

氏 名	おく 奥 勇 一 郎
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学位記番号	理 博 第 2879 号
学位授与の日付	平成 17 年 3 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	静止軌道衛星によるリモートセンシングを用いたチベット高原における 地表面熱収支に関する観測的研究

論文調査委員 (主査) 助教授 石川裕彦 教授 植田洋匡 教授 木田秀次

論 文 内 容 の 要 旨

平均海拔高度が4,000mを超えるチベット高原は、対流圏中層の大気に対する熱源として、アジアモンスーンの形成と変動に熱力学的な影響を与えている。この熱力学的な影響を見積もる観測研究がいくつか行われてきたが、地上観測に基づく研究では、チベット高原全体からの影響を算定することは困難であった。本研究では、静止軌道衛星GMS-5(ひまわり)のデータを用いて地表面温度および地表面エネルギーフラックスの空間分布を算出する手法の開発を行いチベット高原のエネルギーフラックスの面的分布を算出した。

第一段階として、地表面エネルギーフラックスの算出過程において最も重要な物理量である地表面温度に着目し、これを正確に算出するため赤外スプリットウィンドウ法を用いてGMS-5データから地表面温度の空間分布を算出する手法を確立した。衛星に搭載された放射計で計測される地表面からの赤外放射に大気減衰が及ぼす効果を、放射伝達モデルを用いた大量のシミュレーション計算により可降水量と衛星天頂角の関数として定量化し、この補正を加えることにより地表面温度を精度良く算出することを可能にした。また、チベット高原の地理的な特性を生かし可降水量の算出に水蒸気チャンネルを用いることにより、気象観測の少ないチベット高原への適用を可能にした。さらに、雲領域の除去に関して、赤外チャンネルによる変動閾値を用いた雲判別法を新たに提案し、従来用いられている固定閾値による雲判別法に比べて格段の精度で雲領域を検出、除去することに成功した。算出した地表面温度を地上観測によるそれと比較したところ、相関係数が0.8以上、平均二乗誤差数 K でチベット高原の地表面温度の空間分布を算出できることがわかった。

このようにして算出された地表面温度の空間分布のデータを用いて、チベット高原の地表面温度の日変化、季節変化、年々変化について調べた。その結果、チベット高原の領域平均地表面温度は1996年から2002年までの7年間で1年あたり 0.096°C の割合で上昇していることがわかった。さらに、地表面温度の日最高値が1年あたり 0.002°C の昇温とわずかであるのに対して日最低値のそれは 0.155°C と大きく、高原の地表面温度の上昇は主として日最低値の上昇によってもたらされていることを明らかにした。これらは地球温暖化と関連して意義深い貢献であり、空間代表性のある衛星データによって初めて示すことができた。

第二段階では、極軌道衛星NOAAのデータを用いて地表面エネルギーフラックスを算出する手法を参考として、第一段階で構築した地表面温度の算出手法を適用して、GMS-5のデータからチベット高原における地表面エネルギーフラックスの空間分布を高時間分解能で算出する手法を提案した。この手法を用いて算出された地表面エネルギーフラックスを地上観測で得られたそれと比較したところ、双方の日変化や季節変化はよく一致し、GMS-5から算出された地表面エネルギーフラックスの信頼性を確認した。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

この論文は、静止軌道衛星GMS-5(ひまわり)のデータを用いて地表面温度および地表面エネルギーフラックスの空間

分布を算出する手法を新たに開発し、これを用いてチベット高原の地表面熱収支を調べたものである。

極軌道衛星を用いた地表面温度算出手法は既に提案されているが、観測頻度や同時性の点で不十分であった。本論文では静止軌道衛星のデータを用いることにより、時空間的に均質な地表面温度算出を可能にした。静止軌道衛星のデータを用いるにあたり衛星天頂角及び大気中の水蒸気量に関わる補正が必要となるが、申請者はこの問題を解決するため衛星に搭載された放射計センサの感度特性まで考慮した緻密な放射伝達計算を行い補正式を得た。また、地表面温度算出の障害となる雲域の除去に関して、変動閾値を用いた新しい判別法を提案し、過不足無く雲領域を除去することに成功している。これらの工夫により、地上観測で得られる地表面温度との相関が0.8以上という、極めて良好な算出結果を得た。この成果は、観測データの乏しい地域の現象を解明する手法として、また衛星データの新たな利用価値を示すものとして評価できる。

申請者は、この手法を1996年から2002年までの衛星観測データに適用し、チベット高原の地表面温度が年々上昇していることを明らかにした。これまで同地域での気温上昇傾向は地球温暖化研究の中で示唆されているが、その根拠となる実測データは数地点のものであった。申請者の得た結果は、時空間的に均質で密な大量のデータに基づくものであり、温暖化傾向を明確に支持する結果として評価できる。

申請者はさらに、地表面温度の算出手法を地表面エネルギーフラックスの算出過程に組み込み、静止軌道衛星のデータから地表面フラックスの面的分布とその時間変化を算出した。そして、衛星データから算出された地表面フラックスが、地上の固定観測点で得られたフラックスの日変化や季節変化の傾向とよく一致することを示した。これにより、固定観測点で得られたチベット高原の熱的影響を空間的に拡がりを持つ面的情報として理解することが可能になり、アジアモンスーン形成におけるチベット高原全体の熱力学効果を定量的に見積もることが可能となった。この成果は、今後のアジアモンスーン研究に大きく寄与する成果として評価できる。

本研究の手法は、観測データの少ない地域での新たな情報源としても有望である。本手法を改良し他地域にも適用し、算出された地表面温度やエネルギーフラックスを気象予報のデータ源として活用することにより、気象予報の精度向上に資する可能性がある。

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、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。