

7. 濃尾平野の局地風に対する地形効果と 都市化効果に関する数値解析

NUMERICAL ANALYSIS ON THE EFFECTS OF TOPOGRAPHY AND URBANIZATION
ON LOCAL WINDS IN NOHBI PLAIN.

岡村 聖* ・ 北田敏廣* ・ 田中勢都*

Kiyoshi OKAMURA, Toshihiro KITADA, Setu TANAKA

ABSTRACT; Effects of both natural topography in various scales and change of land-use on wind and temperature fields have been investigated numerically for Nohbi plain, central Japan. It has been clarified that, in spite of highly urbanized nature of Nohbi plain, shown in a large population of more than 8 millions, basic features of local winds over the plain are determined by natural topography, especially high mountains in Chubu district, which are located 100 to 200 km north-east to the plain.

However, temperature fields at surface level can largely be modified by urban area and also water surface such as rice paddy fields. An explanation for high temperature zone caused by urban area in sea breeze situation is presented. Urban area, i.e. a local heat source, placed in the topographically induced sea breeze/valley wind causes weak wind zone at down-wind side of the area due to pressure gradient adverse to the sea breeze. In the weak-wind zone, mixed layer strongly develops and "heat island" is formed. The "heat island" moves inland with the sea breeze.

KEYWORD; local wind, urbanization, rice paddy, k- ϵ model, climate, land use planning

1. はじめに

大気汚染、地域熱環境等を考慮して都市や地域の土地利用を考えるためには、それぞれの地域特有の局地風の特性を知ることが重要である。伊勢湾、濃尾平野域は、周囲に太平洋、中部山岳等があり、また特徴的な海岸線形状を持つ日本の典型的な自然地形地域であるが、ここを対象とした研究事例は少ない。

本研究は、 $k-\epsilon$ 乱流モデルを組み込んだメソスケール気象モデルを濃尾平野を中心とする中部地方に適用し、この地域の局地風を調べたものである。メソスケールモデルは、数百 km の気象場の再現を目指すものである。本研究では、濃尾平野の局地風に対する地形効果と都市化効果を抽出し、相対的寄与度を調べた。なお、地形効果に関する詳細な解析は、文献³⁾で述べられている。

2. 数値モデル及び解析対象領域

モデルは、筆者らの研究室で、従来から継続的に研究を行ってきたもの^{1, 2, 3)}である。最下層 30m 以下について接地層を仮定し、熱収支式によって地表面温度を計算した。側方および上方境界条件はいずれも境界面に直角方向の勾配 0 で与えた。計算領域を図 1a、計算領域内の注目領域を図 1b、濃尾平野、伊勢湾域の土地利用形態を図 2 に示す。鉛直方向の領域上端は、海拔高度 6.5km に設定している。

