

Ka バンドレーダによるマルチパラメータ情報を利用した積乱雲発生初期の基礎的解析 Preliminary Analysis of Cumulonimbus Cloud Structure Using Multi Parameter Information of Ka-band Polarimetric Doppler Radar

○中北英一・新保友啓・佐藤悠人・山口弘誠

○Eiichi NAKAKITA, Tomohiro NIIBO, Hiroto SATO and Kosei YAMAGUCHI

Localized heavy rainfall events resulting from suddenly-developed cumulonimbus clouds often occur in metropolitan area in the summer season in Japan and they bring a lot of human and economic damages. Nakakita et al.¹⁾ developed a prediction system for torrential rainfall using vertical vorticity in a first echo using X-band Polarimetric Doppler radar (X-MP for short) and Katayama et al.²⁾ implemented this system. Besides, some literatures^{3),4)} report that Ka-band polarimetric Doppler radar (Ka-MP) can detect cloud cells 15-25 minutes earlier than X-MP detects rain drops. In this study we checked the early detection ability and analyzed polarimetric parameter from Ka-band radar in the primary stage of cloud development. Finally, we verified the features shown to reveal the mechanism developing mechanism of a cloud. This study indicate that the next decadal early detection will make it possible to know the risk before raindrops generation. (141 words)

1. 序論

昨今の都市域で多く発生している急激に発達する積乱雲が局所的に集中豪雨をもたらす急出水やアンダーパスや地下空間の浸水などが発生し人的被害や経済的な被害をもたらしている。こうした災害を軽減するために積乱雲の早期探知に関する研究がすすめられ、X-band MP レーダの立体観測により雨粒が生成される段階での探知ができ、さらにドップラー風速から推測される渦度が強い場合にはほぼ確実に積乱雲が強く成長することが示された。¹⁾これらを利用し X バンドレーダを用いた早期探知システムが開発され実用化され始めている。²⁾一方でさらに早期での探知を目指して雲レーダを利用して雨粒ができる前の雲粒の塊を探知する研究が進められている。Ka バンドレーダでは X バンドレーダよりも 15 分から 25 分程度早くファーストエコーを捉えることができ、発達前の反射強度の急激な増加が発達の指標となりうることを示されている。^{3),4)}これらの研究は発達を早い段階で探知し反射強度の特徴を捉えたものである。本研究では積乱雲発達初期の雲の内部の特徴をさらに明らかにすることを目的として積乱雲の早期探知能力の検証や反射強度による解析に加えて、偏波パラメータを利用して雲粒子の解析を行った。現業用気象レーダで雨粒を捕らえる前に雲レーダにより積乱雲発達の危険性を評価する可能性を見

出すものであり、本研究の成果が次世代のゲリラ豪雨早期探知の足がかりとなると期待される。

2. 解析手法

2.1 Ka バンドレーダ

本研究では、名古屋大学 Ka バンド雲レーダ（以下 Ka バンドレーダ）のデータを使用する。Ka バンドレーダが名古屋大学に設置されていた 2015 年 8 月のデータを用いた。Ka バンドレーダは現業の X バンドレーダに比べ波長が短く感度が高いため雨粒が生成される前の雲を捉えることが可能である。10 分毎に繰り返されるボリュームスキャンによって立体的な情報を得ることができる。

2.2 X バンド MP レーダ

Ka バンドレーダの探知性能の比較を行うために名古屋圏の 3 台の X バンド MP レーダを利用した。複数のレーダを用いて立体観測を行うことによって空間的に密な観測を可能としている。

2.3 データの処理に関して

本研究の目的は積乱雲発生のメカニズム解明であるのでノイズカットにより本来除かれるべきではない情報が削られてしまうことを避け Ka バンドレーダの感度を最大限に活用するためにノイズ除去は $\rho_{hv} \leq 0.6$ のみの条件で行い、目視によって鉛直のつながりが見えるエコーを雲と判断し解析を行った。また、 ρ_{hv} に関しては SN 比による補

正を行った。

2.4 解析事例の抽出

XバンドMPレーダから得た地上降雨データを目視で確認し、解析事例を7個抽出し発生初期の積乱雲を捉えたものについてさらに詳細な解析を行った。抽出条件は、「突如出現し、地上で0.1mm以上の降雨が確認されてから30分以内に50mm以上の降雨をもたらした」積乱雲である。

2.5 解析の結果、考察

本研究では、まずKaバンドレーダの早期探知性能を評価するためにXバンドMPレーダでゲリラ豪雨のタマゴを最初に探知した時刻とKaバンドレーダでゲリラ豪雨のタマゴを最初に探知した時刻の比較を行った。検証を行った7事例においてKaバンドレーダが平均で15分程度早くゲリラ豪雨のタマゴの発生を捉えていることが確認された。その一例を図1に示す。またゲリラ豪雨のタマゴを探知した高度について、地上の気温と湿度の観測値から算出したLCL（持ち上げ凝結高度）との比較を行いLCLより数百m上でファーストエコーを探知していることが分かった。このことは、Kaバンドレーダが積乱雲発生初期の段階で発生した上昇流により持ち上げられLCL付近で凝結し始め

