

京阪神地域における都市再開発が局地気象に与える影響について

—領域型数値モデルを用いた実験—

Effects of Urban Renewal in the Keihanshin Region on Local Meteorological conditions

: Numerical Experiments.

大橋 唯太*

木田 秀次*

Yukitaka OHASHI*

Hideji KIDA*

ABSTRACT : We applied a regional meso-scale model to investigate effects of the 'urban renewal' in the Keihanshin region (Osaka, Kyoto and Kobe) concerning local meteorological conditions. Two urban renewal types are assumed; the first (CASE 1) is an experiment on the central areas of Kyoto, Osaka and Kobe cities, and the other (CASE 2) is one on a suburban area between Osaka and Kyoto cities, including Suita and Hirakata local cities. In the present study, the terminology of 'urban renewal' is defined simply as changing from small buildings (ex., family residences) to big buildings (ex., skyscrapers and high-rise apartment complexes).

Our calculated results are summarized as follows; In the CASE 1, a remarkable change of meteorological conditions in Osaka city occurs due to the interaction of the sea breeze from Osaka bay with the heat island wind from inland, so convergence of those winds could be intensified. On the other hand, the heat island wind over Kyoto city area is also intensified due to the urban renewal there. In the CASE 2, the urban renewal affects the meteorological conditions not only in Suita and Hirakata cities but also in Kyoto city which locates leeward. The interesting feature obtained from this case is that a penetration of the sea breeze is faster than in a control experiment. This feature leads to increase the pollutants emitted from the Osaka bay area effectively into inland areas.

KEYWORDS : Keihanshin region, urban renewal, local circulation, numerical simulation

1. はじめに

都市を含んだ領域での熱環境を評価する事を目的として、近年では領域型メソスケールモデルを用いた研究が非常に多く行われてきつつある。例えば関東平野¹²⁾や濃尾平野³⁾では多くの研究者によって精力的に研究されているが、京阪神地域に関してはそれに比べて少ないと言える。また、都市開発もしくは再開発が、その場の熱環境だけではなく、メソβスケール現象である海陸風や山谷風といった局地循環に何らかの変形・変質をもたらす事が予想されるにもかかわらず、京阪神地域はもちろんの事、他の大都市地域でもこの点に着目した研究はほとんどない。都市開発・再開発によって局地循環の動態が変化する事は気象学だけではなく、環境工学の立場からも非常に興味深い。本研究では、京阪神地域での都市再開発によって、そこでの風系及び熱環境がどのように変化するかについて局地循環スケールを含めて評価することが目的である。

2. 領域型メソスケールモデル

大橋・木田⁴⁾が開発した領域型モデルを使用している。水平格子間隔は2km、鉛直方向は最下層が3mで上層程粗くなる。土地利用データ(国土地理院100mメッシュ情報、1988年版)を入力する事が可能であり、土地利用カテゴリー毎に計算された各種地表面フラックスを加重平均することで、モデル下端境界条件として与

* 京都大学大学院理学研究科 Graduate School of Science, Kyoto University

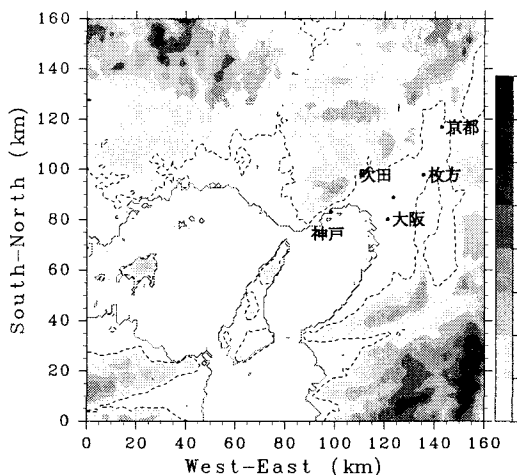


図1. 計算領域(トーンは標高、破線は 100mMSL
コンターを示す)

