

# 150年連続ランを用いた梅雨期極端降雨及び前線構造の将来変化に関する物理的解析 Future Changes in Heavy Rainfall and Frontal Structure during the Baiu Season by Physically- Based Analysis using 150-year Continuous Simulations

○原田茉知・仲ゆかり・中北英一

○Machi HARADA, Yukari NAKA, Eiichi NAKAKITA

In this study, future changes in both the horizontal and vertical structure of the Baiu front are predicted using time-seamless climate change projection data of the 150-year continuous simulation. We show the frontal zone in the eastern Japan will expand northward in the future. In addition, increase in the gradient of water vapor mixing ratio between the continental and oceanic regions will lead to the development of Water Vapor fronts appearing over the East China Sea besides the Baiu front. Finally, two peaks of the updraft are also identified in the vertical structure in the future, indicating the formation of the Water Vapor front and the Baiu front. (108 Words)

## 1. はじめに

近年日本では梅雨前線による豪雨が頻繁に発生し、甚大な被害をもたらしている。平成30年7月豪雨では、西日本域において広範囲で長時間の降雨によって死者237名という甚大な被害が発生した。この災害に対し、気象庁は特定の豪雨事例に関して初めて気候変動の影響を示唆した。このような気候変動によって強化された自然ハザードを災害に繋げないため、気候変動に対して段階的な適応策を講じる必要性が高まっている。

このような背景があり、文部科学省統合プログラムの中で、水平解像度20 kmの全球気候モデルMRI-AGCM3.2S(以下、AGCM20)を用いて世紀末に4°C上昇する設定のRCP8.5シナリオに基づき1950-2099年が連続的に計算された150年連続ランデータ(以下、150年ラン)を気象庁気象研究所が開発した。このデータセットによって、従来のタイムスライス実験では見えなかった時間連続的な将来変化を解析することが可能になった。

また、中北ら(2021)は、150年ランを用いて7月の日本域における梅雨前線降雨帯の将来変化の解析を行い、北日本では降雨帯が徐々に北方へ浸潤することで平均日雨量が上昇し、2060年代ごろからは現在梅雨前線の影響を大きく受けている東・西日本を含め全国的に雨量が増加することを示し、日本へと流れ込む水蒸気フラックスの強化がその一因であることを示唆した。

そこで本研究では、150年ランを用いて梅雨前線の水平及び鉛直構造の物理的な将来変化予測を

行い、梅雨期降雨の将来変化のメカニズムを解明することを目的とした。

## 2. データセットおよび解析手法

前章でも述べた通り、本研究では150年連続ランを用いて解析を行った。ここで、現在開発されている20 km解像度の150年ランのアンサンブル数は1つのみであるため、数値や数年間の前後は自然のばらつきを含む偶然の一つの計算結果であることに注意を払う必要がある。このような側面はあるが、時系列変化の一可能性を示すことができるという点で有意義なデータセットである。

このデータセットを用い、本研究では解析期間を7月とし、台風による降雨を除外するため、台風の直接降雨域が日本域に上陸した日を目視により除外し、7月の旬別平均値を算出した。

## 3. 結果

### (1) 梅雨前線帯の将来変化

まず、雲水量を指標として用い、前線帯の将来変化の特徴を掴んだ。7月上旬の高度500 hPaにおける雲水量を10年平均した水平分布図(年代を抜粋)が図1である。期間については、最も将来変化の傾向があった7月上旬を用いている。図より、将来にかけて、高い雲水量(図1内の白以上)の存在範囲が東日本へ、さらに北日本へと浸潤していることがわかる。この結果は中北ら(2021)とも整合的である。このような特徴から、前線が構造的に変化していく可能性に着目した。

## (2) 梅雨前線の水平構造

次に、マクロなスケールからの梅雨前線の構造に着目するためチベット高原や南シナ海を含む範囲へと解析域を広げた。茂木(2012)によると、温度傾度と水蒸気傾度が大きい梅雨前線の南方に、顕著な水蒸気量の傾度を伴う収束があれば水蒸気前線が形成されることを事例解析から示した。この解析に比べ旬平均かつ10年平均という大きな時間スケールで平均化しているものの、この知見をもとに、茂木(2012)と同じ観点で解析を行った。

図2は、水蒸気混合比と風速場に強雨域(旬平均日雨量8mm/day以上)を重ねた図である。図より、赤線と青線で示すように2本の帯状の雨域が確認できた。赤線は一般的に言われている相当温位傾度の強い位置に対応しているため梅雨前線とみられ、青線は緑シェードの水蒸気傾度の強い位置と対応しているため水蒸気前線と考えられる。また、将来にかけて太平洋沖で水蒸気混合比が増大していき、水蒸気量の傾度が次第に大きくなっている。それに伴い水蒸気前線の雨域が明瞭に太く形成され、水蒸気前線が強化されていることがわかった。今後は、時間解像度を上げて梅雨前線と水蒸気前線の位置関係などの水平構造を確認するとともに、海面水温の将来変化と併せて考察することで地球温暖化の効果を考えていく。