た雲を比較的早い段階で捉えたことを示していると考えられる。発達する積乱雲は渦度を持ち渦度が鉛直に連なった渦管の存在が確認されている⁵⁾ので積乱雲の発達のステップのどの段階で渦度が確認されるのかについて解析中であり、発表時に紹介する。

参考文献

- 1) 中北英一ら (2014) : ゲリラ豪雨の早期探知・予報システムの開発, 河川技術論文集, 第20巻, pp.355-360.
- 2) 片山勝之ら (2015) : 局地的豪雨探知システムの開発, 河川技術論文集, 第21巻, pp.401-406.
- 3) Sakurai.N et al. (2012): Case study of misoscale convective echo behavior associated with cumulonimbus development observed by Ka-band Doppler radar in the Kanto Region, Japan. SOLA, 8,107-110.
- 4) 足田丈晴 (2016) 静止気象衛星とKa バンド雲レーダを用いた夏季孤立積乱雲の早期検出, 修士論文, 名古屋大学大学院環境学研究科.
- 5) 中北英一ら (2016) : ゲリラ豪雨のタマゴ生成時における渦管構造の基礎的解析, 水工学論文集, 第60巻, 掲載予定

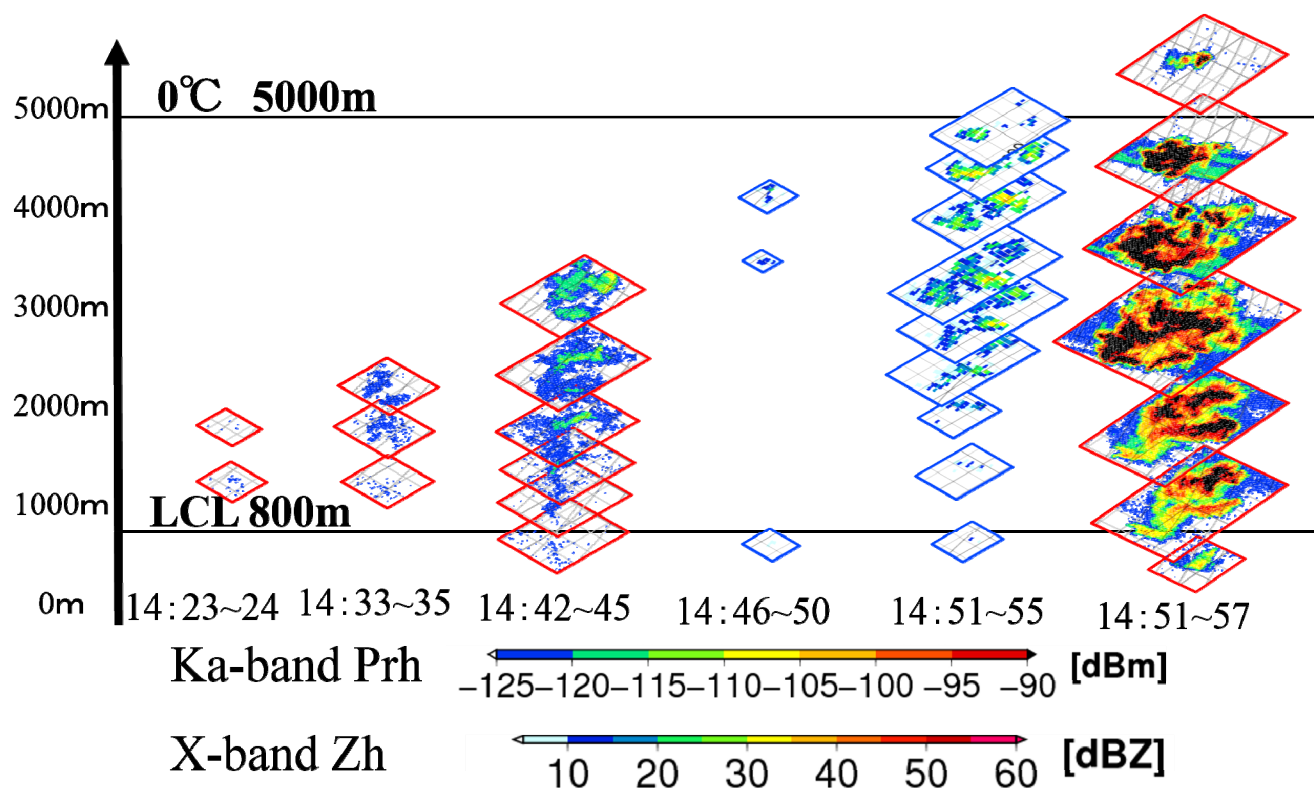


図1 2015年8月13日14時23分からKaバンドレーダによって捉えられた受信強度のエコー（赤枠）とXバンドMPレーダで捉えた反射強度のエコー（青枠）のPPI画像を鉛直に並べた図。1000mから2000mの間でゲリラ豪雨のタマゴを探知後鉛直に積乱雲が成長していることが確認できる。この事例ではKaバンドレーダがXバンドレーダより23分早く探知した。