

数値気象モデルを用いた海風二次元計算 ～都市幾何の影響評価～

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生員

○金子 凌

東京理科大学理工学部土木工学科

正会員

仲吉 信人

1. 背景と目的

都市は実に様々なスケールで気象に影響をもたらすことが知られている。熱中症被害に直結する街区スケール、ゲリラ豪雨の予測等にも用いられるメソスケール、そして地球温暖化に影響をもたらす総観場スケールまで、その影響範囲は広い。2000年代には気象に与える都市影響の理解、気象シミュレーションの精度向上を目的とし、都市キャノピーモデルの開発が盛んに進められた。同時に都市キャノピーモデルの代表的な入力幾何パラメータの整備が進み、従来の、粗度が様な平板モデルから非様なモデルへの転換が期待されている。ところが、それらのパラメータについて十分な評価が行われているとは一概に言えないのが現状である。当研究では代表的な都市幾何パラメータで、粗度長(Z_0)、天空率 (SVF)の二つパラメータの気象場への影響を調べることを目的としている。これらを実評価する方法として二次元海風計算を実施し、海風の侵入時間を比較することで、都市幾何が海風挙動に及ぼす影響について考察する。

2. 計算手法

米国の大気海洋局等が開発している数値気象モデル「WRF」を使用し計算を行った。降雨や三次元計算は、非線形性が非常に強いので、本研究では降雨・雲の生成が生じないようにモデルの改良を行い理想的な晴天日を対象とし、且つ二次元計算を採用することで、純粋に都市幾何の力学的・熱的效果を評価できるようにした。

都市幾何データには東京から埼玉へ至る海域 50 km を含めた 202 km の実都市幾何を用いた (図 1)。気象計算の初期値には館野のラジオゾンデデータを用い、2000 年代 8 月の晴天日データをアンサンブル平均したものを与えた。各パラメータに平均値を一样に与えたケース (CNT)、CNT に対して粗度長(Z_0)にのみ実都市幾何分布を与えたケース (CASE1)、天空率(SVF)にのみ実都市幾何分布を与えたケース(CASE2)を用意した。東京都心部に対応する沿岸部から 15 km 内陸の地点 (Point A)、そこから更に 85 km 内部の地点(Point B)での海風到達時間の比較を行った。

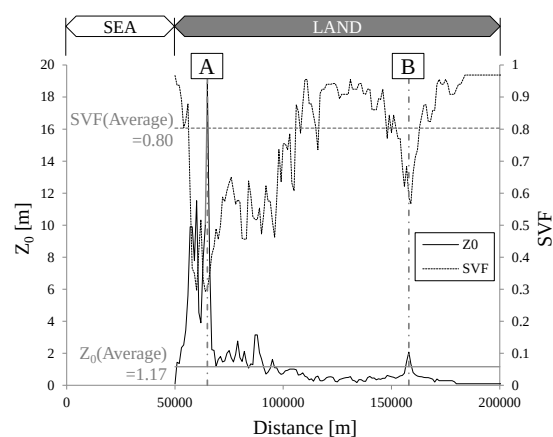


図 1 都市幾何分布

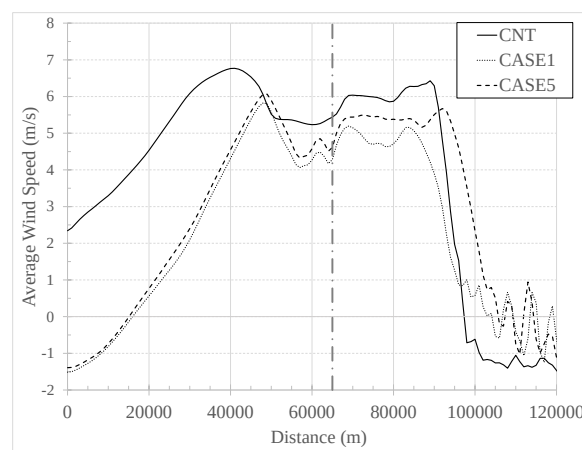


図 2 海風分布

3. 計算結果と考察

それぞれのケースにおいて海風が Point A を通過して 30 分後の水平風速の、1 時間の平均値を図 2 に示す。海風速度は、CASE1、CASE2、CNT の順に小さい。また、海域から陸域へ侵入し始める手前から減速を始め、CASE1、CASE2 では Point A で局所的に遅くなることが分かる。しかし、Point A を通過したあとの風速の立ち上がりは早く、直ぐに海風が Point A 手前の風速にまで回復することが分かる。

キーワード：都市気象、WRF、都市幾何、乱流エネルギー、天空率、運動量粗度

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL：04-7124-1501 (内線 4069) FAX：04-7123-9766

各地点でのケースごとの海風の到達時間を表 1 に示す. Point A は CNT の海風到達が最も早い. 次いで CASE1 と CASE2 がほぼ同時刻に到達している. 一方, Point B では, CASE2 が最も早く到達し, CASE1 も CNT に追いつくような挙動を見せていることが分かる. このことから, Point A 以降, CASE1 や CASE2 の海風が加速されていることが分かる.

