

九州北部で発生した豪雨事例における環境条件の特徴 Characteristics of environmental conditions for recent extreme rainfall events in northern Kyushu

○中七海・竹見哲也

○Nanami NAKA・Tetsuya TAKEMI

The analysis of the environmental conditions of the recent heavy rainfall events that occurred in northern Kyushu during the warm season indicated that the environments were characterized as being very wet throughout the troposphere. A large convergence of water vapor flux was observed in the lower troposphere, which supplied moisture to maintain moist absolutely unstable layers (MAULs). MAULs and a large convergence of water vapor flux existed near heavy precipitation areas; there was a positive correlation between precipitation amount and MAUL volume. It was also found that the temporal changes of precipitation were correlated well with those of MAUL and water vapor flux convergence.

1. はじめに

日本の梅雨期には、社会に大きな被害をもたらすような大雨が毎年のように発生している。この時期の気象は極めて湿潤であり、水蒸気量が豊富である一方、大気気温減率は湿潤中立に近いことがわかっている (Unuma and Takemi 2016)。例えば 2019 年台風 19 号に伴う豪雨では、湿度 100% かつ湿潤中立よりも不安定な湿潤絶対不安定層 (MAUL) の存在が指摘された (Takemi and Unuma 2020)。梅雨期豪雨発生時には大気湿度から MAUL の存在が予想され、実際に Tsuji et al. (2021) は梅雨期の九州地域の事例から中層に発生する MAUL の存在を示した。このように、湿度 100% に近い状況で形成される MAUL が豪雨の発生に与える影響は、梅雨期の大雨のメカニズムを解明するうえで重要な物理過程であると考えられる。

これまで、梅雨期の豪雨事例について多くの研究がなされてきたものの、MAUL と降水量との関係について定量的に示すには至っていない。そこで本研究では、水蒸気量や湿度、さらに MAUL の発現に注目し、最近の日本で発生した豪雨の環境条件を調べる。特に、九州北部で最近発生した豪雨事例を対象に、豪雨発生時の気象場の特徴を調査し、その共通点から豪雨の発生条件を解明することを目的とする。

2. 使用データと解析手法

本研究では、降水量の解析に気象レーダーとアメダス雨量計とを組み合わせた高精度の解析雨量

データを用いた。気象場の解析には、気象庁メソスケールモデル (MSM) 客観解析データを用いた。

環境条件を評価する指標として、対流有効位置エネルギー (CAPE)、可降水量 (PW)、850~500hPa 間の気温減率 (TLR)、相対湿度 (RH)、湿潤絶対不安定層 (MAUL; Bryan & Fritsch 2000)、水蒸気フラックスの収束・発散について解析した。CAPE は、MSM データの地上物理量を使用して地上空気塊を断熱的に持ち上げて浮力を計算することで算出した。

また Takemi and Unuma (2020) より、下式を満たす層を MAUL とみなす。

$$\frac{\partial \theta_e}{\partial z} < 0 \text{ and } RH \geq 99\%$$

ここで、 θ_e は相当温位、RH は相対湿度である。Bryan and Fritsch (2000) では、湿数が 1 度以下で空気が飽和しているとみなしていた。この湿数が 1 度以下という条件は、日本の暖候期における各豪雨事例での気温から相対湿度に換算すると、およそ 88%~94% である。そのため、本研究での MAUL の判定条件は、Bryan and Fritsch (2000) より厳しい条件である。

解析には、2017 年 7 月、2018 年 7 月、2020 年 7 月、2021 年 8 月に九州北部地域で発生した 4 つの豪雨事例を対象とした。

3. 結果

図 1 に、MAUL の厚みを示す。MAUL の発生域と降水域との間には位置的な対応が見て取れる。さら

に、MAUL と降水量の関係を定量的に解析するため、北緯 32~34 度、東経 128.5~131.5 度の範囲における 1.5km 以上の厚みの MAUL が存在する領域の体積と 3 時間積算降水量が 20mm 以上の領域の総降水量との間の関係を図 2 に示す。MAUL と降水量との関係には正の相関がみられた。

また、図 3 に、MAUL と水蒸気フラックスの収束・発散と降水量の時系列図を示す。MAUL と水蒸気フラックス収束の時間変化は降水量の時間変化とよく対応している。特に、MAUL と水蒸気フラックス収束はピーク位置がほぼ同時である。