えられる。本研究では、夏季の太平洋高気圧に広く覆われた好天静穏日を想定しているために、一般風は与えていない。計算領域を図1に示す。また、人工排熱量の時空間変動についてはその詳細が不明ではあるが、大阪市・神戸市及び京都市域に対して Shimoda et al.⁵⁾と守田⁶⁾のデータを参考にして、建物用地(大)(例えば高層建築物や住宅団地など)と幹線交通用地に与えている。モデル精度の詳細については大橋・木田⁴⁾に譲るが、大阪湾からの海風侵入や、京都市域で形成されるヒートアイランド風などの再現性は、実測結果に定性的にだけでなく、定量的にもかなり近いものであった。

また、大阪湾沿岸沿いの工場から排出される汚染物質の拡散状況がどのように変化するかについても考察するために、Lagrangian Particle Dispersion Model を組み込んでいる。

3. 都市再開発

3. 1 設定

都市再開発の想定状況を表1に示す。再開発には二種類の状況が設定されている。現在、建物用地(大)の密集地域である大阪市・神戸市及び京都市を中心とした領域内(図2aの破線領域)で再開発、即ち独立住居などに当たる建物用地(小)を、高層建物・住宅団地などに相当する建物用地(大)に変えた場合(CASE 1)と、比較的大都市開発が進んでいない吹田市や枚方市を含む京阪間の領域(図2aの点線領域)でそれを行った場合(CASE 2)である。それぞれのCASEに対しては、再開発に度合いをつけている。具体的には、1メッシュ内に存在する建物用地(小)の何%を建物用地(大)に変化させたかという具合にであり、20%(20%Run)、40%(40%Run)、60%(60%Run)、80%(80%Run)、100%(100%Run)の計5パターンについて実験を行っている。図3にそれぞれのケースでの建物用地(大)の被覆率の変化を示す。

3. 2 実験結果

CASE 1において、最も再開発の影響が出るのは大阪であり、気温は終始 0.1-0.3℃程度上昇し、風速も昼間に 0.1-0.4m/s 増大する(図4a)。これは大阪都市域での再開発が進むことによって、地表からの顕熱が増大し、大阪湾からの海風と、内陸から大阪都市域に吹き込むヒートアイランド風の水平収束が強化されること

表 1. 本研究で行われた数値実験

Control Run		現状		
CASE 1	20%Run	図2の破線領域における 建物用地(小)の	20%	を建物用地(大)にする
	40%Run		40%	
	60%Run		60%	
	80%Run		80%	
	100%Run		100%	
CASE 2	20%Run	図2の点線領域における 建物用地(小)の	20%	を建物用地(大)にする
	40%Run		40%	
	60%Run		60%	
	80%Run		80%	
	100%Run		100%	

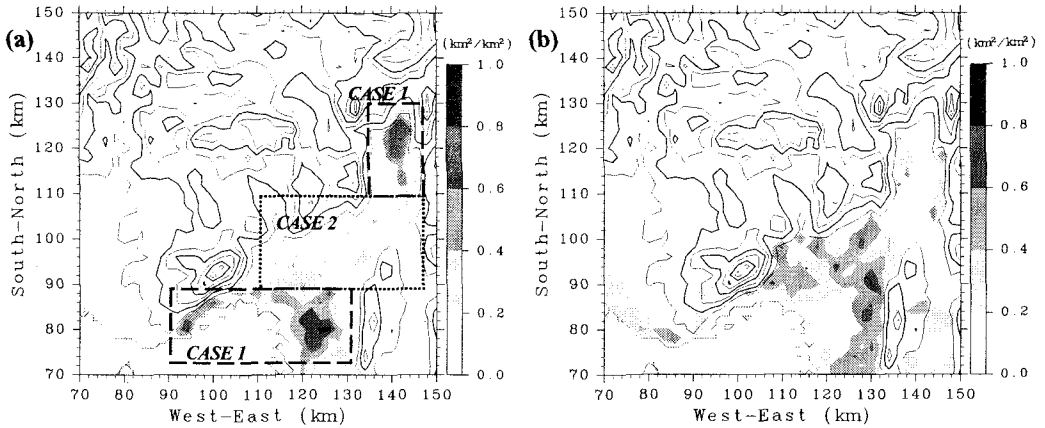


図 2. (a) 建物用地(大)と (b) 建物用地(小) の被覆率 (破線は CASE 1 での改変領域、点線は CASE 2 でのそれ)