*; 豊橋技術科学大学エコロジー工学系 Dept. Ecological Eng., Toyohashi Univ. Technol., Toyohashi

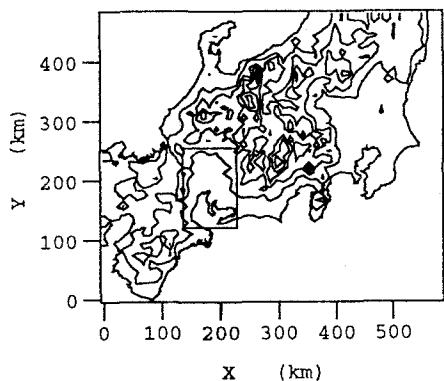


図 1a 計算領域。等高線の最小値は 500m であり、等高線間隔は 500m である。

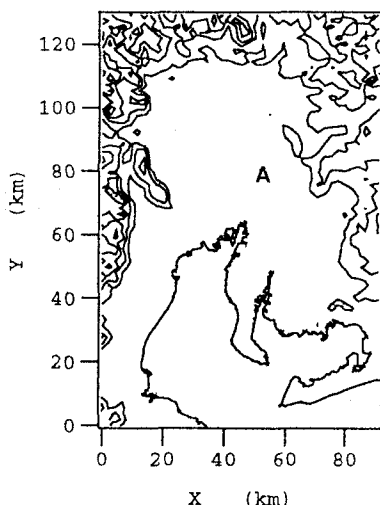


図 1b 計算領域内の注目領域。等高線の最小値は 200m であり、等高線間隔は 200m である。地点 A は、都市域の代表点を示す。

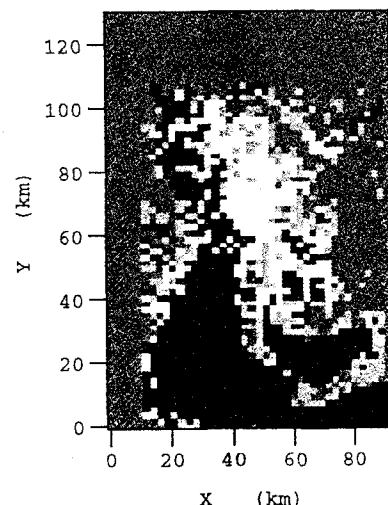
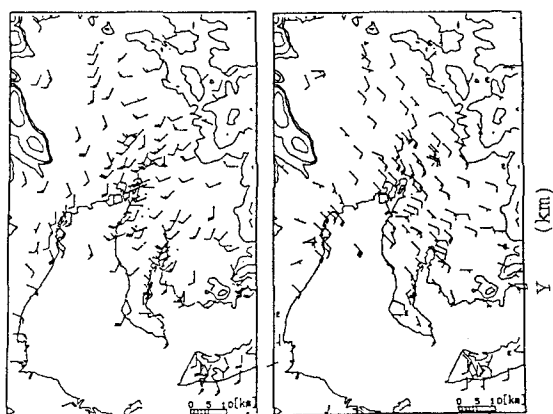


図 2 土地利用形態

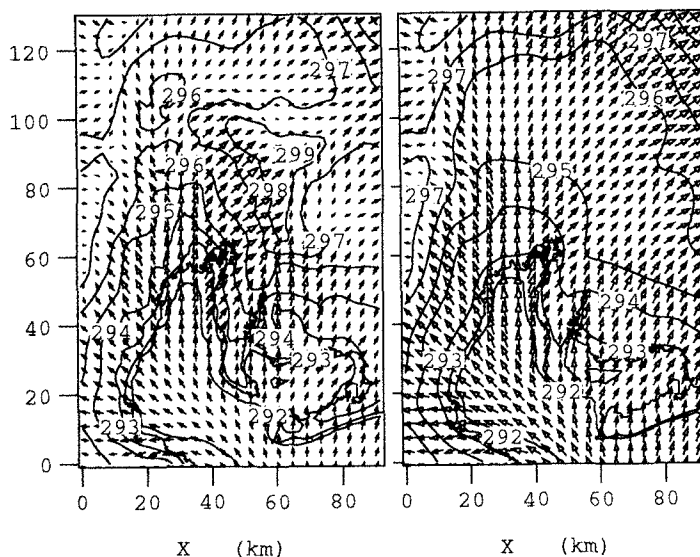
3. 濃尾平野・伊勢湾域における海陸風場の特性

日本中央部が緩やかな気圧傾度の高気圧におおわれ晴天のとき、濃尾平野では流れ場に特徴的な日変化が見られる。5月の典型例を上げれば、海風・谷風の時間変化は、ほぼ3つのステージに分けられる^{4, 5)}。i) 最初は、午前 11 時頃までで、海風や谷風がローカルな海岸線や谷筋の地形に影響されてそれぞれ独立に吹く段階。次は、ii) 伊勢湾から濃尾平野に向かう南南西～南西の風が支配的な段階(図 3a)で 15 時頃まで続く。さらに、次の段階では、iii) この濃尾平野の海風システムが 15 時頃を境に切り換わり、次第に南南東～南東系の海風(図 3b)が優勢になって、これが 22～23 時頃まで続く。



