

都市周辺の地理特性に依存する都市気候の発展メカニズムの解明

Investigation on a mechanism of urban climate development
depending on geographical characteristics around urban area

○伊東瑠衣・里村雄彦・竹見哲也

○Rui ITO、 Takehiko SATOMURA、 Tetsuya TAKEMI

Development of urban climate was represented for an inland city, a coastal city and a basin city using a regional meteorological model, and were compared among them to investigate a mechanism of the climate development with urbanization depending on geographical conditions. The tendency of temperature rise with urbanization decelerates during the nighttime in an inland city and a coastal city, and that accelerates during the daytime. The rising amount of temperature in the coastal city is smaller than that in the inland city due to a mixing by sea and land breeze. The tendency of temperature rise accelerates in a basin city. It is because stable layer over the urban area constricts a development of the mixing layer by heat from the urban area. The rising amount of temperature in the basin is the largest, and thus the urban warming is more significant in a basin city.

1. はじめに

都市では人為的要因により、地球規模の温暖化から気温はさらに上昇する。このような局地的な気温上昇は都市高温化と呼ばれ、都市高温化に代表される都市特有の気候が都市気候である。大都市ほど高温化は顕著に現れるため、世界の主要都市を対象として、都市気候の解明は進められてきた。近年では、人口分布の変化から、中小都市や新興地域の都市でも高温化が確認され、都市における気候変化への対策の必要性が大都市だけでなく中小都市を含めた様々な発展段階にある都市でも高まってきている。しかしながら、都市気候が都市の発展とともにどのように形成するのかを時系列で明らかにした研究は非常に少ない。その一方で、都市における大気場の日変化に関しては十分な知見が得られており、都市の大気場には都市化の影響に加えて、周辺の地理特性によって形成される海陸風や山谷風といった局地風の影響も大きく寄与していることが明らかになっている。

そこで本研究では、都市化の進行に伴い都市気候がどのように発展するのかを地理特性の違いも考慮して明らかにすることを目的に、仮想大気を用いた理想化実験を行った。

2. モデル概要および実験設定

使用したモデルは気象庁の非静力学モデルであ

る。都市化は、小都市・中都市・大都市の3つの異なる規模の都市を下部境界に設定することで表現した。都市域は円形で表し、各規模の都市の半径は5 km, 10 km, 20 kmである。土地利用が都市である領域には都市キャノピースキームを適用し、都市内部の建物形態や人工排熱を都市規模に応じて変更した。地理条件は3種類とし、それぞ

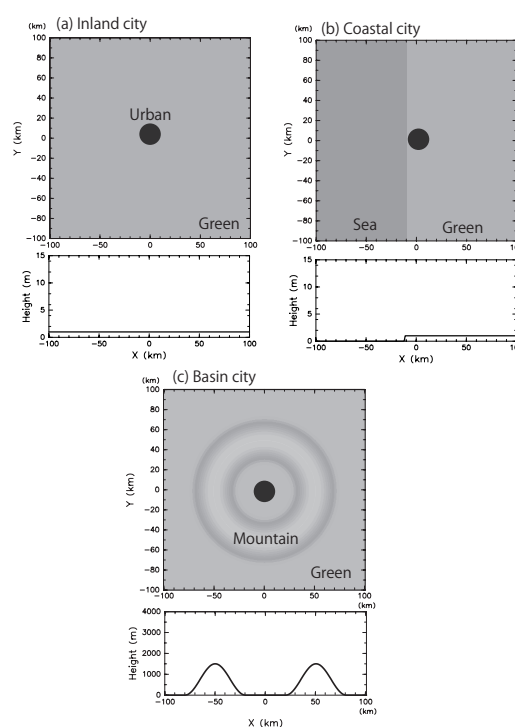


Figure 1 Each city with geographical conditions. Upper and bottom panels are horizontal and vertical sections, respectively.