CASE1 は Point A での粗度が CNT よりも遥かに高いために, ドラッグ効果が

働き海風の侵入が遅れたが, 地点 A 以降では CNT(平均値)よりも低い場所が多く, 海風が内陸に侵入するにつれて加速されたことで表 1 のような結果になったものと考えられる. ただし, CASE1 の海風速度は Point A 以降もかなり内陸まで CNT よりも小さく(図 2), 局所的な Z0 の高値が広範囲にまで影響を及ぼすことが確認できる.

CASE2 に関して, 海風の到達時刻の差をもたらす要因として, 顕熱フラックスに着目する. Point A と Point B での顕熱フラックスの差異を図 2 に示す. これを見ると, CNT や CASE1 より, CASE2 の顕熱フラックスが大きく出ていることが分かる. 紙面の都合上気温のグラフは割愛するが, 顕熱フラックスは陸域の気温を上昇させ海域との気温差を作る. それが海陸間の圧力差に繋がり, 海風侵入を促進させる. 結果として, CASE2 では海風到達時刻を早めたと考えられる.

表 1 によると, Point B には CASE2 の方が他の 2 ケースより早く到達し, 確かに上述の効果が確かめられる. ところが顕熱フラックスが高く出ているにも関わらず, Point A では, CASE2 の海風到達時刻が最も遅い. この原因として乱流エネルギーが挙げられる. 乱流エネルギーが高いとき大気は激しく混合されている. 15 時における各ケースの乱流エネルギーを図 4 に示す. これは CASE1 で Point A に到達する 30 分前であり, CASE2 で同地点に到達する 40 分前の 15 時ちょうどのデータである. コンターが乱流エネルギー, 黒の実線が境界層高度を表している. CASE2 における Point A の乱流エネルギーは CNT に比べ顕著に高い(実線の円で囲った箇所). また, CASE1 に比べ CASE2 の方が陸域の乱流エネルギーが全体的に高くなっている(破線の円で囲った箇所). 高い乱流エネルギーにより, 海陸の気圧勾配に伴う水平方向運動量が鉛直混合に変換され海風侵入に遅れを生じさせたと考えられる.

この後時間が過ぎるにつれて陸域の乱流エネルギーは収まり, 水平方向運動量がそのまま海風侵入にあてがわれているために, CASE2 の海風侵入は促進されたものと考えられる.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 26889057 の助成を受けたものでここに謝意を示す.

表 1 海風到達時刻

	A	B
CNT	14:15	19:55
CASE1	15:30	19:55
CASE2	15:40	19:30

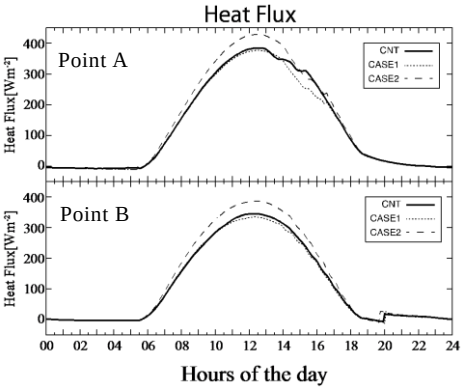


図 3 ケース毎の顕熱フラックス

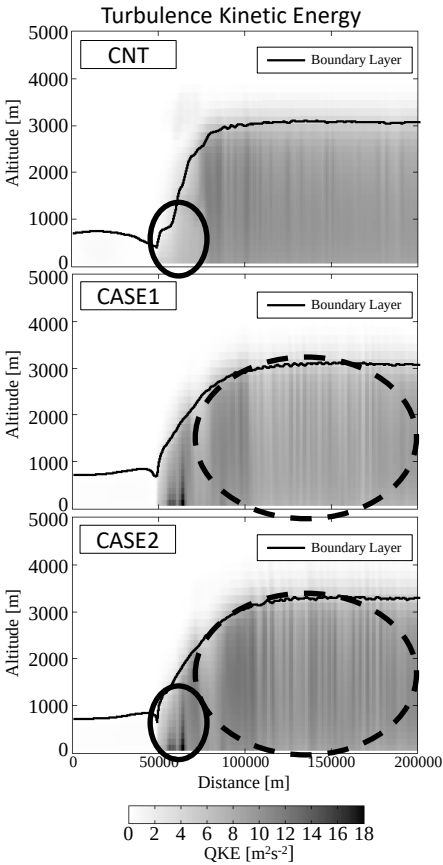


図 4 乱流エネルギー