寄与率の水平分布を, 図1に示す. 移流寄与率は大阪市で約 15%, 郊外地域 (枚方市の北東) で約 45%, 京都市で約 35%, 奈良市で約 40% となっていた. この結果から, 郊外地域の昇温に及ぼす移流の影響が著しく大きいことがわかった. また, 大阪市と京都市と同じ都市域 (規模は異なる) においても, その位置の違い (沿岸域か内陸域) によって昇温の支配的要因が大きく異なることがわかった.

表1 WRF モデルの計算設定.

	領域1	領域2	領域3
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)	9	3	1
水平格子数 (X×Y)	80×80	85×85	79×91
鉛直格子数	34 (最下層: 30m)		
計算時間 (期間)	672時間 (2007/07/23 00:00 ~ 08/20 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		
放射	rrtm scheme (Dudhia, 2004)		
大気境界層	Mellor and Yamada level 2.5 scheme		
地表面過程	Noah-LSM (Chen and Dudhia, 2001)		
初期・境界条件 (大気)	メソ観測解析値 (MANAL); 水平解像度10km		
" (土壌)	NCEP客観解析値 (NCEP); 水平解像度1°		
" (海面温度)	NCEP RTG-SST値; 水平解像度1°		

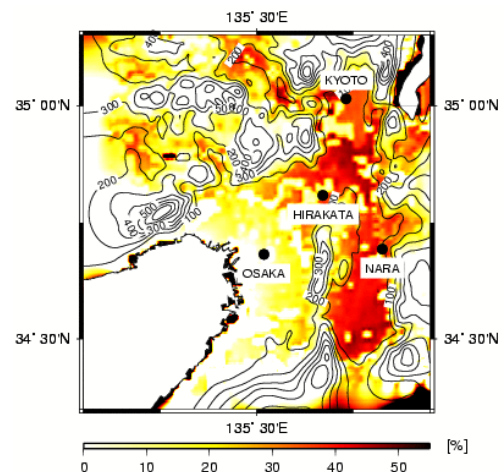


図1 晴天静穏日で平均した 14 時 (JST) における移流寄与率 ($(Q_{adv} / Q_c) \times 100$) の水平分布.

引用文献

Ohashi, Y., and H. Kida, 2002: Effects of mountains and urban areas on daytime local-circulations in the Osaka and Kyoto regions, *J. Meteor. Soc. Japan*, 80, 539-560.