(a) 1200LST (b) 2100LST

図 3 典型的な海陸風日の観測地上風。



(a) Case 2 (b) Case 1

図 4 14 時における地上風

4. シミュレーション

シミュレーションケースを表 1 に示す。

表 1 シミュレーションケース		
Case No.	土地利用	計算領域
1	森林	図 1
2	水面、森林 田園、都市	図 1

4. 1 都市域の影響

都市域が全く存在していなかった場合（Case 1）と現在の状態（Case 2）とを比較することにより都市域の影響を検討した。

<気温場、流れ場、拡散場>

海風の第1（～11時頃）～2（～14時頃）ステージにかけて、都市起源の熱の島の形成とその北東方向への移動が生じる。“北東方向”は、自然地形で決まるこの時点の主風向である（図4：12時）。

この熱の島が形成される原因は、次のように考えられる：①地形性の局地風（南西風）場に熱源（都市域）が導入されると、②この熱源の風下側では、気圧傾度がこの局地風を推進するのと逆センスになること、そして逆風が吹かないまでも風下側の風速を極端に弱めること、③この弱風が局所的に混合層の発達を促しその場所の昇温を促すこと（熱の島の形成）、④海風の進入とともにこれを繰り返しながら熱の島が徐々に北東方向に移動していく。海風第3ステージが始まる15時頃には、海風が平野部を完全にカバーしてこの熱の島は解消している。この都市域により誘起された熱の島の鉛直方向の広がり500m～1000mである（図5a：図4aにおける、南西端から北東端を結ぶ対角線の鉛直断面上の12時のCase2の温位場、Case2）。都市域がなければ、この熱の島が形成されないことは、図5a（Case2）と図5b（Case1）の比較により明かである。

15時以降～22時頃までの南東系海風（第3ステージ）場に対して都市域の影響は見られない。ただし、都市域で気温は1℃程度高い（図6a：21時）。都市域上空の気温は、12時頃の海風進入直前、都市無しにくらべて上空1km程度まで約1℃の昇温があり得る。海風進入後は、1℃昇温域の上限は、高度500m程度になる（図7）。都市域における鉛直方向拡散係数の時間－高度分布（図8）が、13時の海風進入以前の混合層と進入以後の熱的内部境界層における乱れの鉛直分布の特性を示す。13時以前の混合層が十分に発達したとき、上空1500m付近の混合層上端で都市無しにくらべて低温域（-0.8℃）が生じる（クロスオーバー現象）。

