

大津における夏の雷雲のレーダー観測結果 (II)

レーダーによる落雷点の予測*

竹内利雄**・仲野 賢**・河崎善一郎**・長谷正博**
中田 滉**・舟木数樹***・斎川康二****・鈴木 誠****

要 旨

夏の不規則な多重セル型雷雲をレーダーで立体的に観測し、同時にビデオカメラで落雷を撮影した。この結果エコー頂高度が 9 km かそれ以上に発達し、エコーの水平方向の最大幅が 5 km かそれ以上になり、しかも強いエコー領域の現れた方向とその周辺に、落雷点が観測された。この観測結果から、少なくとも夏の不規則な多重セル型雷雲については、雷雲を立体的に観測可能なレーダーに、エコーのパターン認識装置を付加することにより、落雷予測レーダーを作ることが可能であると考えられる。

1. まえがき

レーダーで雷雲を観測する目的の一つは、レーダーを用いた落雷地点の予測の可能性の解明である。このことは特に電力施設に対する雷害防止対策という観点から重要である。例えば、宇都宮大学では落雷点とレーダーエコー強度の関係についての研究が行われた(宮崎, 他, 1989)。宇都宮付近に現れた夏雷を、波長 3 cm ピーク出力 40 kW, 方位分解能 2°, PPI 表示方式のレーダーで観測し、また同時にレーダー設置場所と、そこから 1.3 km 離れた地点から、同じ落雷を撮影して落雷点を推定した。推定された落雷点と、レーダーエコーを対応してみた結果、落雷点の領域は、PPI 表示エコーの、16 mm/h 降水領域の周辺であったと報告している。われわれのレーダーは、現在のところ、エコー強度の定量的な測定は出来ないが、雷雲を立体的に連続観測出来る

という特徴がある。このために、宇都宮大学の研究とは別の観点から、レーダーを使用した落雷点の予測の可能性について検討してみた。

2. 観測結果

観測は1987年8月13日の発雷期間中に行った。大津市の中心街から南へ約 5 km の、大津市南郷、関西電力京滋グラウンドにレーダーを設置し、またビデオカメラを西に向けて取り付け、落雷を撮影した。使用したレーダーに関する詳細は第1報(竹内, 他, 1990)に示した。

第1図は、ビデオカメラで撮影した落雷の映像から調査した、落雷点の方位と落雷の発生時刻を表す。また点線はビデオカメラの視野の限界を示す。第1図に示す様に、落雷を17時30分頃に発生した第1グループ、40分頃から50分少し前迄に発生した第2グループ、そして、50分頃に発生した第3グループの3グループに分類する。

第2図は、それぞれ17時20分頃、30分頃、40分頃、50分頃に記録した、観測点の西方に現れた雷雲のレーダーエコーである。ビーム半値幅 2° のレーダーアンテナを、13秒で天頂から水平まで駆動し、同時に水平方向にも時計まわりに、方位角 17° 駆動した。この間に雷雲を観測し、第2図に示す様なエコーを記録した。次の13秒間に、アンテナは水平から天頂まで駆動し、同時に、水平方向にも、さらに方位角 17° 駆動したが、この間は、前にとったエコーデータをフロッピーディスクに記録する

* Some radar observations of summer thunderclouds at Ohtsu (II), On forecast of lightning striking point with a radar.

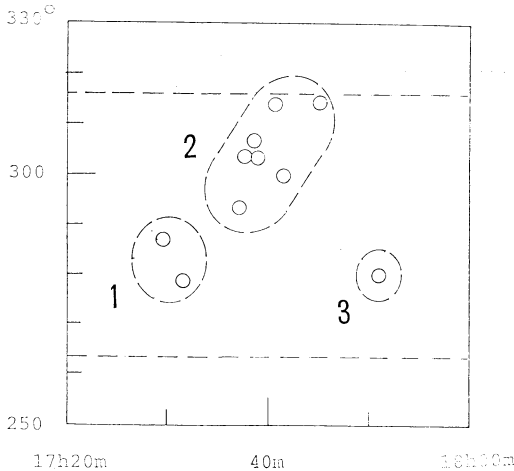
** Tosio Takeuti・Minoru Nakano・Zen-Ichiro Kawasaki・Masahiro Nagatani・Hiroshi Nakada, 名古屋大学空電研究所.

