

論文審査の結果の要旨

氏名 原田千夏子

本論文は5章からなり、第1章は、まえがきに相当するもので地球温暖化に伴う乾燥・半乾燥地域の気候変動を研究することの意義を述べている。気候変動の研究をするためには、気候モデルの使用が不可欠であるが、その気候モデルの性能を検証するには観測データが不可欠となる。しかし、広大な乾燥・半乾燥域では観測データが不足しており、宇宙からのリモートセンシングが不可欠となる。このために TRMM 衛星の降雨レーダ (PR) を用いて検証することとした。

第2章ではオーストラリア内陸の乾燥・半乾燥地域を対象に、オーストラリア気象局による地上観測データと比較することによって、TRMM PR の降水データの精度を議論した。その結果、乾燥・半乾燥地域における TRMM の降雨レーダの精度については、オーストラリアの乾燥・半乾燥地域では $10.0^{\circ} \times 5.0^{\circ}$ グリッドの季節平均日降水量が 0.84 mm 以上であれば信頼でき、3年間の季節平均値ならば $5.0^{\circ} \times 5.0^{\circ}$ 以上のグリッドの値が信頼できることを示した。また、グリッドの面積を $10.0^{\circ} \times 5.0^{\circ}$ と広くすることによって、バイアスは含まれるが月および季節平均降水量の経年変動を推定することが可能であることを示した。これまで乾燥・半乾燥地域を対象に TRMM PR のデータ精度を検証した研究では、限られた季節しかデータを信頼することができないとされていた。しかし、本研究における複数の時空間スケールの比較の結果は、他の乾燥・半乾燥地域においても、グリッドの面積を広くすれば TRMM PR データの活用が可能であることを示唆している。

第3章では、前章の乾燥・半乾燥地域における TRMM PR データの精度に関する定量的な検証をふまえ、世界最大の乾燥・半乾燥地域であるサハラ砂漠域 (20° - 30° N, 10° W- 30° E) を対象とし、TRMM PR データを使用して4年間の降水の経年変動の分析を行った。その結果、多雨年は、平年に比べ中緯度上層 200 hPa の偏西風が平年よりサハラ砂漠域に近づいていた。200 hPa の偏西風ジェットは中緯度擾乱に関連していることから、多雨年はジェットの南下のためにサハラ砂漠域で平年より多くの擾乱が発生したことが示唆された。また、8月は多雨年の1999年に降雨強度と降雨頂高度が大きい対流性降水イベントが1998・2000年の約2倍、層状性降水イベントの数も上回っていた。そこで多雨年の大気大循環場の変化に注目すると、 20° N 付近の 600 hPa で AEJ のコアが平年より北上し、サハラ砂漠域に接近しており、先行研究と一致する結果が得られた。

第4章では、東京大学気候システム研究センター・国立環境研究所・地球環境フロンティア研究センターが行った地球シミュレータを用いた温暖化予測実験の結果に基づき、地球温暖化に伴う乾燥・半乾燥地域における将来の水循環変動のメカニズムを解析した。対象地域は南北半球の5ヶ所の乾燥・半乾燥地域 (サハラ砂漠域, サヘル, 中央アジア, オー

ストラリア内陸，アメリカ西部）とし、IPCCの温室効果気体排出シナリオ A1Bによる温暖化実験結果を使用して、JJA（6-8月）・DJF（12-2月）の気温の変化を検討した。領域平均では、JJAのオーストラリアを除いて全球平均を上回る昇温を示した。中でも、DJFの中央アジア、JJA・DJFのアメリカ西部・サハラ砂漠域では、5以上の大きな変化を示した。降水量は、JJAのサハラ砂漠域・サヘル、JJA・DJFの中央アジアの増加が顕著で、アメリカ西部はJJA・DJFともに減少した。温暖化に伴い降水量が増加する地域では、最大降雨強度が増大しており、土壌浸食が懸念される。一方、アメリカ西部では年間を通して降水量が減少しており、干ばつの頻度の増加が懸念される。また、温暖化に伴う降水量変動のメカニズムを検討した。JJAのサハラ砂漠域・サヘルでは、アフリカモンスーンの強化によりギニア湾からの水蒸気移流が増加していた。また、気温の南北勾配の変化に伴うAEJのコアの北上という、現在気候における8月のサハラ砂漠域の湿潤年と同じ特徴を示した。JJAの中央アジアでは、昇温に伴う蒸発量の増加と北西からの水蒸気移流の強化が降水量の増加に寄与していた。DJFのオーストラリアでは、北からの水蒸気移流の強化が降水量の増加に寄与していた。温暖化に伴い降水量が減少するDJFのアメリカ西部では、水蒸気移流の変化が降水量の変化に寄与していた。また、昇温による積雪量の減少が流出量の減少をもたらすことから、土壌水分も減少していた。最後に、第5章では、まとめと今後の課題が述べられている。

これらの結果は、乾燥・半乾燥地域の気候変動に関する新しい知見を与えるものであり、環境学の発展に寄与するところが大きいと判断する。

したがって、博士（環境学）の学位を授与できると認める。