

氏名(本籍)	すぎもと し おり (滋賀県)		
学位の種類	博士(理学)		
学位記番号	博乙第2488号		
学位授与年月日	平成22年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Water Vapor Transportation into the Tibetan Plateau and Formation Processes of Mesoscale Convective Systems during Monsoon Season (モンスーン期におけるチベット高原上への水蒸気輸送とメソ対流系の形成)		
主査	筑波大学准教授	理学博士	上野 健一
副査	筑波大学教授	理学博士	木村 富士男
副査	筑波大学教授	理学博士	林 陽生
副査	筑波大学准教授	博士(理学)	植田 宏昭

論文の内容の要旨

本研究では、夏季におけるチベット高原内への水蒸気輸送量が中緯度トラフの通過とインドモンスーンの休止期に伴う広域循環場に起因して顕著に増加することを、客観解析データにより明らかにした。同時に、ヒマラヤ南麓から高原内への段階的な日変化をもつ水蒸気侵入過程があり、中緯度トラフが水蒸気侵入領域を高原南東部に限定させることを数値シミュレーションにより示した。さらに、水蒸気侵入後にチベット高原上でみられる対流活動の一つとして高原東部にてメソ対流系(MCS)が大きく発達する場合に着目し、高原上の東西で異なる土壌水分分布に伴った地表面加熱勾配が、熱的に発生した低気圧性循環の挙動や対流不安定場の形成を介して、MCSの発生発達をコントロールする可能性を、衛星データによる分析および数値シミュレーションにより突き止めた。

夏季モンスーン期におけるチベット高原上での積雲対流活動は、モンスーン循環の形成および維持に貢献する非断熱加熱熱源の一要因として古くから注目されてきた。ところが、ヒマラヤを含め、観測地点が極めて少ないことから、半乾燥地域であるチベット高原上での対流活動を駆動する下層水蒸気の供給過程や、衛星で観測される高原東部MCSの形成過程を把握することは困難であった。そこで、90年代後半から蓄積された衛星観測データの使用と、近年開発が目覚ましい数値モデルのチベット高原周辺複雑地形領域への導入によって、高原内への水蒸気輸送過程とその後のMCS形成過程の解明を試みた。

具体的な研究結果を示す。高原上を総観規模トラフが通過する場合には、インドモンスーンの休止期に対応した対流圏下層でのモンスーン西風通過位置北上に伴い、アラビア海方面からヒマラヤ南麓に直接供給された多湿気塊が、高原内に侵入することが示唆された。一方、チベット高気圧卓越時には、インドモンスーンの活発期に伴って、インド亜大陸上対流圏中層に低気圧性循環場が形成され、これがチベット高原内への水蒸気侵入を妨げた。数値実験により、ヒマラヤ南面から高原内への水蒸気輸送過程は日変化を伴っていることが明らかとなった。具体的には、早朝から午前中に下層のモンスーン西風によって供給された多湿気塊が、日中の混合層の発達およびヒマラヤ南斜面での谷風強化に伴って対流圏中層に持ち上げられ、夕方から夜間にかけてトラフ前面の南東風に沿って高原内へ侵入した。加えて、トラフ後面からの乾気流入が、水蒸

気侵入域を高原南東部に限定することが示された。

高原東部においてMCSが大きく成長する場合には、対流圏上層で気候値以上にチベット高気圧の張り出しが強かった。このとき、地表面付近では、MCS発生前日の日中に高原北西部で熱的に発生した低気圧性循環が夜間から翌日午後にかけて東進する様相、また、この低気圧性循環によって侵入した北西風と高原南東部で卓越する南西風との収束域で対流活動が活発になりMCSが発生する様相が再解析データと衛星観測赤外画像、および数値実験によって確認された。MCS形成前日までの高原北西部における顕熱フラックスを削除した感度実験では、熱的低気圧の発生やその東進が再現されず、翌日の下層収束が弱化したため、MCSは発達しなかった。一方、MCS形成当日の高原東部における潜熱フラックスを削除した実験では、高原北西部から東進してきた低気圧性循環が下層収束を引き起こしたにもかかわらず、高原東部地表面付近の相当温位を低下させ対流不安定を弱めたため、MCSは発生しなかった。以上より、チベット高原上の陸面乾湿分布が、高原特有の循環場に起因した下層収束を形成し、MCSの発生につながる可能性を明らかにした。

これらは、チベット高原上での対流活動の実態把握に大きく貢献するだけでなく、中緯度擾乱活動とインドモンスーン活動との対応関係や、世界中の乾燥・半乾燥地域で注目されている大気陸面作用に対して新しい知見をもたらした研究成果である。

審 査 の 結 果 の 要 旨

チベット高原が東アジアの気候形成やモンスーンの季節進行に与える影響を明らかにするために、従来から主に客観解析データによる診断や大気大循環モデル(GCM)による感度実験が行われてきた。本研究では、高原周辺の総観規模場とメソスケール現象の連動により発生する水蒸気輸送とメソ対流系の発生要因を、観測データと領域モデルによる数値シミュレーションを組み合わせる多角的に分析した事に特徴がある。高原への水蒸気流入過程に関しては、トラフ通過に伴う季節内変動に同調してヒマラヤ南面から段階的に輸送される過程が示され、インドモンスーンの中休みに同期して高原南東部を湿潤化させるメカニズムを明らかにした。また、高原東部で発達する大型のメソ対流系にとって、西部で発達する熱的低気圧が日変化スケールで移流する事と、東部の湿潤な陸面から潜熱が供給される過程が重要である事が示された。これらの成果は、従来の月単平均場で論じられてきた高原の熱力学的作用に関する総観規模での具体的な構造を示し、地形や陸面加熱の不均一性が果たす役割を論じた点が画期的であり、本学の学位論文として十分な水準にあることを示している。研究成果はMOCA-09国際学会および日中韓国際気象学会にて発表され、高い評価を得ている。内容の一部は既に査読付き国際学術誌に公表され、特に中国研究者から注目されている。本研究を行った杉本氏は、EU連合の国際プロジェクト(CEOP-AEGIS)に非常勤研究員として参加し、筑波大学チームの中心的役割を果たしている。

よって、著者は博士(理学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。