

## 夏季積乱雲発達初期の偏波雲レーダー観測 Polarimetric Cloud Radar Observation for the Initial Development Stage of Summer Cumulonimbus Clouds

○大東忠保・中北英一・山口弘誠・坪木和久

○Tadayasu OHIGASHI, Eiichi NAKAKITA, Kosei YAMAGUCHI, Kazuhisa TSUBOKI

In summer season in Japan, isolated cumulonimbus clouds frequently develop when solar insolation heats land surface. Some of the cumulonimbus clouds are considerably intensified and short-term intense rainfalls occur. This short-term intense rainfalls cause abrupt rise of rivers and inflow of large amount of water into underground, which occasionally result in disasters. To detect clouds largely developing from the present time as much as earlier, we conducted an observation for initial development stage of summer cumulonimbus clouds using a polarimetric cloud radar in the 2017 summer season in Kobe. The cloud radar is sensitive smaller particles than precipitation particles. Fine structures of the cumulonimbus clouds are shown using high-resolution cloud radar data.

### 1. はじめに

夏季の日本では、強い日射を受けた地表面からの加熱によって大気が不安定となり、大規模な大気擾乱を伴わないような孤立した積乱雲が頻繁に発生する。これらの積乱雲のうちの一部は非常に発達して、短時間に激しい降水をもたらす。この短時間強雨によって、河川の急激な増水や地下への水の流入が起こり、人命が失われることがある(e.g., Nakakita et al. 2017, 石原 2012)。このため、積乱雲がどの程度発達するかを、なるべく早い時間において探知することが必要である。

これまで、衛星ラピッドスキャン(齊藤 2013)や、降水観測用ドップラーレーダー(Nakakita et al. 2017)を用いた観測などを用いることによって積乱雲発達初期において発達する雲としない雲を判別する取り組みがなされてきている。しかしながら、積乱雲発達初期において発達するかどうかの判別は現時点においては完全とはいえない。

本研究では、積乱雲が発達する有意な兆候をなるべく早い段階において得る試みとして、従来の降水レーダーで観測するよりも小さな粒子に感度のある雲レーダーを用いた積乱雲の観測を行った。

### 2. 観測

名古屋大学宇宙地球環境研究所のKa(35GHz)帯レーダーを、六甲アイランドの神戸国際大学に設置し、半径30kmの範囲で観測を行った(図1)。このレーダーの送信波長は従来よく用いられている

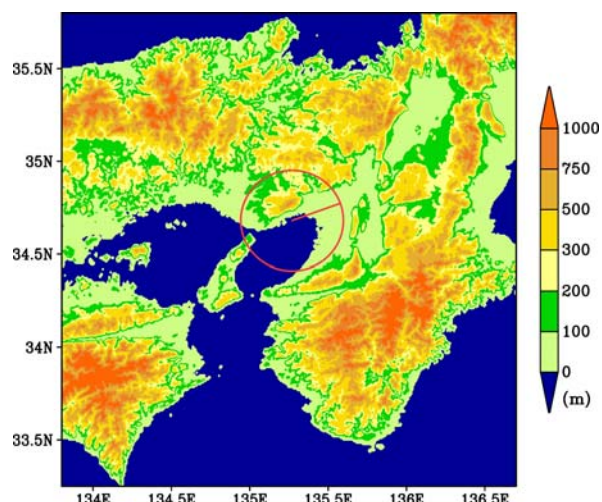


図1 神戸国際大学に設置したKa帯雲レーダーの観測範囲(赤実線)と地形の標高(カラー、m)。

降水観測用レーダーよりも短い8.6mmであり、雲粒子の一部にも感度がある。このため、降水レーダーとは区別して雲レーダー、あるいはミリ波レーダーなどとよばれる(以下、雲レーダー)。なるべく早い時間間隔でデータを得るために、観測精度に配慮したこれまでの10分ごとの三次元走査方法を見直し、11仰角を用いた走査を5分ごとに実施した。これにより、積乱雲発達初期の時間変化をこれまでよりも高い時間分解能で得ることが可能になった。空間的にはレーダービーム方向の分解能は75mで、ビーム幅は0.31°である。本研究では2017年8月2日から9月2日までの観測デ

ータを用いた。なお、この雲レーダーは世界でも数少ない水平・垂直の二重偏波機能を有しており、この機能によって粒子の形状・相・ふぞろい具合等を反映した偏波パラメータも取得している。