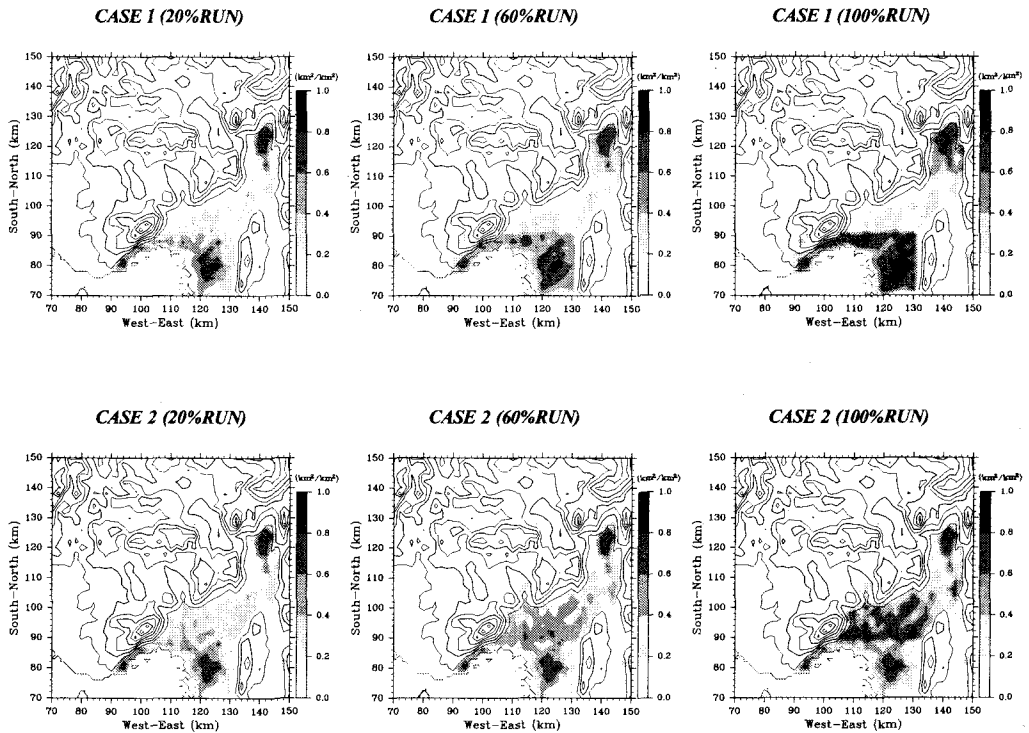


図3. CASE 1と CASE 2における、建物用地(大)の被覆率 左から順に、20%RUN, 60%RUN, 100%RUN の場合

に伴うものである(図 6)。またこの収束強化及び高温化領域は、海風の侵入に伴って内陸へと移動していく。吹田や枚方では、都市再開発領域外にもかかわらず、そのことに起因する風速増大及び気温上昇が現れている(図 4b,c)。一方で、再開発領域内に当たる神戸(図省略)並びに京都(図 4d)は、大阪と比較してもかなり影響が小さく、特に神戸では再開発に伴う海風強化及び気温上昇はほとんど見られない。しかしながら、図 6