れ緑地一様な平坦地にある内陸都市，海岸線に接する海岸都市，盆地底の中心に位置する盆地都市が対象である[Fig.1]．モデルの水平解像度は 1km で，コリオリ力は考慮しない．実験は初期時刻を変更したアンサンブル実験を行い，夏季・冬季のそれぞれで 5 メンバーずつ計算を実行した．積分時間は 42 時間から 54 時間で，各メンバーの最後の 24 時間分を解析した．年平均値は夏季と冬季の結果の平均値とする．初期時刻には無風状態を設定し，また積分時間内において海面温度は変化しない．

小都市から中都市の気温上昇よりも，中都市から大都市への気温上昇が大きい場合には高温化は加速傾向，その逆は減速傾向であると考えられる．

3. 実験結果

各都市での気温の日変化を Figure 2 に示す．内陸都市の日変化からは，都市化に伴い日最低気温の上昇が日最高気温の上昇よりも大きく，都市化の影響が日最低気温で現れやすくなっている．これはよく知られる都市気候の特徴と一致する．海岸都市では，内陸都市と比べて年平均値や夏季平均値で気温日較差が小さく，海域の影響によって日変化が緩やかになる．盆地都市では，盆地地形の特徴である大きな日較差の特徴が盆地都市においても保存されていた．

各気温要素の高温化傾向についてそれぞれの都市でみていくと，まず日最低気温と日平均気温については，内陸都市と海岸都市とで高温化は減速する．海岸都市では，夏季・冬季ともに海陸風が吹き，この風により大気鉛直混合が促進されることで大気は中立状態に近づく．このため，海岸都市では，都市からの加熱効果が現れにくくなり，結果として気温変化は小さくなる．したがって，内陸都市よりも海岸都市において都市化の影響は小さくなる．

日最高気温については，海岸都市で，夏季の日中には，発達した海風の進入により都市規模に関係なく混合層の高さが同程度に決まり，都市化の進行に伴って熱輸送は増大するため，日最高気温について高温化は加速する．一方，内陸都市では日中に，都市内部へのヒートアイランド循環に伴う冷気の進入が都市域の拡大とともに遅れ，日最高気温の上昇は都市化に伴い加速する．

盆地都市では，全気温要素について高温化は加速傾向を示す．早朝には盆地内に形成する安定成

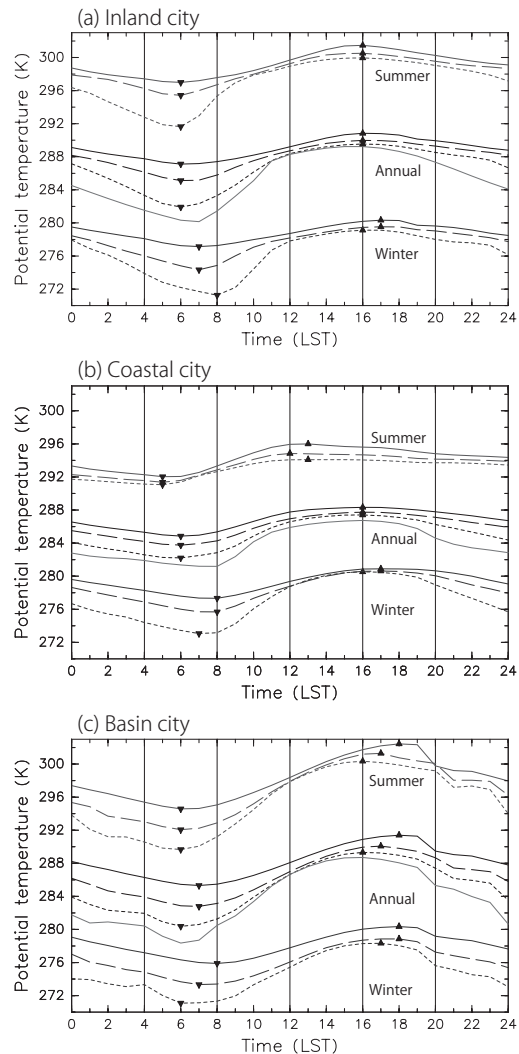


Figure 2 Diurnal variation of temperature. Solid, dashed and dotted lines indicate large city, middle city and small city, respectively.

層が中立層の上空への成長を抑制するため，都市化に伴い増大する熱は，その安定成層以下の大気層の加熱に消費される．日中にも盆地内には安定成層が停滞し，さらに都市域の拡大に伴うヒートアイランド循環による冷気の進入も遅れるため，気温は都市化とともに上昇する．盆地都市での前期・後期の昇温量は，他の地理条件での昇温量よりも大きいいため，都市化が進行するほど，盆地都市では高温化がより深刻になる．

4. 結論

実験結果から，都市化に伴う高温化は安定して継続するのではなく，地理特性に依存して加速または減速し，さらに昇温量自体も変化することが明らかになった．したがって，都市化によって形成される気候を理解するためには，都市周辺の地理特性の影響を考慮することが必要不可欠であることが分かった．