

## 降雨予測の精度向上に向けた雨域移動ベクトルの推定方法について

中央大学大学院 学生会員 ○佐々木 結加

中央大学研究開発機構

正会員 小山 直紀

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、大雨警報や避難の発表が遅れ、人的・経済的損失がもたらされる水害へと繋がりがやすい。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の情報が重要である。レーダ雨量情報を用いた1時間程度の短時間降雨予測手法において、雨域の移動方向を見積もる重要な要素の一つである移動ベクトルは、数分でも早く予測する必要がある。そこで、現時刻までの降雨分布から雨域の移動ベクトルを算出し、現時刻の降雨分布に時間的に外挿する方法が数多く提案されている。例えば、Asai et al.による相互相関法<sup>1)</sup>、大倉らによる雨域追跡法<sup>2)</sup>などがあげられる。また、降雨分布の時間分解能については、従来の気象レーダが3次元降雨観測を5分間で行われているため、移動ベクトルの推定は5分間隔に行われている。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<sup>3)</sup>を活用する。MP-PAWRは、わずか30秒間で3次元観測が可能であるため、より時空間的に密な降雨分布の作成が可能である。

そこで本研究では、降雨予測の精度向上に向けて、インプットデータである降雨強度分布の時間分解能を変化させた場合の雨域移動ベクトルの比較をする。

### 2. 対象降雨及び研究手法

対象降雨は2018年8月13日に発生した局地的大雨とする。MP-PAWRから得られたデータを用いて、格子間隔250m、高度1kmの水平降雨強度分布を1分毎に作成した。そして、時刻 $t$ と時刻 $t+dt$ の降雨強度分布図から、雨域の移動ベクトルの推定を行う。ここで、連続した降雨強度分布の時間間隔 $dt$ を1分、5分、10分とした場合の移

動ベクトルの比較を行った。雨域移動ベクトルの推定には、局地的大雨のような短時間で雨域が変化する場合でも比較的解析が容易である画像特徴点抽出法<sup>4)</sup>を用いた。さらに、一般的に用いられている相互相関法では対象流域の平均移動ベクトルを推定することから、移動ベクトルの方向の比較には、1時刻の降雨強度分布の全移動ベクトルの平均値を用いた。