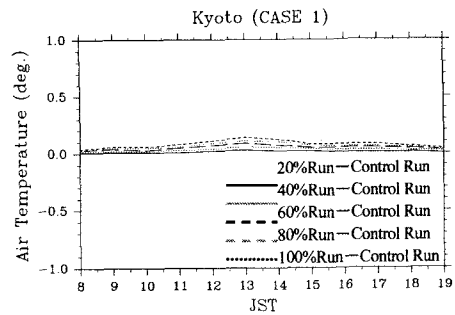
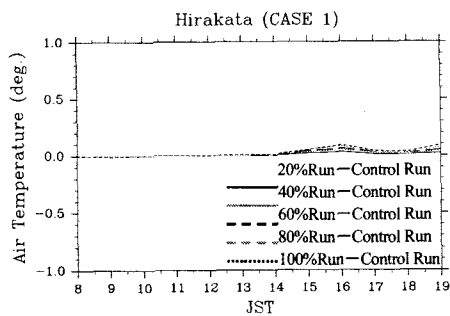
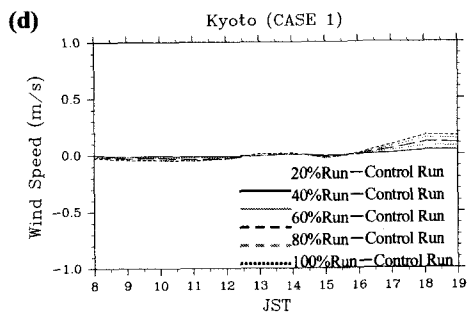
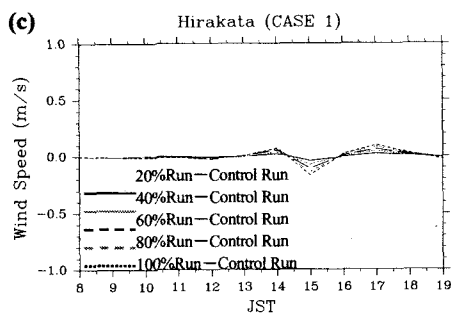
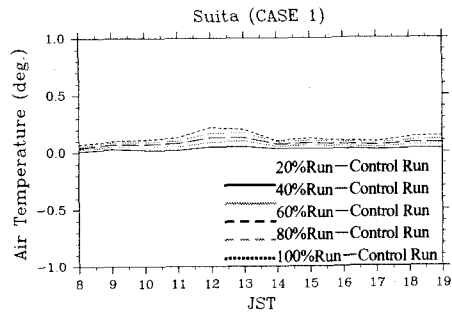
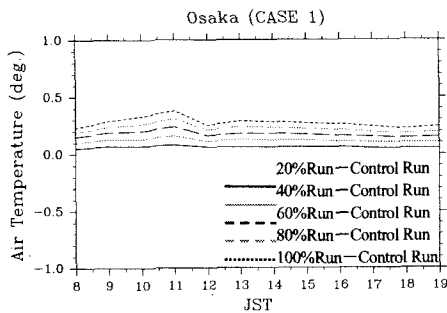
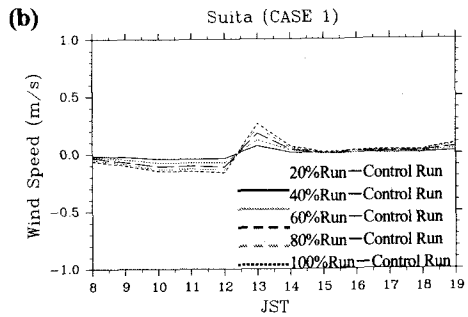
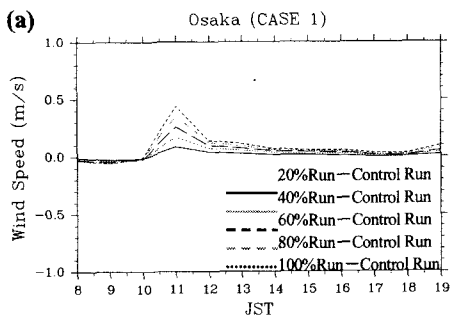


図4. CASE 1における(a)大阪・(b)吹田・(c)枚方・(d)京都での Control Run との風速差及び気温差の時間変化($z^*=20m$)

のように広く面的に見ると、京都市域では気温上昇及びヒートアイランド風の収束強化が現れていることには注意したい。

CASE 2 では、再開発領域内の吹田や枚方、海風の風下側にあたる京都で、再開発の影響が見られる。吹田は、風速は昼間に 0.1-0.9m/s 増大、気温も同時間帯には 0.1-0.4℃上昇する(図 5a)。枚方では、吹田以上のそれらの増大及び上昇が現れている(図 5b)。気温の上昇は、主として都市再開発による地表からの顕熱増大に起因しており、各 Run での差が特に明瞭になっているが、海風の到達によってその差は小さくなる。また、風速が午後の 2-3 時間の間に増大する傾向にある理由は、都市再開発によって大都市地域が拡大したことで、海風の侵入速度が大きくなった(結果として海風の到達時刻が早まった)事によるものである(図 6)。このような現象は Yoshikado⁷⁾の 2 次元仮想数値実験でも示されている。一方、再開発領域外である京都では、

