

氏名	おおはしゆきたか 大橋唯太
学位(専攻分野)	博士(理学)
学位記番号	理博第2412号
学位授与の日付	平成14年1月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	理学研究科地球惑星科学専攻
学位論文題目	都市化が京阪地域における局地風循環の動態・構造に及ぼす影響

論文調査委員 (主査) 教授 木田秀次 教授 岩嶋樹也 助教授 里村雄彦

論文内容の要旨

本論文は、京阪地域を念頭におき、海陸風、都市循環および山谷風の3つの循環の相互の関係から形成される特徴的な局地風循環の動態と構造とを研究したものであり、観測およびそのデータ解析、さらに数値シミュレーションなど総合的な手法を用いて、局地風循環の機構とその特性を解明している。

大阪地域における夏の海陸風の観測を実施するため、大阪市域から京都市域に向かう3地点にパイバル観測点を設けて、その観測結果を解析することにより、大阪湾からの海風フロントの進行方向前方には都市域スケールに相当する水平スケールの弱風域が形成されることが分かった。また、その弱風域形成のメカニズムを説明する力学的解釈、すなわち、境界層の運動量鉛直混合効果を提案すると共に、その解釈を検証するため水平鉛直2次元の数値実験モデルを用いて、解釈を支持する結果を示した。

続いて、近畿地方の全域をあつかう領域型の局地風循環3次元モデルを独自に開発し、それを用いて、京阪地域の局地風循環を再現することに成功している。そして、その数値実験の結果を詳しく解析することにより、大阪湾から大阪都市域を経て、京都の都市部に向かって吹き込む午後の海風の局地風循環には、両都市中間に位置する天王山付近の山地で形成される山谷風が高槻・山崎付近などの地域に乾燥をもたらすことを示した。こうした地域の特徴は、大気汚染や水蒸気の過去の観測データの解釈に合理的な理解を与えるものであることを論じた。そして、関東平野における東京都市域における局地風循環とは異なる特性であることを明らかにした。

さらに、上の研究の関連研究として、大阪と京都のように、海岸近くに位置する都市の他に、そこからやや内陸にも大都市が存在するような地域では、それら両都市効果の影響を受けて局地風循環がどのように変型されるか、という問題を調べている。その解明のための数値実験を行った結果、海岸都市が先ず風の変型を引き起こし、その循環はさらに内陸都市が独自に形成する都市循環と連鎖して、連続的局地風循環になることを明らかにした。このような変型を受けた循環が形成されることから、大阪で発生した大気汚染物質はその循環に乗ると効果的に京都都市域に達しうることが示した。その意味で、大阪と京都の間の距離は、局地風循環の構造や大気汚染の動態にとって重要であることを示した。

論文審査の結果の要旨

地球の表面がもし均一であるとしたら、局地的な現象は生じないが、現実には地表は、平野・山地あり、植生・砂地あり、都市ありなど極めて不均一であるため、それぞれ地域特有の局地的現象が生じる。本論文では、5~10kmの水平規模の構造をもつ現象を対象とするが、このような現象の中でも、局地風循環に注目した研究は、これまでに少なからず行われてきたものの、断片的な研究に止まっていた。本論文は、固有の地表条件という問題を研究する中で、多面的な研究アプローチを行うことにより、局地風循環の構造と動態に対する一般性のある研究成果を示している。

大阪湾から大阪平野に吹き込む夏季の海風は、平野東部や北部には直ぐ近くに山地(生駒・葛城、六甲など)が迫ってい

るので侵入には限度があるが、京都に向かう方向は谷筋になっているので海風の侵入の可能性が以前から指摘されてきた。しかし、そういう風系の存在を確認する研究はほとんど無かったといえる。本論文は、そういう現状において、大阪から京都に向かう中間地点付近の道筋に沿って3ヶ所の観測点を設け、高度2~3kmまでの風系をパイバル観測した。そのデータを解析した結果、海風が発達するとされる気象条件を満たす日には、大阪湾から吹き込んできた海風を確認した。また、その海風フロントが京都方面に向かって侵入する時、そのフロントの到着に先立って、大阪都市域の周辺部には弱風域が形成されることも明らかにした。この弱風域の形成自体は、東京域の海風侵入においても指摘されてきたことであるが、関西においても認められたことによって、海岸都市に生じる海風の構造的な特徴であることが認識できた。本論文では、その弱風域の形成のメカニズムに対して力学的解釈、即ち、大阪の都市循環がもたらす地表風と上空の一般風との運動量混合過程によって弱風域が形成されるという解釈を示した。このメカニズムは、局地風循環の2次元数値モデルを用いて、一般風の存在する時と存在しない時との比較など種々の数値実験を行うことにより詳しく検証し、一般風の存在の如何にかかわらず、弱風域が形成され得る結果を示し、海風の構造の一部として理解してよい特徴であると論じた。

次に、京阪地域の局地風循環の構造とその特性を調べるために、独力で作製した3次元モデルを用いて数値シミュレーションを行い、その結果を論じた。この数値モデルは、対流圏下層、特に大気境界層循環を表現するものであるが、水平分解能は約2km、鉛直分解能は約100mである。近畿地域の海岸線の出入りや山地の凹凸が表現されている。地表が、地面か都市か森林かなどの複雑な分布もパラメータとして導入されている。これらにより、海陸風、山谷風、および都市循環などが再現される。ただし、このモデルは、夏季の日中の晴天条件が念頭におかれているので、雲に関する効果は含んでいない。

そのような近畿地域の局地風循環モデルにより再現された、大阪から京都にかけての風系の構造の解析から、興味深い特徴が見い出されている。その一つは、大阪京都間のほぼ中間地域（高槻など）は、大阪や京都よりも、大気が乾燥する傾向がある。この現象は、従来、大都市の郊外は湿潤化傾向をもつとされてきた認識を覆すものであるが、この乾燥化は、近くの山地の影響すなわち谷風で誘起される下降気流の効果と解釈できることを明らかにし、大阪起源の大気汚染物質の濃度日変化の過去の観測結果も明確に理解できることを論じた。

また、近畿地域の夏季の局地風循環が再現された海風を詳しく解析した結果、大阪湾からの海風フロントの侵入が、午後後半の時間帯において（東京域の海風フロントで見られるような）停滞もなく、スムーズに京都方面に侵入を続ける傾向があることを明らかにした。このような特徴は、大阪・京都の両都市の効果によるものと指摘している。

京阪地域は、海岸に接する都市、やや内陸の都市、そしてその中間域に谷筋・山地が存在するという地理的条件が、互いに効果を及ぼして、その地域特有の局地風循環が形成されていることが示された。そこで、特に、地域を限定せずに、一般的に見られる海岸都市と内陸都市の局地風循環に対する効果を詳しく調べる数値シミュレーションへと研究を深めている。その結果、例えば、大阪と京都の距離程度の都市間距離がある時には、両都市が相互作用を及ぼして海風の構造に変化をもたらす、両都市を繋ぐ連鎖的循環（chain flow）が形成されることを指摘した。この循環は、海風に運ばれる大気汚染物質を速やかに内陸都市に輸送する効果をもつことを論じた。こういう観点からも、大阪京都間の距離は局地風循環において重要なパラメータであることを種々の数値実験の結果に基づいて明らかにした。

本論文の研究により、京阪地域の局地風循環の特性は、海陸風と都市循環および山谷風らの総合的效果が重要であることが明らかにされた。これにより、今後必要となるであろう、各地の局地風循環の特性と一般性との研究の展開に対して先鞭をつける独創的な研究であると思われる。

以上の評価に基づき、博士の学位に合格するものと判定する。