

第Ⅱ部門 レーダによる大気上層の降水粒子判別と詳細な雲微物理過程モデルを用いた降雨強度推定

京都大学工学部	学生員	○西田 悠史
京都大学防災研究所	正会員	中北 英一
京都大学防災研究所	正会員	山口 弘誠
神戸大学都市安全研究センター	正会員	大石 哲

1. 研究の背景と目的

日本では毎年のように洪水を伴う豪雨災害が各地で発生している。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、多くの都市水害がもたらされた。これを受け、国土交通省水管理・国土保全局はレーダによる降雨量推定精度の向上、および都市域におけるゲリラ豪雨の現況監視強化を目的とし、XバンドMPレーダの配備を進めていった。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)と称されている。

XRAINの観測からは複数のレーダによる3次元偏波パラメータ(Z_H , Z_{DR} , ρ_{HV} , K_{DP})が得られ、この偏波パラメータを利用した降水粒子判別に関する研究も行われてきている^{1),2)}。本研究では、この降水粒子判別によって得られる「大気上層の支配的な降水粒子の種類」という定性的な情報を降雨強度推定に応用することを究極のゴールとし、そのポテンシャルを明らかにすることを目的とする。将来的な目標としては、レーダによる降雨強度推定と、「大気上層の支配的な降水粒子の種類」を考慮した降雨強度推定を合成し、現行XRAINよりも高精度な降雨強度推定を実現することを掲げる(図1)。

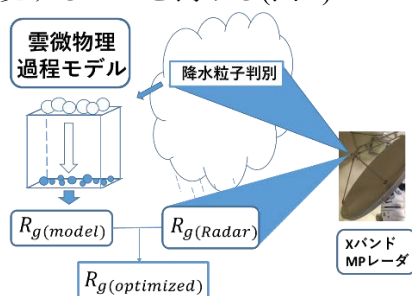


図1. 本研究の将来的な目標。

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2)。その結果、大気上層においてあられ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、乾雪や氷晶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。

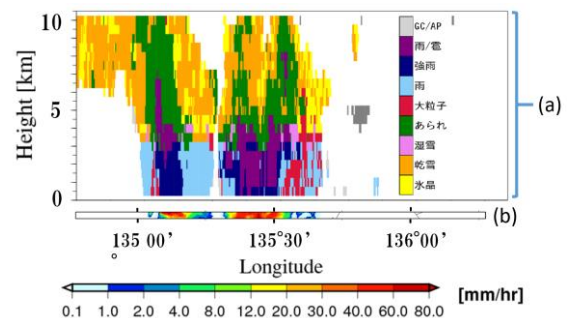


図2. 降水粒子判別の鉛直プロファイル(a)とXRAINによる地上降雨強度推定(b)の比較。

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、詳細な雲微物理過程モデル³⁾を用いたシミュレーションを行った。モデル内において、雹、あられ、雪を同じ高度に、体積密度がほぼ同じになるよう数密度を調整して配置し、その後の地上降雨強度の推移を比較した(図3)。結果として、初期にあられを配置した真下で最も降雨強度が強くなり、続いて雹、雪の順に真下の降雨強度が強まることが確認された(図4)。これより、雹、あられ、雪について、同じ体積密度であればあられが大気上層にあるとき

に最も地上降雨強度が強まることがわかり、そして、降水粒子の種類を降雨強度推定と結びつけることの妥当性が示された。

4. 降水粒子判別情報のモデルへの適用

レーダによる降水粒子判別情報を初期条件として雲微物理過程モデルに入力し、降水粒子の相変化、落下などのプロセスをどこまで再現できるかを検証した(図 5)。結果として、再現度が高いとは言えないものの、雨、雪の分布や強雨箇所など、ところどころで再現はできていることが確認された(図 6)。大きな課題としてはあられ下層での雹の過剰生成(図 6)が挙げられ、初期に与える降水粒子の数密度の調整が求められる。

5. 展望

今後は、気温・相対湿度の鉛直プロファイル、風速などを実際の大气に合わせ、前節で述べたように初期条件として与える降水粒子の数密度を調整していく。これによりモデルのシミュレーション精度が上がり、定量的な降雨強度推定に繋げていくことが期待される。

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。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 増田ら(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. 土木学会論文誌 B1(水工学)Vol.70, No.4, I_493-I_498.
- 2) 中北ら(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.

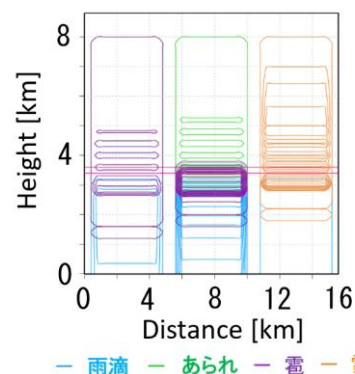


図 3. 各降水粒子の混合比等値線.

左から順に雹、あられ、雪を初期に置いている。

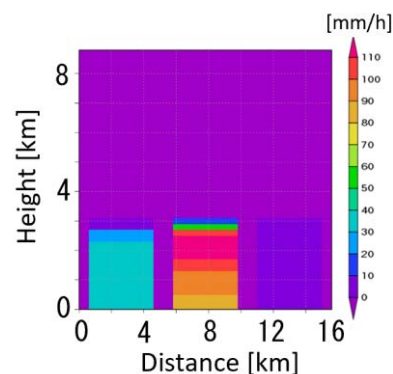


図 4. 図 3 のシミュレーションにおける降雨強度.

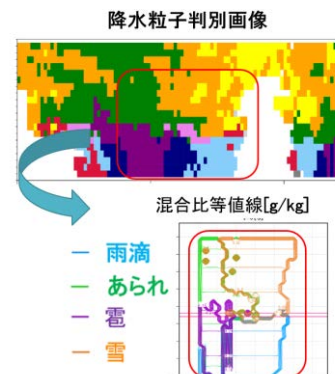


図 5. レーダによる降水粒子判別情報をモデルに入力.

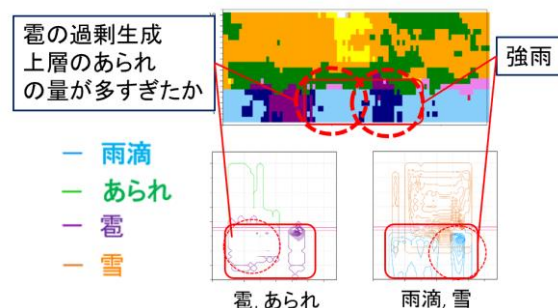


図 6. レーダによる降水粒子判別結果とモデルのシミュレーション結果の比較.