4. 2 水田域の影響

Case 1とCase 2の比較により、濃尾平野西部の河川（木曽、長良、揖斐川）とそれらに沿う水田地帯の影響を調べた。

<気温、流れ、拡散場>

水田地帯では明らかに谷風、海風の進入速度も速い（図9b：14時）。粗度の小さいことが理由として

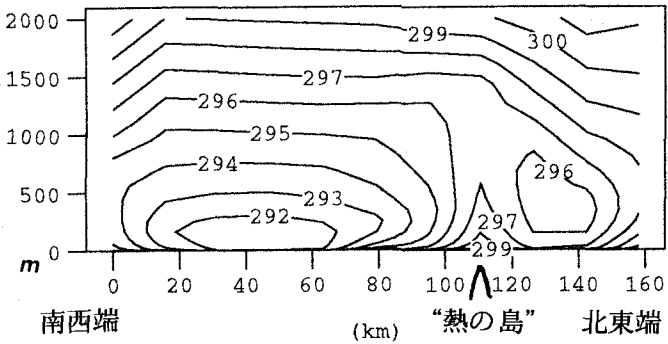


図 5a 図 4a における、南西端から北東端を結ぶ対角線の鉛直断面上の12時のCase2の温位場。

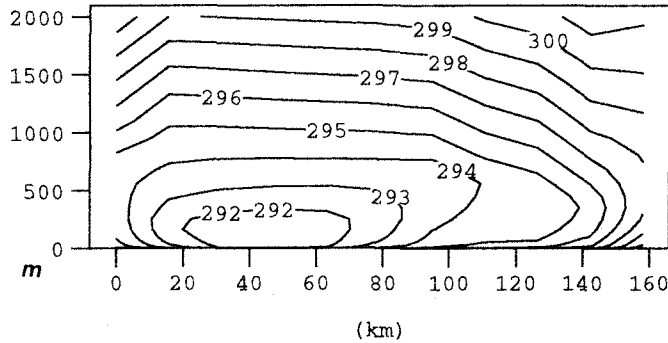
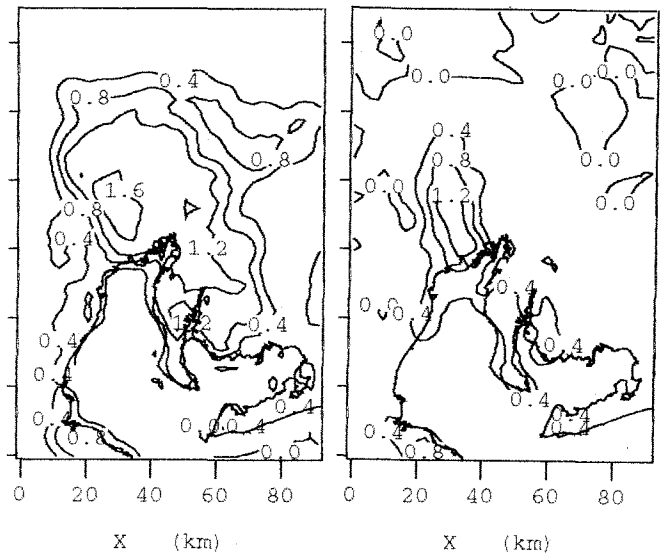


図 5b 図 5a と同様の Case 1 の温位場。



(a) 温位差 (b) 流速差
図 6 21時のCase1とCase2における地上10mのケース間差（Case2-Case1）。

挙げられる。水面であることによって大気の加熱が抑えられることもあるが、より大きくは、海上の冷気が速やかに内陸に導入されることによる降温効果が認められる（図 9a：14 時）。

夜間の海風時（第 3 ステージ）も、川筋及び水田に沿って風速が大きい（図 6b：21 時）。気温場に関しては、昼間とは逆に、海上の相対的に暖かい空気が内陸に導入されることによって昇温効果がある（図 6a：21 時）。

5. おわりに

濃尾平野の局地風の特徴は、主として自然地形により決まっており、特に、100km 以上離れている中部山岳を中心とした局地循環による影響が大きいことが明らかにされている³⁾。人為的な土地利用改変は、自然地形で大枠が決まる局地風に、次のように影響する：(i) 午前から午後の段階で、都市化した表面は、地形性局地風場の中で、局所的な熱源を提供する。この熱源の風下では、当該局地風が弱められ弱風場が形成され、混合層が発達する。すなわち、地表からの熱流束が増え、相対的高温域“熱の島”が形成される。海風前線の進入とともに、この“熱の島”が地形性局地風の下で移動していく（北東方向）。(ii) 粗度長の広域にわたる改変が、風速の増大、減少をもたらす。(iii) 例えば、水田地帯の設置によりもたらされた風速の増大は、海洋性大気の内陸局所への速やかな導入をうながし、その場所の気温に影響を与える。

