

マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダを用いた 局地的大雨における高度別降雨強度の分析

中央大学大学院 学生会員 ○佐々木 結加
中央大学 正会員 小山 直紀

中央大学大学院 学生会員 小島 彩織
中央大学研究開発機構 フェロー会員 山田 正

1. はじめに

数分から数十分の短時間に数10mm程度の雨量をもたらす局地的大雨は、雨雲の発生から降雨のピークまでの時間が非常に短い。そのため、大雨警報や避難が遅れ、人的・経済的損失がもたらされる水害へと繋がりやすい。このような水害を軽減するためには短時間かつ、高精度な降雨予測といった早期情報が重要である。降雨予測においては、降雨の発達過程を精度良く観測し、その情報に基づき、逐次的に降雨の規模や移動を推定する必要があると言える。

そこで、マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダ（Multi-Parameter Phased Array Weather Radarより、以下MP-PAWRと記す）の高解像度・高速な観測特性¹⁾を活用する。本研究では、雨域の移動、発達・減衰の現象の把握を目的とし、従来レーダよりも上空において高解像度に観測可能なMP-PAWRの降雨情報を用いた、各高度と地上付近の降雨の相関性を定量的に分析した。

2. 対象降雨及び研究手法

対象降雨は2018年、2020年に関東で発生した6事例の局地的大雨とした。MP-PAWRから得られたデータを用いて、水平降雨分布を目視で確認し、強雨域が発達し通過する任意の断面を定めた。選定した断面における鉛直断面図をもとに、雨域が確認された高度0kmから15kmまでを250m毎に分類した高度別の平均降雨強度の時系列を作成した。さらに、時系列を用いて、上空と地上の降雨強度の相関性を分析した。対象とした全6事例のうち、地上降雨強度のピークが最も高い2020/08/23を1例に、平均降雨強度の時系列を図-1に示す。黒線は地上付近の平均降雨強度、色線は高度15kmまでの250m毎の平均降雨強度波形を示す。上空の降雨が地上までに落下する時間を推定するため、相互相関解析を用い、上空の時系列を地上付近の時系列へ時間軸上に推移させた。本研究では、上空と地上付近の時系列が概ね一致

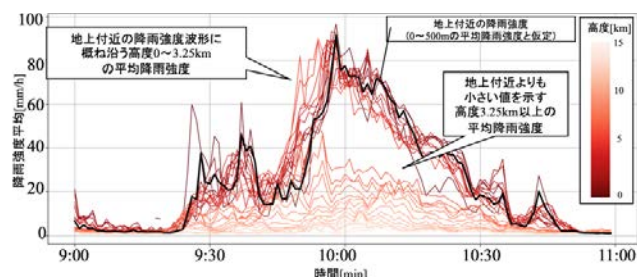


図-1 2020/08/23における平均降雨強度時系列の例

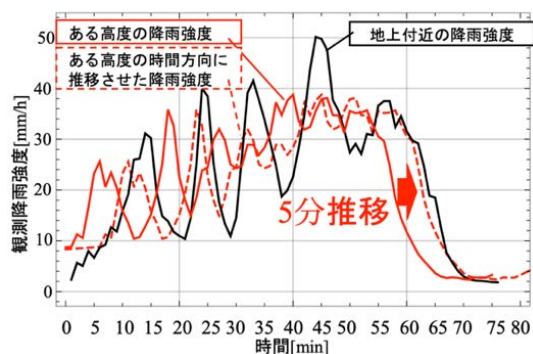


図-2 ある高度における推移時間の推定例

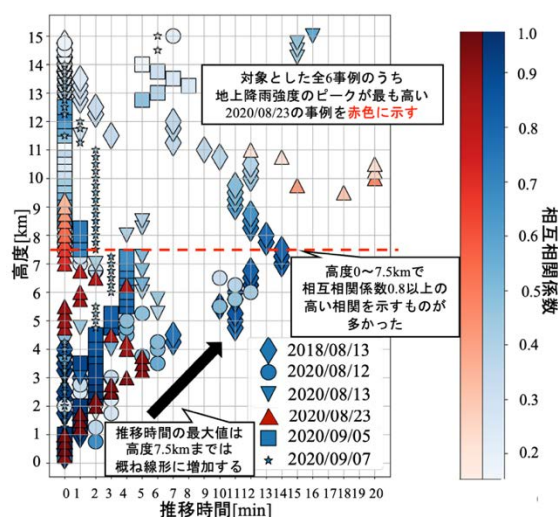


図-3 高度と推移時間の散布図

する相互相関係数が最も高い時間を推移時間とした。

3. 結果と考察

図-1より、特に高度3.25km以上において、高度が上が

キーワード マルチパラメータフェーズドアレイ気象レーダ 降雨特性 鉛直二次元降雨分布

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学 TEL : 03-3817-1621 E-mail : a17.gxrw@g.chuo-u.ac.jp

