

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 理学 )	氏名	伊 東 瑠 衣
論文題目	地理特性がもたらす都市気候形成過程の変化とメカニズムの解明		
(論文内容の要旨)			
<p>人口の増加や都市化の進行により、世界各地において都市気候の変化が予想されている。これまでの都市気候研究では、特定の都市を対象として、現状の気候状態や都市化の前と後とでの変化を調べた事例研究が主であった。しかし、都市気候の形成過程が都市化の進行に伴い変化する様子やその変化の地理特性に対する依存性は、これまで未解明であった。そこで本研究では、発展段階の異なる複数の都市を対象として、気象観測データの解析および領域気象モデルを用いた数値実験を行い、都市気候の形成過程が地理特性の違いによって変化する様子とその変化のメカニズムを調べ、また地理特性に依存した都市での高温化傾向の特徴を調べた。</p> <p>観測データの解析では、日本全国の解析対象地点を内陸・海岸・盆地という地理条件で分類し、都市規模と昇温量との関係およびその関係の地理条件への依存性を調べた。本解析では、都市規模の指標として人工地表面の被覆率を用いた。解析結果から、都市規模の拡大に対する日平均気温・日最低気温の上昇量は、地理条件によらずに増加傾向を示し、海岸地点よりも内陸地点で増加傾向が顕著であることがわかった。海岸都市では、海岸線から 7 km 以内の海岸隣接地点では海域の影響により昇温が抑制され、それより離れた遠隔地点では内陸都市と類似した昇温傾向を示すことが明らかとなった。</p> <p>次に、大阪平野という実在都市域を対象に数値実験を行い、大阪湾の埋立地の有無が大阪平野の都市気候に及ぼす影響を調べた。埋立地の存在により、周辺都市での気温が、早朝には低下して日中には上昇することがわかった。早朝の気温低下は冬季で顕著であり、その範囲は大阪平野一帯に及ぶ。この結果から、埋立地に隣接する都市での気候形成には、埋立地造成という都市化によって、日最低気温の上昇が抑制され、日最高気温の上昇が加速するという特徴が現れることが示唆される。</p> <p>地理特性に依存した都市化の進行に伴う気候の形成過程のメカニズムを調べるため、都市大気と地理特性を仮想的に設定した数値実験を行った。本数値実験では、都市の段階的な発展および地理特性や季節性を、多様かつ広範な条件で設定した。実験の結果から、内陸・海岸都市での日平均気温・日最低気温の高温化は減速傾向を示すことがわかった。特に海岸都市では、海風による鉛直混合の促進効果により、昇温はより小さくなることがわかった。また、海岸都市では夏季の場合に、内陸都市では季節によらずに、日最高気温の高温化が加速する。このような昇温傾向の違いは、都市規模の拡大や局地循環により規定される混合層の発達高度や都市地表面からの熱輸送量に依存することがわかった。一方、盆地都市では、都市上空の安定成層の存在により日平均・日最高・日最低気温の高温化は加速し、昇温量は他の地理条件の場合より大きい。よって、盆地都市では、都市化の進行に伴い高温化はより顕著に現れる。</p> <p>本研究から、従来の都市気候研究で示された都市化に伴い高温化が進行するという描像は、すべての都市で共通して見られる特徴ではないことが明らかになった。都市高温化の傾向は周辺の地理特性に強く依存し、都市気候の形成過程を決める要因として地理特性が重要な役割を果たすことが明らかとなった。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

世界各地で都市化が進行し、都市の気候は変化している。特に都市での高温化は都市ヒートアイランドと呼ばれ、産業革命以降、都市の形成や拡大とともにその存在が知られてきた。これまでの都市気候研究により、都市化とともに都市での高温化が顕著になることが知られてきた。しかし従来の研究では、特定の都市を対象とした事例解析によるものが主であったため、事例解析による断片的な知見が蓄積されているものの、都市の違いによる気候状態の違いを一般的に理解するまでには至っていない。そこで申請者は、都市の規模や都市が位置する地理特性に着目し、様々な地理条件下における都市気候の形成過程を包括的に明らかにすることを目的として研究を行った。

気象データの解析では日本全国の都市を内陸・海岸・盆地といった地理条件毎に分類しており、都市規模の変化による高温化を地理条件毎に整理した着眼点が新しい。日平均気温・日最低気温・日最高気温といった気温要素は、地理条件や都市規模の発展に応じて、その変化傾向が変わることを示した。また、海岸線からの距離に応じて気温の変化傾向が異なることも明らかにした。このように都市での高温化が地理特性や都市の発達段階によって整理して把握することができることを示したのは、都市気候研究における新たな知見であり、申請者の研究成果は高く評価できる。

次に、数値実験により、都市化に伴う気候の形成過程とそれに及ぼす地理特性の影響を調べた。まず、大阪平野での都市を対象としたパイロットスタディを行った。大阪湾での埋立地の影響に着目し、埋立地という小さな空間規模での変化が大阪平野一帯という広域にまで気温変化を及ぼすことを示し、新規性のある結果として評価できる。さらに、理想化した条件設定による数値実験を行った。従来の研究では都市化前後という2段階の都市の発達段階を考えるのが主であったが、本研究では、小規模・中規模・大規模という異なる規模の3段階の状態を想定することによって、都市規模拡大に伴う気温の変化傾向の違いを調べた着眼点が高く評価できる。また、各規模の都市は日本の実在都市を想定し、海岸・内陸・盆地各都市の多彩な地理条件を考慮することで、データ解析で示した昇温傾向を説明するために数値実験を工夫して実施している。このような観点からの数値実験は、世界的に初めての試みとして高く評価できる。数値実験では現実大気で見られた観測的な特徴を定性的に表現することに成功し、都市化に伴う高温化を決める要因として、混合層の発達状況と局地循環とが関与していることをつきとめた。都市化に伴う地表面熱輸送量の変化によって混合層の発達状況も変わり、海岸都市では海風の進入、盆地都市では山風による冷気の流入といった原因により、混合層は地理特性によっても変容する。都市高温化は地理特性によって整理して理解することができるという以上の結果は、都市気候研究における新たな知見として評価できる。

本研究は、都市化の進行による都市高温化に代表される都市気候の形成過程が地理条件に応じて変化する様子を、データ解析および数値実験により包括的に示したものである。申請者の研究は、これまでの断片的な都市高温化についての知識が地理特性や都市規模によって整理して理解できることを示しており、応用気象学・応用気候学の分野において重要な貢献をしたものとして高く評価できる。よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成26年1月20日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。