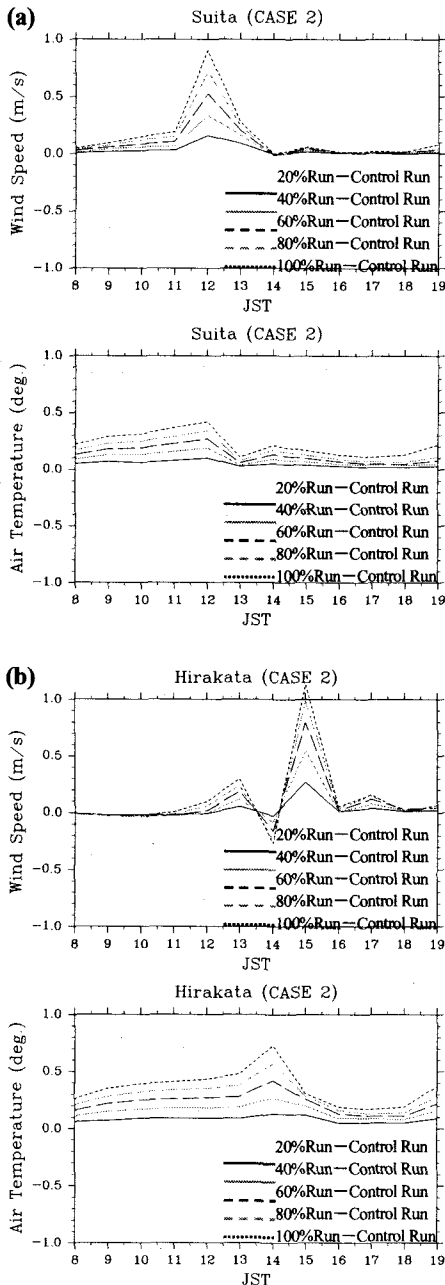
日中ヒートアイランド風が南から吹き込んでいますが、都市再開発領域が南方に位置するために、気圧勾配の関係から、そのヒートアイランド風は弱まる(図 5c)。また、大阪湾岸から放出された汚染物質の輸送にも影響を与えており、都市再開発によって、内陸に流れ込む量が増加する傾向にあることがわかった(図 7)。

4. おわりに

以上の結果から、京阪神地域において、都市再開発によって、その場の風・気温などといった気象場はもちろんのこと、海風といったメソスケールの動態まで変化してしまい、結果的に広い範囲にわたる気象状況に影響を与えてしまう可能性があることがわかった。また、こういったことは今回の対象地域に限らず、他の地域での都市開発及び再開発によっても、当然起こり得ることと考える。

参考文献

- 1) 一ノ瀬俊明・下堂 薫和宏・鶴野伊津志・花木啓祐：細密地理情報にもとづく都市気候数値シミュレーション地表面境界条件の高精度化，天気，Vol.44，pp.785-797，1997.
- 2) Kimura,F. and Takahashi,S. : The Effects of Land-use and Anthropogenic Heating on the Surface Temperature in the Tokyo Metropolitan Area: A Numerical Experiment, Atmospheric Environment, Vol.25B, No.2, pp.155-164, 1991.
- 3) Kitada,T., Okamura,K. and Tanaka,S. : Effects of Topography and Urbanization on Local Winds and Thermal Environment in the Nohbi Plain, Coastal Region of Central Japan: A Numerical Analysis by Mesoscale Meteorological Model with a k-ε Turbulence Model, Journal of Applied Meteorology, Vol.37, pp.1026-1046, 1998.
- 4) 大橋唯太・木田秀次：京阪神地域における海陸風・山谷風の数値シミュレーションー都市の効果についてー，



- 5) Shimoda, Y., Mizuno, M., Kametani, S. and Kanaji, T. : Evaluation of Low-level Thermal Energy Flow in the Osaka Prefectural Area, International Journal of Global Energy Issues, Vol.11, pp.178-187, 1998.

