

【学位論文審査の要旨】

夏季アジアモンスーン (ASM) のもたらす降水は、現地の年降水量の大部分を占め、人口密集地を含む現地の生活や社会経済活動の重要な水資源となっている。また年々変動の極値にあたる年は洪水や干ばつなどの災害に見舞われることが多い。従って、将来地球温暖化によって ASM 降水量がどのように変化するのか、信頼性のある見解が社会的にも強く求められている。しかしながら、地球温暖化による気候の将来予測の研究に用いられる、気候モデルによる温暖化実験に基づく気候の将来予測には、シナリオ・気候内部変動・気候モデルといった不確実性が伴い、それらを十分に理解しておくことが必要である。本研究では、過去と将来、それぞれにおける ASM 降水量の年々変動の長期変化について、多角的な視点から調べた。

まず過去に関しては、観測データを用いて ASM 降水量と全球規模で気候に影響を与えるエルニーニョ・南方振動 (ENSO) との関係性の長期変化を調べた。その結果、20 世紀の第 3 四半世紀には、インド全域において 6-9 月平均 (JJAS) 降水量と ENSO との間に負の相関関係が確認された一方、第 4 四半世紀ではインド南部と北部中央のみに正相関がみられ、インド北東部では弱い正相関となった。これは、1970 年代からインド内で、降水量の年々変動のダイポール構造が強まったことに関連していた。インドシナ半島においても、同様に負から正への相関関係の遷移がみられた。各地域の JJAS 降水量と関連する大気循環場の変化からも、インド北東部及びインドシナ半島の JJAS 降水量と ENSO に関連する海面水温 (SST) パターンとの関係性が、20 世紀の第 4 四半世紀に不明瞭になったことが明らかになった。

将来に関しては、第 5 次結合モデル相互比較計画 (CMIP5) と地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース (d4PDF) の 2 種類の温暖化実験データセットを用い、地球温暖化によって ASM 降水量の年々変動の振幅やその極値がどのように変化するかを調べた。CMIP5 では 22 個の大気海洋結合モデルの産業革命以前と比較して、放射強制力が今世紀末に 4.5 W/m^2 上昇する RCP4.5 シナリオの実験結果により、ASM 域の 6-8 月平均 (JJA) 降水量の年々変動の振幅とその極値の長期変化を調べ、気候モデル間における将来予測に関する頑健性について、統計的検定を用いて客観的な評価を行った。その結果、ASM 域の JJA 降水量の年々変動の振幅は頑健な激化傾向がみられ、年々変動の極値に関しては、湿潤/乾燥極値共に、平均 JJA 降水量からの絶対値の拡大が確認された。これらの結果は、将来の温暖化に伴い当地域での洪水や干ばつの頻度や強度が増すことを示唆している。湿潤極値の拡大傾向は ASM 域全体で確認された。一方、乾燥極値に関しては平均 JJA 降水量の大きな増加が予測されたベンガル湾から北西太平洋赤道域にかけて拡大傾向が強く見られた。

将来の ASM 降水量変動を別の視点から調べるため、気象研究所の高解像度全球大気モデル MRI-AGCM3.2 による大規模アンサンブル実験 d4PDF も解析した。同一気候モデルにより 6 種類の SST 昇温パターン条件下において、全球気温が将来 4°C 上昇した気候を想定している 4°C 上昇実験の結果を解析した。その結果、ASM 域全体では平均 JJA 降水量が増加すること

と JJA 降水量の年々変動が激化することは CMIP5 の結果と共通していた。JJA 降水量の変化の空間パターンは、平均 JJA 降水量及び湿潤/乾燥極値共に SST 昇温パターンによって異なり、将来の SST 昇温パターンの不確実性が降水量変化の空間パターンに影響することが示唆された。

将来の地球温暖化に伴い、降水量を含むアジアモンスーンの変調が懸念される中、アジアモンスーンの過去における長期変動とエルニーニョ・南方振動との関係性について、地域による違いを提示すると共に、将来予測に関して、年々変動および湿潤/乾燥極値の拡大、という新たな点を指摘したことは、気候学的、地理学的にも重要な指摘である。

以上により、本論文は博士（理学）の学位を授与するのに十分な価値があるものと認められた。