

レーダによる大気上層の降水粒子判別と BIN 法による雲物理モデルを用いた降雨強度推定 Estimation of Rainfall Intensity Using BIN-Microphysics Model with Radar-based Hydrometeor Classification at Upper Atmospheric Layers

○中北英一・西田悠史・山口弘誠・大石哲

○Eiichi NAKAKITA, Yuji NISHIDA, Kosei YAMAGUCHI, Satoru OISHI

This research aims to apply the information of the hydrometeor types at upper atmospheric layers to the estimation of rainfall intensity. We could check a relationship between hydrometeor types and ground rainfall that the more graupel was observed at upper layers; the more rainfall can be observed at ground level. To reproduce the relationship, precipitation processes were simulated using BIN model, which is based on cloud microphysics. By changing the initial precipitation particles, such as hail, graupel, and snow, at upper layers, we verified that ground rainfall intensity was strengthened most by graupel, in nearly ten minutes, and followed by hail, snow sequentially. This result shows that the information of the hydrometeor types is effective for the estimation of rainfall intensity.

1. はじめに

2000 年代に入り、突発的な局地的豪雨による水害が社会問題となっている。気候変動監視レポート 2014 によれば、1 時間降水量 50mm 以上の年間観測回数は統計期間の 1976~2014 年で増加しており、1 時間降水量 80mm 以上の年間観測回数についても明瞭な増加傾向があるとしている。このような局地的豪雨はゲリラ豪雨と呼ばれ、予測が困難なうえに現況把握も難しいとされている。

2008 年には神戸市都賀川での水難事故や東京都豊島区での下水道事故など、局地的豪雨によって多くの都市水害がもたらされた。これらの水害を受けて、国土交通省水管理・国土保全局はゲリラ豪雨の現況監視強化のため X バンド MP レーダの配備を進めていった。2010 年からは試用運転が始まっており、現在、国土交通省による X バンド MP レーダネットワークは XRAIN(eXtended RAdar Information Network)と称され、従来の気象レーダよりも高頻度・高分解能な観測を可能としている。

X バンド MP レーダから得られるレーダ反射強度 Z_H や偏波間位相差変化率 K_{DP} などの偏波パラメータに対してファジー理論を適用し、大気中の降水粒子を判別しようとする研究も行われてきている¹⁾²⁾。本研究では、このような X バンド MP レーダにより得られた降水粒子の種類という定性的な情報を地上での降雨強度推定へ応用することを目的とする。

2. 降水粒子判別と地上降雨強度の比較

大気上層の降水粒子と地上降雨強度との関係を見るため、X バンド MP レーダによる降水粒子判別^{1) 2)}を用いた降水粒子の鉛直プロファイルと、XRAIN による地上降雨強度推定との比較を行った(図 1)。その結果、大気上層においてあられ (graupel) が支配的であるほど、5~10 分後の地上降雨強度が強まるという関係が見られた。また、乾雪(dry snow)や氷晶(ice crystal)が支配的な大気のもとでは降雨強度は強まらないことも確認された。

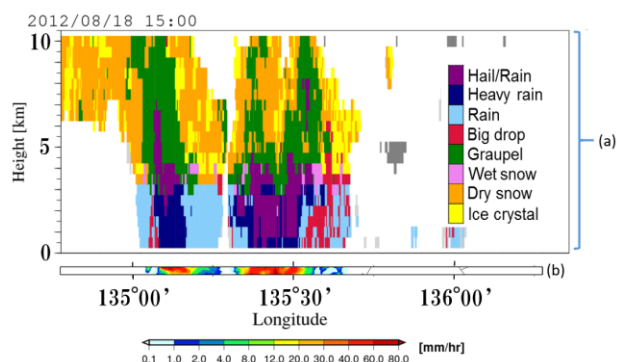


図 1

降水粒子判別の鉛直プロファイル(a)と XRAIN による地上降雨強度推定(b)の比較。

(a)は 2012 年 8 月 18 日 15 時の北緯 34.783 度上のもの。

3. 降水粒子の地上降雨強度への影響評価

前節で述べた降水粒子判別と地上降雨強度との関係を再現すべく、BINモデル³⁾を用いたシミュレーションを行った。BINモデルとは、詳細な雲微物理過程モデルであり、凝結による混合比の増加や、粒子同士の衝突による粒径の成長などの過程を詳細に再現する。モデル内において、同じ高度に、体積密度がほぼ同じになるようひょう(hail)、あられ(graupel)、雪(snow)を配置し、その後の地上降雨強度の推移を比較した(図2)。結果として、初期にあられを配置した真下で最も早く降雨強度が強くなることが確認され、続いてひょう、雪の順に真下の降雨強度が強まっていった(図2(下))。このことから、ゲリラ豪雨という極めて短い時間スケールにおいてなら、あられが最も地上降雨強度を強めるということが言える。また、降水粒子を降雨強度推定と結びつける妥当性も示された。

