

ゲリラ豪雨危険性予知手法の高精度化に向けた積乱雲生成時の渦管構造の解析

Structural Analysis of Vortex Tubes in a Cumulonimbus Cloud at Its Developing Stage toward an Improvement of the Risk Prediction Method of Guerilla-Heavy Rainfall

○中北英一・佐藤悠人・西脇隆太・山口弘誠

○Eiichi NAKAKITA、Hiroto SATO、Ryuta NISHIWAKI、Kosei YAMAGUCHI

Torrential rainfall which rapidly develops ,and threatens human life and safety is called "Guerilla-Heavy Rainfall". For an earlier evacuation, to improve of the risk prediction method is required. Nakakita et al.(2014) developed the risk prediction system using X-band Multi Parameter radars(X-MP radars). The risk is predicted by vertical vorticity in a cumulonimbus cloud at its developing stage. In this study, we analyzed vortex tubes or vorticity in a cumulonimbus cloud at its first stage, and aim for the earlier and accurate prediction. In 13 cumulonimbus examples, vortex tubes were found in cumulonimbuses at its first stage. In every examples, vortex tubes were vertically growing up, and the cumulonimbuses dumped heavy rainfall.

1. 序論

昨今、都市域でのゲリラ豪雨災害が世間でも注目を集めている。2008 年 7 月兵庫県都賀川において、豪雨による突然の出水で約 50 名が流され、5 名の尊い命が奪われるという水難事故が発生した。親水空間としての役割を果たしていた都賀川が、わずか 10 分足らずで悲惨な事故現場となった。このような事故が 2 度と起こらぬよう、1 分 1 秒でも早く注意喚起を行い、川辺にいる人々を避難させる必要がある。そのために、ゲリラ豪雨の予測技術の確立、高精度化がより一層急務であると言える。

上空で発生するゲリラ豪雨をもたらす可能性のある積乱雲をゲリラ豪雨のタマゴと呼び、中北ら(2011)は、X バンド MP レーダの立体観測を用いて、タマゴを上空で早期に探知するという研究を行った。その結果、立体観測が低仰角のみの観測より早い段階でタマゴを探知できたという結果を得た。これによって立体観測の早期探知に有効であることが示された。また中北ら(2014)は、渦度を用いたタマゴの危険性予知手法についての研究を行った。図 1 は渦度がタマゴ探知から何分後に検出されているか、タマゴ探知から何分後に地上で最大降雨強度に至るかという統計情報である。中北ら(2014)の手法に従い、事例を追加した。すべての発達事例に高い渦度が検出され、35 個の発達事例中 33 個でタマゴ探知時刻から 5 分以内に高い渦度が検出された。先行研究では、積乱雲内部の渦度の最大値に着目し、危険性予知を行っているが、本研究ではこのタマゴにおける渦度の空間分布と渦管構造に着目する。この解析

により積乱雲発生・発達過程におけるメカニズムを明らかにし、より精度の高い危険性予知実現への橋を架けることを目的とする。

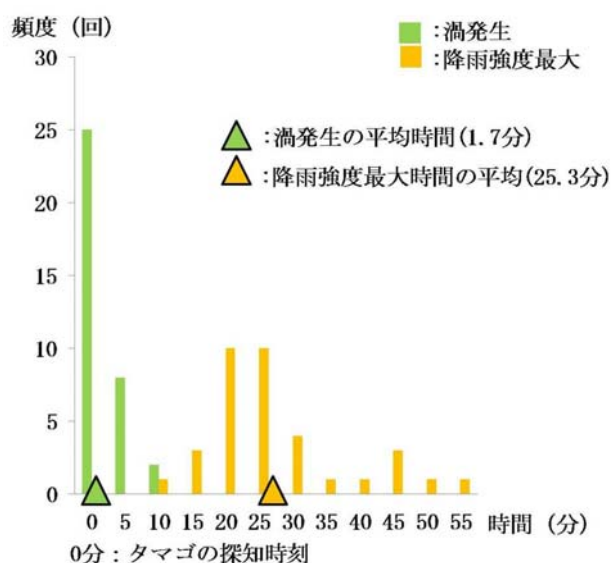


図1 タマゴ探知時刻を0分とした時の渦探知時刻の平均（緑色）及びばらつきと地上降雨強度最大時刻の平均及びばらつき（オレンジ色）

2. 解析手法

2. 1 X バンド MP レーダ

本研究では、近畿圏の4台のXバンドMPレーダのデータを使用する。XバンドMPレーダは5分に一度の立体観測を実施している。特に、近畿地方では、時間的により密な観測を行うために、4レーダが同時刻にそれぞれ異なる仰角を観測する体制をとっている。これにより近畿圏では、約

1分ごとの3次元情報の作成が可能となっている。

2. 2 データの処理

これまでの危険性予知手法ではデータを鉛直補間し、各レーダの最大値を CAPPI (等高度面) データとして扱っていた。しかし本研究では積乱雲内部の構造に着目するので、できる限り実際に積乱雲が持つ数値に近いデータを扱う必要がある。そこでレーダ毎の PPI スキャンデータを平面に投影し、1仰角につき1枚の図を作成した。

2. 3 解析事例の抽出

2014年8月の地上降雨データを目視で確認し、解析事例を13個抽出した。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。