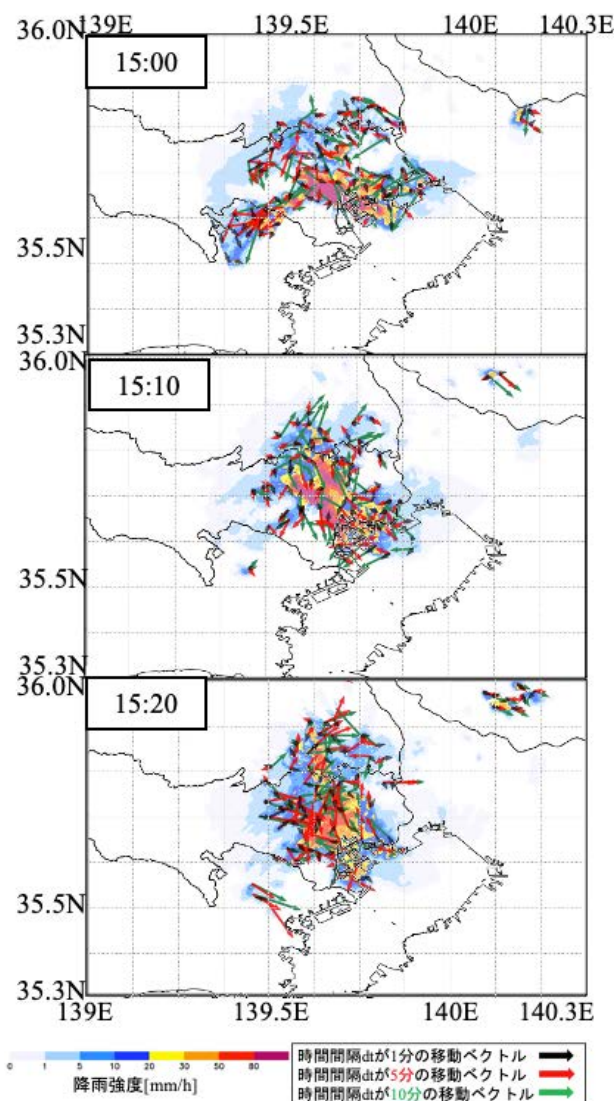


図-1 降雨強度80mm/hを超える強雨時の降雨強度分布の時系列と各時間間隔で推定した移動ベクトル

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 降雨分布 移動ベクトル

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

### 3. 結果と考察

図-1に、降雨強度80mm/hを超える強雨時の降雨強度分布を10分毎に時系列順に示し、降雨強度分布の時間間隔 $dt$ を1分、5分、10分とした移動ベクトルを示し、凡例の色をそれぞれ黒、赤、緑とした。図-1より、降雨強度分布を見ると、雨域は中央に向かって移動し、数十分という短時間に雨域が大きく変化していることがわかる。移動ベクトルを見ると、移動ベクトルの推定位置は、時間間隔 $dt$ によって大きく変化しないことがわかった。移動ベクトルの方向は、各時間間隔 $dt$ によって概ね同じものもあれば、異なるものもあった。特に、時間間隔 $dt$ が10分の場合において、雨域の中心部における移動ベクトルは時間の経過とともに中央方向へ向かい、雨域全体の動きを捉えていると考えられる。一方で、時間間隔 $dt$ が1分の場合においては、時間間隔 $dt$ が長い場合と比べ移動ベクトルの方向が異なる傾向があり、雨域内の小さい降水セルの動きを捉えていると考えられる。

次に、図-2に各時間間隔 $dt$ の移動ベクトルの個数を時系列で示す。時間間隔 $dt$ が短くなると、推定される移動ベクトルの個数は、どの時刻でも概ね多くなることがわかった。ここで図-1より、雨域が大きく変化した時刻15:10では、その前後の時刻に比べ移動ベクトルの個数が減少している。雨域が中央に移動し、雨域の形が大きく変化することで移動ベクトルの個数が減少することから、対象降雨において雨域の移動変化が大きいほど、移動ベクトルは少なく推定されると考えられる。

図-3に各時間間隔 $dt$ の平均移動ベクトルの時系列を示す。雨域が発生し始めた時刻13:20付近、雨域が中央に集まった時刻14:50付近、雨域が消滅した時刻15:40付近では、各時間間隔 $dt$ によって平均移動ベクトルの方向は異なることがわかった。一方で、雨域が移動している時間は、平均移動ベクトルの方向は概ね合うことがわかった。前述した雨域の形が大きく変化する時刻では、移動ベクトルの方向が異なることが、平均移動ベクトルの方向の差異に影響したと考えられる。以上より、降雨予測では一般的に平均移動ベクトルを用いることから、雨域が大きく変化する場合は、時間間隔 $dt$ を考慮し移動ベクトルを推定する必要性が示された。

### 4. まとめ

本研究では、MP-PAWRから得られたデータを用いて、1分、5分、10分の時間間隔における降雨強度分布から、

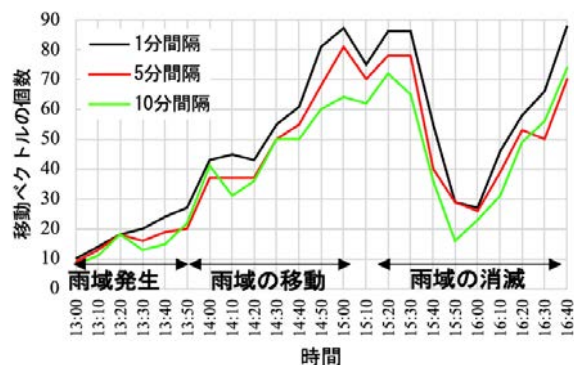


図-2 各時間間隔の移動ベクトルの個数の時系列

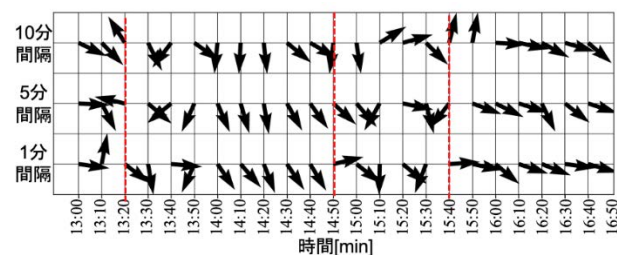


図-3 各時間間隔の平均移動ベクトルの時系列

移動ベクトルの推定を行い、比較を行った。対象事例において、時間間隔 $dt$ が短くなることや、雨域の移動変化が小さくなることで、推定される移動ベクトルの個数は概ね多くなることがわかった。また降雨予測では、雨域が大きく変化する場合は、時間間隔 $dt$ を考慮し移動ベクトルを推定する必要性が示された。

### 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) T. Asai, M. Yoshizaki, K. Ishikawa: Some Results on an objective analysis for tracking radar echoes of convective clouds, J. Met. Soc. Japan 55, pp. 553-557, 1977.
- 2) 大倉博, 石崎勝義, 中尾宏臣, 森本陸世: レーダ雨量計を用いた短時間降雨予測, 第27回水理講演会論文集, pp.349-354, 1983.
- 3) T. Maesaka, M. Maki, K. Iwanami, S. Tsuchiya, K. Kieda, and A. Hoshi: Operational rainfall estimation by X-band MP radar network in MLIT, Japan. Proceedings of 35th Conference on Radar Meteorology, Pittsburgh, P11,142, 2011
- 4) B. K. P. Horn and B. G. Schunck: Determining Optical Flow, Artificial Intelligence, vol.17, pp.185-203, 1981.