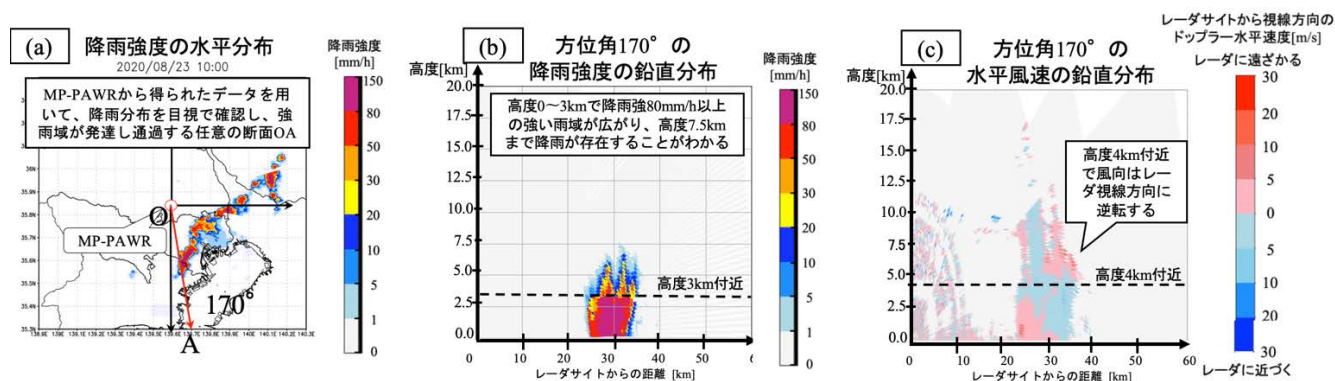


図-4 2020/08/23 10:00における (a) 降雨強度水平分布, (b) 降雨強度鉛直分布, (c) 水平風速の鉛直分布

るほど、降雨強度は小さい値を示す傾向が見られた。なお、図-2に降雨強度時系列の推移時間の推定例を示す。ある高度における推移時間は、時系列を1分毎に推移させた結果、推定例では5分ずらした場合が上空と地上の降雨強度時系列において相関が最も高い時間となった。同様に、対象降雨における各高度においての平均降雨強度時系列から、推移時間を求めた。図-3に各高度と推移時間の散布図を示す。なお、凡例は色が濃いほど相互相関係数が高いことを示す。図-3より、高度0～7.5kmでは、相互相関係数0.8以上の高い相関を示すものが多かった。また、全6事例の推移時間の最大値は、高度7.5kmまで概ね線形に増加している。一方、高度7.5km以上では、高度7.5km以下と比較し、推移時間の範囲は大きくなり、ばらつくことがわかった。そこで、推移時間がばらつく要因について、赤色で示した2020/08/23の事例を一例に考察する。同図より、高度4km付近まで推移時間は概ね線形的に増加するが、高度5～9kmで増減し、高度9～11kmでは推移時間11分以上の値となることがわかった。次に、降雨強度のピーク付近である時刻10:00の降雨強度水平分布、降雨強度鉛直分布、水平風速の鉛直分布を図-4に示す。図-4(a)から、強雨域が北東から南西に線状に存在する様子が確認できた。図-4(b)において、高度3kmまでは降雨強度80mm/h以上の強い値を確認した。また、図-4(c)から、高度4km付近で風向きがレーダサイト視線方向に逆転し、高度約10km以上において風は概ね存在しないことを確認した。このことから、地上と高度4km以上の降雨の相関性には、風の挙動の変化が影響したと推察される。

4. まとめと今後の展望

本研究では、時空間分解能に優れたMP-PAWRを用い

て、複数の局地的大雨事例を対象に、相互相関関係を用いて、各高度と地上付近の平均降雨強度の相関が最も高くなる推移時間を求めた。さらに、推移時間と各高度の関係性について分析した結果、高度が上がるにつれて相関係数は小さくなり、推移時間が取り得る範囲が大きくなり、ばらつくことが明らかとなった。この要因として、推移時間は、地上から高度が上がるにつれて概ね線形に増加する一方で、風の挙動の変化がある高度以上になると推移時間がばらつくことから、風が上空と地上の降雨強度の相関性に影響を与えることが示唆された。

今後の展望として、降雨落下時における風の影響を考慮した降雨予測を目的に、風と局地的大雨の降雨強度の関係性を分析する。また、気象レーダで観測された反射強度データを用いて、雨滴の衝突による雨滴粒径分布の高度変化を考慮した雨の落下時間を理論的に算出し、本結果との比較を行う。

5. 謝辞

MP-PAWRの観測データは、国立研究開発法人情報通信研究機構より提供していただきました。また、東芝インフラシステムズ株式会社には、研究の遂行にあたり数多くのご助言をいただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) N. Takahashi, T. Ushio, K. Nakagawa, F. Mizutani, K. Iwanami, A. Yamaji, T. Kawagoe, M. Osada, T. Ohta, and M. Kawasaki, "Development of Multi-Parameter Phased Array Weather Radar (MP-PAWR) and Early Detection of Torrential Rainfall and Tornado Risk," Journal of Disaster Research, vol.14, no.2, pp.235–247, March, 2019.