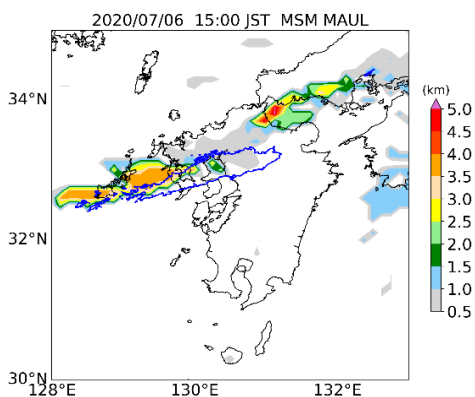


図 1 : 2020 年 7 月 16 日 15 時における九州周辺地域での MAUL の厚み(km)の水平分布。青色の等高線は 3 時間積算降水量が 60mm を示す。

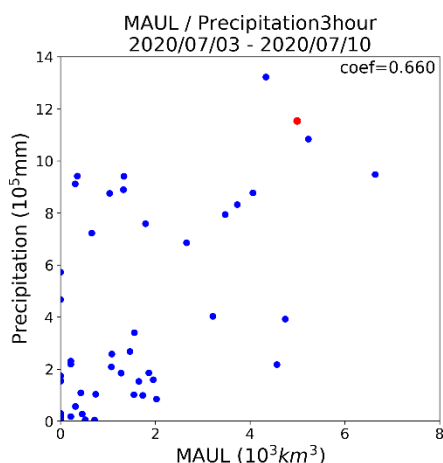


図 2 : 北緯 32~34 度、東経 128.5~131.5 度の範囲における 1.5km 以上の厚みの MAUL が存在する領域の体積と 3 時間積算降水量が 20mm 以上の領域の総降水量の散布図。赤いポイントは、図 1 の MAUL の時刻に対応する。

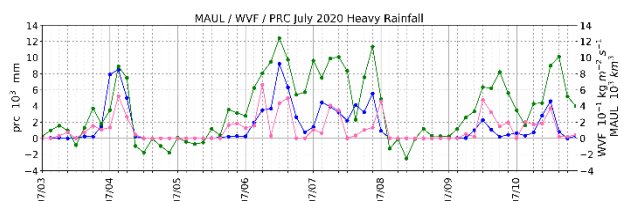


図 3 : 北緯 32~34 度、東経 128.5~131.5 度の範囲における、1.5km 以上の厚みの MAUL が存在する領域の体積 (ピンク色) と水蒸気フラックスの収束・発散 (緑色) と 3 時間積算降水量が 20mm 以上の領域の総降水量 (青色) の時系列図。

4. 考察・まとめ

本研究では、暖候期に九州北部地域で発生した最近の 4 件の豪雨事例について、気象条件を解析し、その特徴について調べた。

MAUL は、降水域との位置的な対応が良く、MAUL の面積と降水量の散布図でも正の相関関係がみられた。MAUL が長期間にわたって維持されることに関して、水蒸気フラックスの収束・発散の解析をしたところ、降水域付近で強い収束がみられた。

さらに、MAUL・水蒸気フラックス収束・降水量の時系列図より、時間変動のパターンがよく対応していることもわかった。ここでの降水量とは、MAUL 発生 の時点から 3 時間後までの積算降水量であることから、MAUL が先に発生し、その影響によって降水が生じていると考えられる。

5. 参考文献

- Bryan, G. H., & Fritsch, J. M. , 2000: Moist absolute instability: The sixth static stability state, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 81(6), 1207–1230.
- Takemi, T., & Unuma, T. , 2020: Environmental factors for the development of heavy rainfall in the eastern part of Japan during Typhoon Hagibis (2019), *SOLA*, 16, 30–36.
- Tsuji, H., Takayabu, Y. N., Shibuya, R., Kamahori, H., & Yokoyama, C. , 2021: The role of free-tropospheric moisture convergence for summertime heavy rainfall in western Japan, *Geophysical Research Letters*, 48, e2021GL095030.
- Unuma, T., and T. Takemi, 2016: Characteristics and environmental conditions of quasi-stationary convective clusters during the warm season in Japan, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 142, 1232–1249.