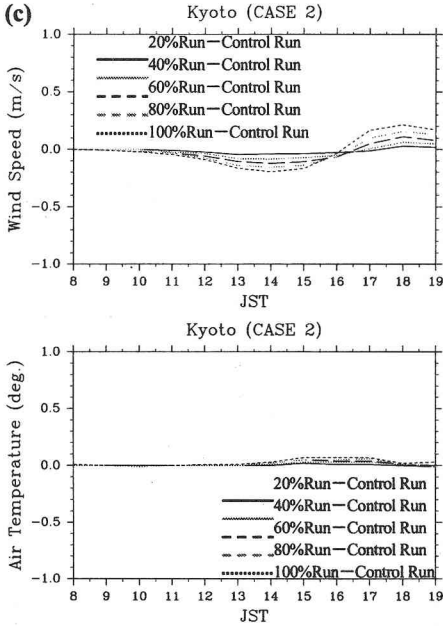


図5. CASE 2における (a)吹田・(b)枚方 (c)京都での Control Run との風速差及び気温差の時間変化($z^*=20\text{m}$)

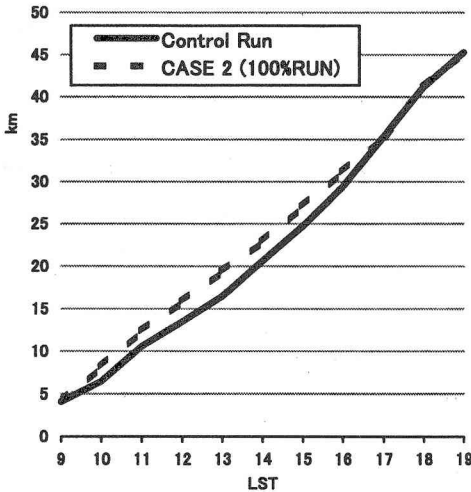


図7. 海風の侵入距離の時間変化

- 6) 守田優 : 都市の人工熱排出構造について—日本の8大都市を対象にして—, 環境システム研究, Vol.21, pp.19-26, 1993.
- 7) Yoshikado, H. : Numerical Study of the Daytime Urban Effect and Its Interaction with the Sea Breeze, Journal of Applied Meteorology, Vol.31, pp.1146-1164, 1992.

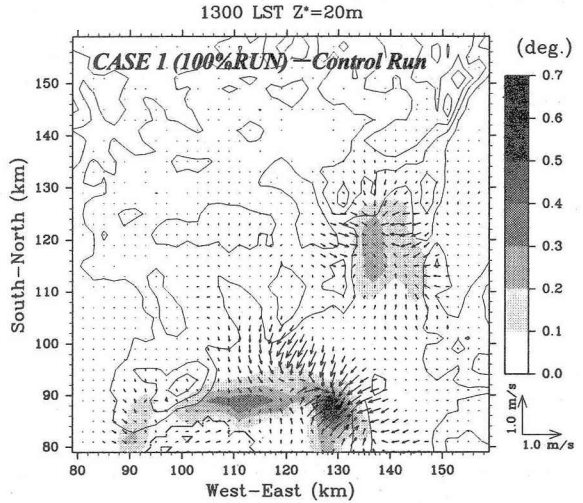


図6. CASE 1(100%RUN)-Control Run の風ベクトル及び気温水平分布($z^*=20\text{m}$, 13時) コンターは標高(200m 間隔)を示す

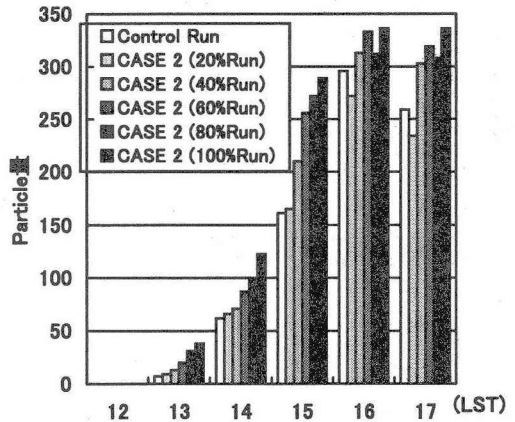


図8. 枚方地点を中心に 10km 四方領域における Parcel 量の時間変化 (10km 四方領域を底面としたコラム中での量を示す)