### 3. 結果

2017年8月16日の夕方以降、観測範囲内で発生し衰退する対流雲を観測した。図2に、比較的早期に衰退した雲(上図、レーダーの北北西15km; 以下、発達しない雲)と、広範囲に強いレーダー反射強度を比較的長く示した雲(下図、レーダーの南西20km; 以下、発達する雲)のレーダー反射強度を示す。雲の盛衰は時系列を追った上で確認した。発達しない雲は最盛期を、発達する雲は最盛期よりも少し前の時間を示す。どちらの雲も10~20kmのエコーの広がりの中に、水平スケール数km程度のエコーの極大域(セル)が複数見られる。これらの微細構造は、たとえば気象庁合成レーダー(格子間隔1km)では確認できない。発達しない雲と比較して発達する雲においては、同じ時間においてセル一つ一つが30dBZ以上の強いレーダー反射強度を同時に示し、またセルは広範囲に存在していた。このことは、発達する雲においては平均的にみて水平スケールの大きな上昇流が存在することを示している。また、セルが密集して発達することによって、その中心付近に位置するセルは周囲の乾いた空気との混合が減少し発達に阻害されにくくなる効果があると考えられる。

### 4. まとめ

2017年の夏季に雲レーダーを神戸に設置し、積乱雲の観測を行った。本研究では、比較的発達する雲と発達しない雲において、その発達初期にどのような違いがあるかに着目した。2017年8月16日の事例では、比較的発達する雲の内部には30dBZ以上の比較的強いレーダー反射強度をもったセルが広い範囲に存在した。積乱雲内部の微細なセルの一つ一つの発達、密集、広がりなどの程度が、積乱雲のその後の発達に対して重要な可能性があり、雲レーダーなどの解像度の高いデータを用いてセルを詳細に調べる必要がある。

### 参考文献

石原正仁, 2012: 2008年雑司が谷大雨当日における積乱雲群の振舞いと局地的大雨の直前予測  
I. — 3次元レーダーデータによる積乱雲群の

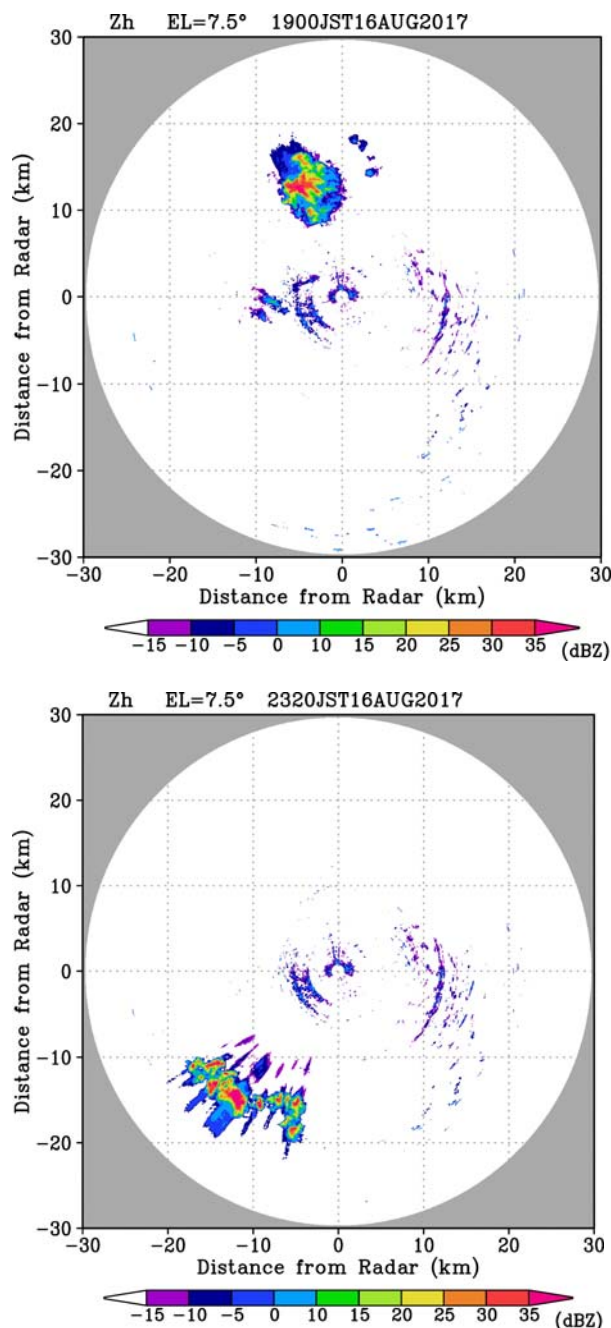


図2 仰角7.5°のPPI観測によるレーダー反射強度(dBZ)。上図：2017年8月16日19時00分、下図：同日23時20分。時系列を追うと、下図に示される雲の方が比較的発達した。

統計解析— 天気, 60, 549-561.

Nakakita, E., H. Sato, R. Nishiwaki, H. Yamabe, and K. Yamaguchi, 2017: Early detection of baby-rain-cell aloft in a severe storm and risk projection for urban flash flood. *Adv. Meteorol.*, Article ID 5962356, 15 pp.

齊藤洋一・小林文明・桂 啓仁・高村民雄・鷹野敏明・操野年之, 2013: 衛星(MTSAT-1R)ラピッドスキャンデータでみた孤立積乱雲の一生. 天気, 60, 247-26