4. 展望

今回の研究では、大気上層の降水粒子の種類による降雨強度の違いを明らかにする、という定性的な観点にとどまった。今後は降水粒子判別情報に加えて、風速、気温、相対湿度プロファイルなどを一定時間ごとに更新し、定量的な実時間降水量予測に活かしていくことが求められる。最終的にはBINモデルによる降雨強度推定とレーダによる降雨強度推定を合成することで、現行のXRAINよりも精度の高い推定の実現を目指す(図3)。

謝辞：京都大学防災研究所中北英一教授には終始変わらぬご指導ご鞭撻を賜った。また、BINモデルの操作にあたり、神戸大学大石哲教授には多くのご助言を頂いた。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 増田有俊ら(2014), Xバンド偏波レーダを用いた降水セルのライフステージ判別手法の開発. 土木学会論文集 B1(水工学)Vol.70, No.4, I_493-I_498.
- 2) 中北英一ら(2009), 偏波レーダーとビデオゾンデの同期観測および降水粒子タイプ判別. 水工学論文集 53, 361-366.
- 3) 大石哲ら(1996), 豪雨の生起・発達に地形が及ぼす影響に関する数値実験的研究. 京都大学防災研究所年報 39, B-2, 251-270.

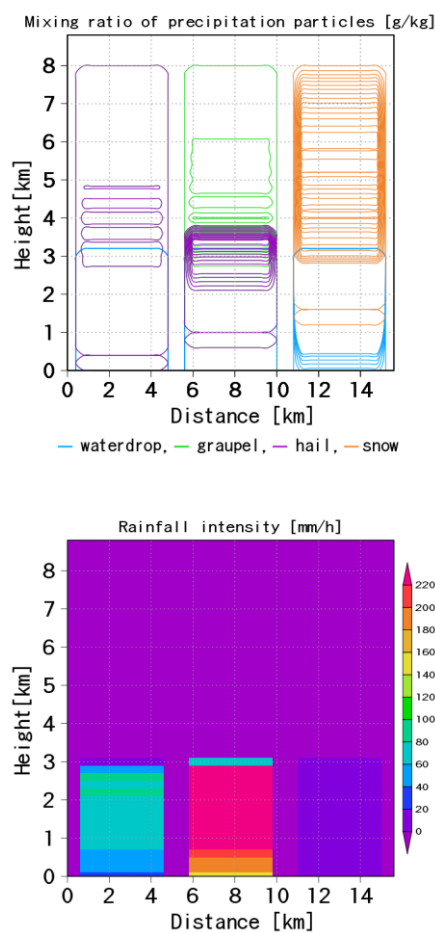


図2

(上): 各降水粒子の混合比等値線.

左から順にひょう、あられ、雪を初期に置いたものとなる。

(下): (上)の降雨強度比較.

※(上), (下)ともシミュレーションスタートから約11分後の様子である。

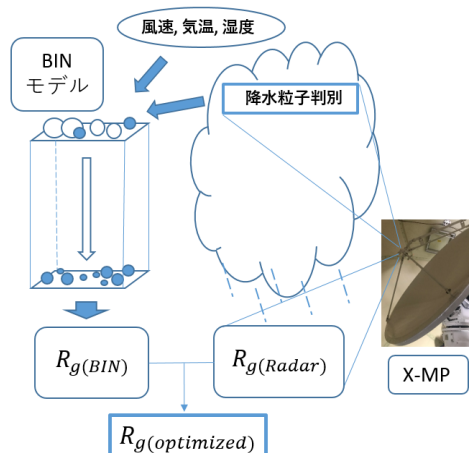


図3

今後の研究の流れ. R_g は地上降雨強度