## (3) 梅雨前線の鉛直構造の将来変化

次に、梅雨前線と水蒸気前線の両方を捉えられるエリアA(図2内)を経度方向に平均し、南北鉛直分布の将来変化を解析した。指標は、相当温位・風速・雲水量を用い、前線の構造を捉えた。その結果を図3に示す。図3では、1980年代では梅雨前線の南方では上昇流はほとんど見られないが、2020年代では前線位置のより南方へと雲と上昇流の強いエリアが南北に太くなっている。図2と見比べると水蒸気前線と梅雨前線が合流しているためであると考えられる。そして2070年代には二山の上昇流が存在し、水蒸気前線と梅雨前線の位置が少し離れていることがわかる。

## 4. 結論と今後の解析

以上の解析により、将来に向けて東日本・北日本への前線帯の拡大が予測された。また、将来気候では、大陸と海域の水蒸気量の傾度が増大することで、従来の梅雨前線に加えて東シナ海上に出現する水蒸気前線が強化されていた。鉛直分布においても上昇流が二山できる構造が確認された。

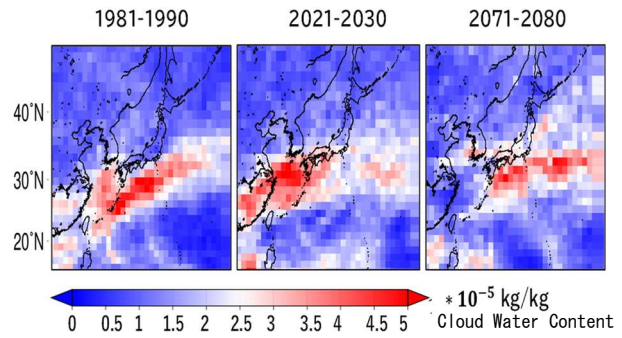


図1. 500hPa 高度における雲水量の分布図。

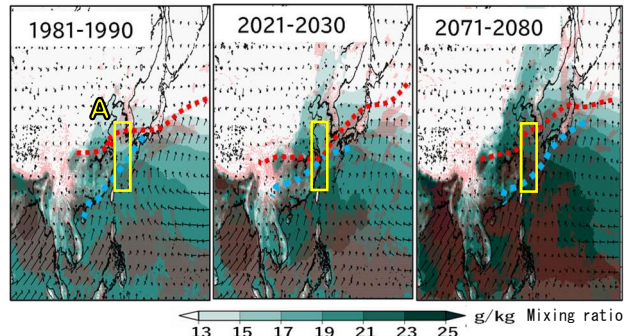


図2. 梅雨前線(赤破線)と水蒸気前線(青破線)の水平分布図。緑のシェードで水蒸気混合比の分布、赤のシェードで強降雨域を表す。

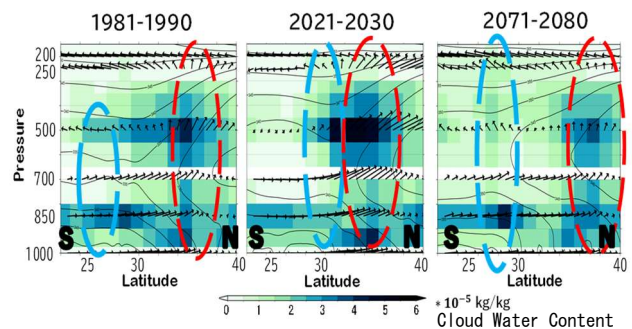


図3. 図2内のエリアAにおける雲・風速・相当温位の鉛直分布。シェードは雲水量、ベクトルは風速、黒線は相当温位を表す。

これが雨域の拡大や雨量増加にどのように寄与するのか解析を進め、発表する予定である。

**謝辞:** 本研究は文部科学省統合的気候モデル高度化研究プログラム領域テーマ D「統合的ハザード予測」で出力されたデータを利用した。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 中北英一, 原田菜知, 小坂田ゆかり: 地球温暖化に伴う梅雨期の降雨および大気場のタイムシームレスな将来変化解析, 土木学会論文集, B1(水工学), Vol.77, No.2, pp.I\_1273-I\_1278, 2021.
- 2) 茂木幸作: 梅雨前線の正体, 東京堂出版, 72pp, 2012.