参考文献

- 1) T.Kitada, 1987: Boundary Layer Meteorology, 41, 217-239.
- 2) T.Kitada, H.Takagi, 1992: Monitoring and Modelling in the Mesoscale, Ed. Moussiopoulos and Kaiser, KFA, Jülich, Germany, 135-146.
- 3) 北田敏廣、岡村聖、高木久之, 1995: $k-\epsilon$ /メソスケール気象モデルによる濃尾平野の局地風解析 - 様々なスケールの地形効果 -, 環境工学研究論文集, 32, 241-252.
- 4) 北田敏廣、国井克彦、久保田床三, 1991: 地域規模土地利用の変化に伴う大気環境の変化 - 濃尾平野の 10 年間を例に -, 衛生工学研究論文集, 27, 117-127.
- 5) 森博明、小川弘、北田敏廣, 1994: 濃尾平野における海陸風の特徴と広域海風の出現条件. 天気, 41, 379-385.

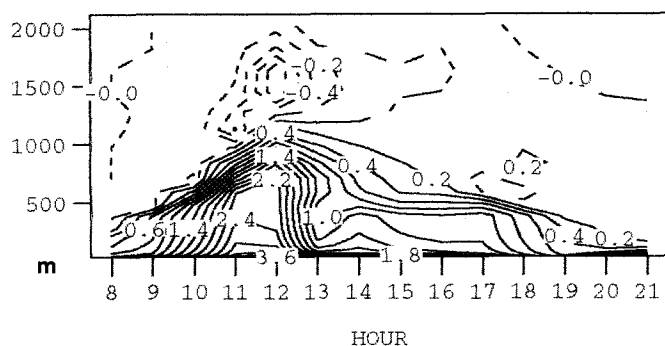


図 7 図 1b に示す都市域の代表点 A における温位のケース間差（Case 2-Case1）の時間-高度分布（K）。

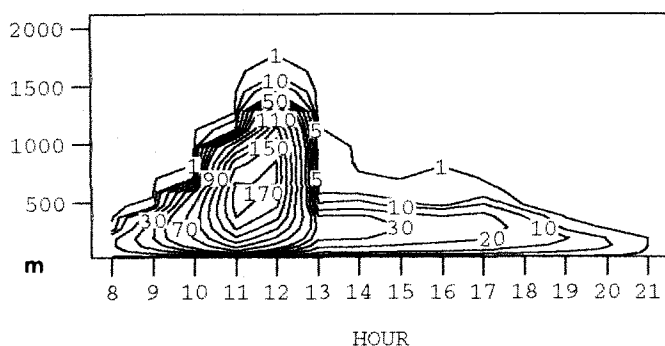


図 8 図 7 と同様の、都市域の代表点 A における鉛直方向拡散係数の時間-高度分布（ m^2/s ）。

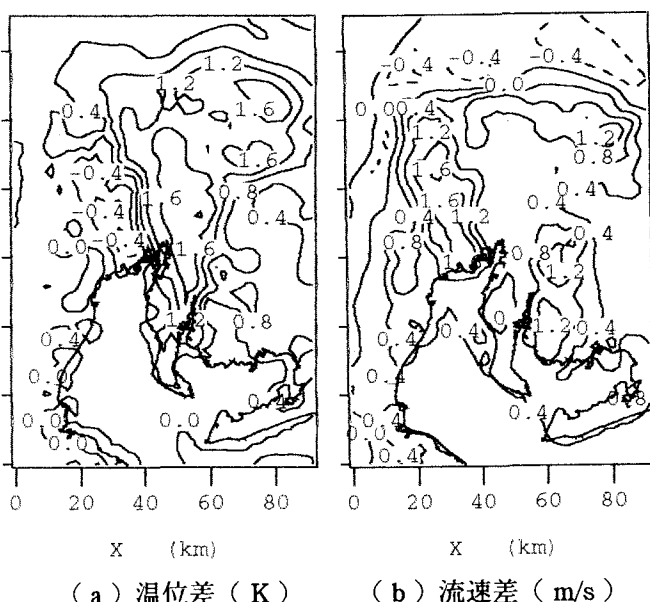


図 9 図 6 と同様の、14 時のケース間差（Case 2-Case 1）。