

氏名(本籍)	さ さ き た い ち 佐々木 太 一 (東京都)		
学位の種類	博 士 (理 学)		
学位記番号	博 乙 第 2057 号		
学位授与年月日	平成 16 年 9 月 30 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	Observational Studies on Diurnal Moisture Transport in Several Mountainous Regions (山岳域における水蒸気輸送の日変化に関する観測的研究)		
主 査	筑波大学教授	理学博士	木 村 富士男
副 査	筑波大学客員教授	理学博士	吉 崎 正 憲
副 査	筑波大学助教授	Ph. D.	田 中 博
副 査	筑波大学講師	博士(理学)	植 田 宏 昭

論 文 の 内 容 の 要 旨

山岳周辺において日変化を伴う降水域が広域に伝播することが知られている。この現象のメカニズム解明のため、GPS 可降水量及び高層ゾンデ観測により水蒸気輸送の実態を把握した。また、水蒸気輸送過程に与える山岳の熱的効果を数値実験から調査した。この研究の対象領域は (1) 夏期静穏日の関東地方、(2) 強風日のインドネシア・スマトラ島、及び (3) 強風日のチベット高原の 3 地域である。夏期静穏日の関東地方 (1) は、山谷風及び海陸風循環の発達しやすい日及び地域を想定している。可降水量の顕著な増加が日中に斜面上昇流が収束する山岳で見られる。山岳の湿潤域は夜間にかけて隣接する平野へ拡大する。隣接平野での高層観測結果は、局地循環反流による山頂からの水蒸気移流を裏付けている。湿潤域は降水の頻度分布とも一致する。一方、海風が卓越する沿岸部では日中に可降水量が微減する。海風が沿岸部の水蒸気をより内陸へ輸送すること、海風の低温気塊移流効果により沿岸部の境界層発達が抑制されること、及び沿岸部が海陸風循環の発散場に位置することにより、海上大気下層は陸上のそれより湿潤であるにもかかわらず、海風が進入しても沿岸部の気柱には水蒸気が蓄積されにくいことを示唆している。

スマトラ島の山脈で 1 か月間実施された高層観測の解析では、乾季の夕方に混合層より上の大気層が頻繁に湿潤化する日変化が示された。この湿潤層内で水蒸気量は鉛直一様ではないため、乱流混合は主要因ではない。領域気象モデルを用いた雲解像度の数値実験によると、日中の斜面上昇流収束が山脈に沿った帯状の湿潤域を形成し、山頂高度の一般風がこの湿潤帯を風下低地上空に輸送する。風下低地では混合層が山頂高度付近まで発達しており、この水蒸気移流は混合層より上の大気層を湿潤化させる。この輸送過程は月平均の観測及び実験結果から支持されており、スマトラ島付近の気候学的な水蒸気量日変化を形成すると同時に、インド洋への気候学的雨域伝播の主要因であることが推測される。

一般風下で卓越する特徴的な水蒸気量日変化が、雨季直後のチベット高原南東部谷域の GPS 観測からも頻繁に確認された。可降水量は日中減少し夕方以降急増する。山谷風循環の理論では、狭い谷では上空の反流による隣接山岳からの水蒸気移流が午後の早い時間に可降水量を増加させると期待され、観測された日変

化を説明できない。領域気象モデルを用いた雲解像度実験によると、日中ヒマラヤ山脈の斜面上昇流により水蒸気が高原外部から輸送され、峡谷を通じて高原内に流入する。一方、高原上の大気下層は日中乾燥化しており、流入した湿潤域の間に、山脈に平行に水蒸気前線帯が生じる。夕方以降、乾燥化衰退と共に前線構造は崩れ、帯状の水蒸気塊が高原内部へと重力流的に進入し、可降水量の急増を引き起こす。日中の乾燥化は、鉛直混合により上空の西風運動量が下方輸送され乾燥移流が高原規模で強化されたことによる。以上の研究結果は、強風下でも卓越する大規模山脈の熱的効果の重要性を強く指摘している

審 査 の 結 果 の 要 旨

衛星によるリモートセンシングでは、以前から海洋上で日変化する降水が広く観測されている。日射による影響を受ける陸上と異なり、海洋での降水の日変化の原因はよくわかっていなかった。また、大規模な山岳域における降水の日変動についても未解明な点が多く、とくに水蒸気の挙動については観測手段が乏しいことから不明な点が多かった。この研究では、従来の観測手法であるラジオゾンデによる集中観測に加え、地上からのリモートセンシングである GPS を用いた上空の積算水蒸気（可降水量）の高時間分解能観測により、山岳域における水蒸気の日変化を観測的に明らかにした。また雲解像の数値モデルを用いて、山岳域とその周辺部の水蒸気、雲および降水の挙動をとくに日変化の時間スケールに着目して再現し、降水メカニズムを明らかにした。従来の気象の数値モデルでは対流雲の発達と降水過程を気象力学に従って直接計算せず、対流のパラメタリゼーションという半経験的な手法による再現計算を適用している。雲の発達と降水のメカニズムが平地や海洋上とは明らかに異なる山岳域では、この方法では誤差が大きく信頼性がない。この研究では雲解像モデルにより、上記の過程を気象力学に従って直接的にシミュレーションした。モデルの計算結果と前記した観測データとの比較検証により、過去の研究では推測にすぎなかった山岳域における水蒸気の輸送過程のメカニズムを明確にした論文であり、学術的に大きな価値が認められる。

なお、この研究は関連学会でも高い評価を受けており、その一部はすでに国際的な一流誌に掲載されている。

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。