3. 渦管解析の結果、考察

本研究では、タマゴ発生場所に近いレーダのデータを用いて事例を解析する。①タマゴ発見時刻、②タマゴの発生が確認されてから10分間の渦度の最大値と最小値、③雲の鉛直長さ、④渦管の高度分布、⑤渦度と反射強度の相関性、⑥積乱雲断面で渦度が見られた位置、これらの項目に着目しながらゲリラ豪雨のタマゴのデータを整理した。11事例においてタマゴが高い正の渦度を持っていることが確認された。その一例を図2に示した。また、13事例すべての発達過程で鉛直に渦管がつながっている様子が確認できた。図3で縦軸に高度をとり、渦管構造を整理した。この結果からタマゴは正の渦度を持ち、渦管構造が積乱雲の発達

過程をとらえていると推察される。

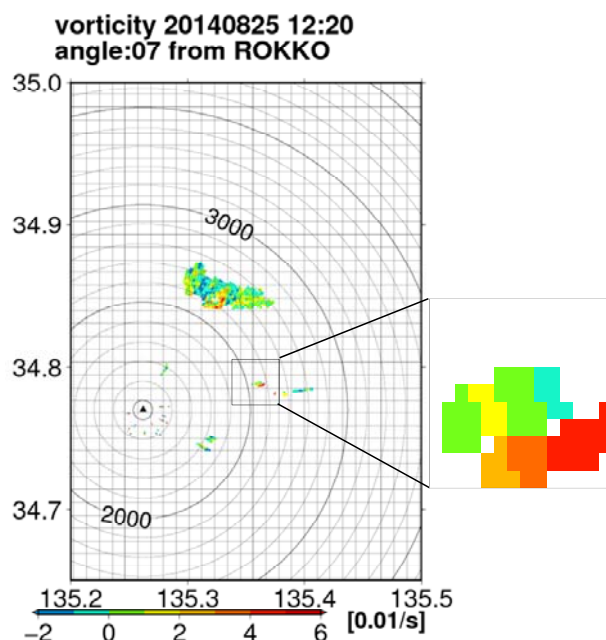


図2 2014/8/25 12:20 六甲レーダの仰角7.4度で観測されたタマゴ発見時の渦度である。高い正の渦度(赤色)が見られる。

参考文献

中北英一・西脇隆太・山口弘誠:ゲリラ豪雨の早期探知と危険性予測システムの開発とさらなる高度化に関する研究, 京都大学防災研究所年報, 第57号B pp.286-298, 2014.

中北英一・山邊洋之・山口弘誠:XバンドMPレーダを用いたゲリラ豪雨の早期探知と追跡, 京都大学防災研究所年報, 第54号B pp.381-395, 2011.

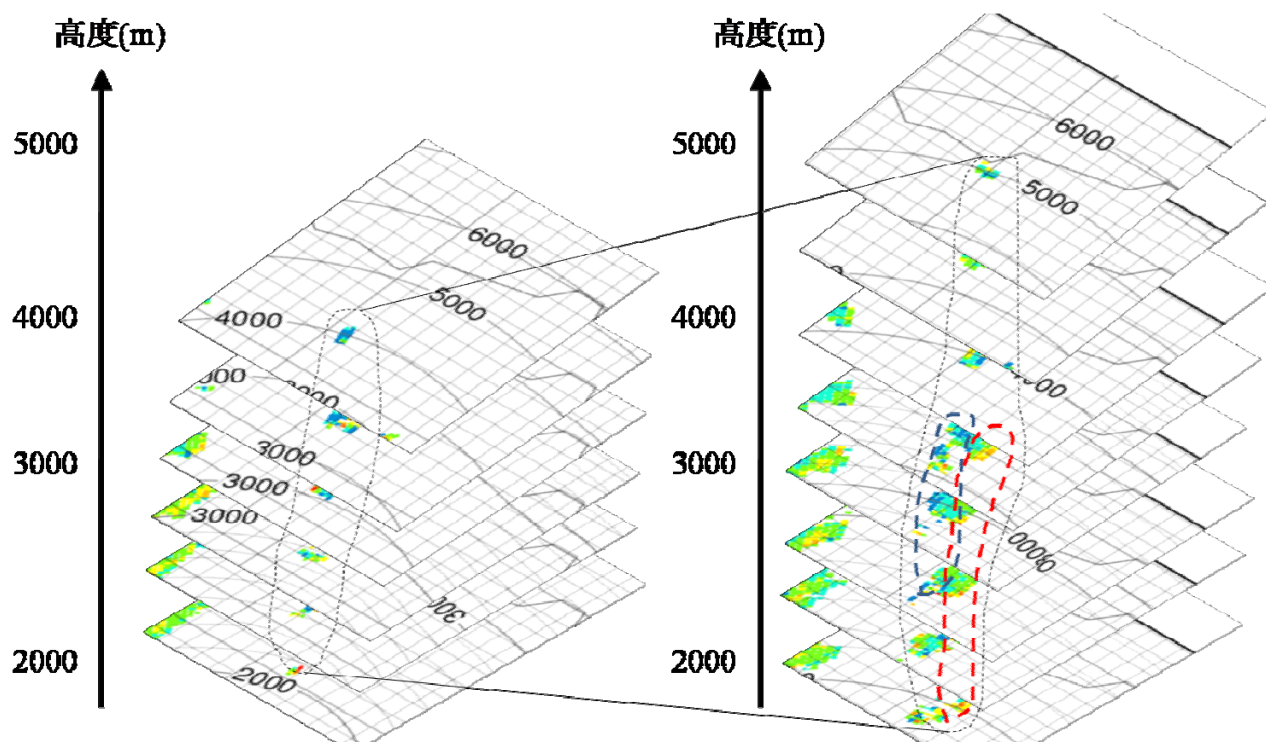


図3 2014/8/25 12:20-12:22(右)12:24-12:27(左)六甲レーダ 黒:積乱雲、赤:正の渦管、青:負の渦管