*** Kazuki Funaki, 埼玉大学工学部.

**** Koji Saikawa・Makoto Suzuki, 関西電力株式会社.

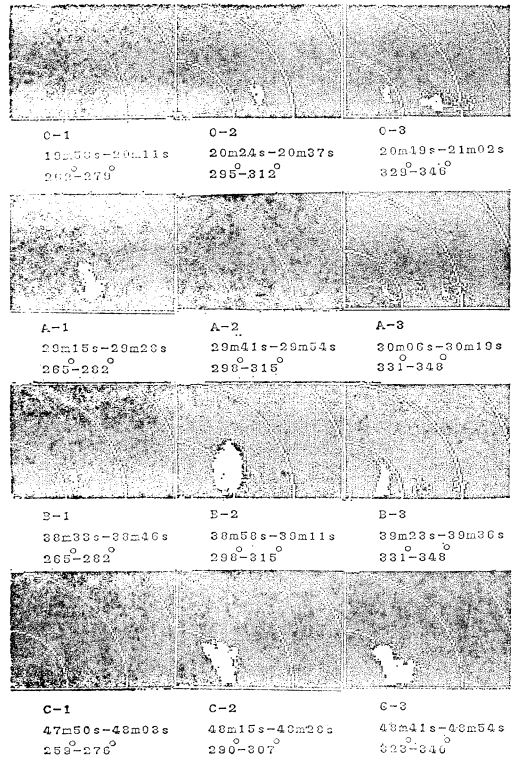
—1989年3月20日受領—

—1989年10月20日受理—



第1図 ビデオカメラの映像から調査した、落雷点の方位と落雷発生時刻。点数はビデオカメラの視野の限界を示す。

ために、欠測となった。この様に、方位角 17° 毎に観測したり、欠測したりした。第2図の、それぞれのエコー図の下には、アンテナが天頂から水平に向かって動き始めた時刻と、その時のアンテナの向いていた方位角と、アンテナが水平に達した時の時刻と方位角を記入してある。なお図には示していないが、エコー、0-1, A-1, B-1, C-1のそれぞれ直前の記録、すなわち、それぞれの時刻の方位角 240° 付近の記録には、エコーは現れていない。図から容易に推定出来る様に、B-2, B-3, C-2, C-3は、同じセルをそれぞれ異なった方位で、また異なった時間に記録したもので、第1報(1990)でセル9として報告したものに对应する。なお、エコー A-1は同様に第1報中でセル8として報告したものに对应する。17時20分頃には、第1図に示す様に、落雷が発生しなかったことに对应して、0-1, 0-2, 0-3のエコー頂高度は低い。17時30分頃には、第1図の中で第1グループと分類した2個の落雷が発生した。このうちの1個の落雷は、エコー A-1の観測された方位で発生した。エコー A-1は、エコー頂高度が9 kmで、最も幅の広い部分は5 kmという、かなり発達したエコーであった。もう1個の落雷は、A-1の北側で、エコー観測を欠測した方位で発生した。17時40分頃には、第1図で第2グループと分類した7個の落雷が発生した。第2グループのうちで、6個の落雷はエコー B-2の観測された方向で発生した。残りの1個の落雷はB-2の南の欠測した方向で発生した。エコー B-2は、エコー頂高度12 km、最大幅7 kmと



第2図 1987年8月13日、17時20分頃、30分頃、40分頃、50分頃の、観測点の西の雷雲のレーダーエコー。円弧は距離マークで10 kmごと。レーダーアンテナは、仰角方向と方位方向と、同時に駆動した。それぞれのエコーの下部に記入した時刻は、アンテナが天頂から水平に向かって駆動を開始した時と、水平に達した時の、17時を略した分秒であり、エコーの下部に記入した方位角は、それらに対応する方位角である。

かなり発達していた。17時50分頃には、第1図で第3グループと分類した落雷が1個発生した。この落雷はエコー C-2の南側の、欠測した方位で発生した。C-2は高さ9 km、最大幅8 kmという発達したエコーであった。

レーダーエコーは、任意に選んだ3段階の強度レベルに分けて記録した。第2図では分からないが、最も強いレベルを含むエコーは、A-1, B-2, C-2で、それ以外のエコーは最強レベルのエコーは含んでいなかった。以上の結果をまとめると第1表の様になる。

この様に、エコー頂高度が9 km以上、エコー最大幅が5 km以上で、しかも、最強レベルのエコー領域をふくむエコーの出現した方位で70%、その隣の欠測した方

位で30%の落雷が発生し、小さいエコーや、最強レベルのエコー領域を含まないエコーを観測した方位では落雷点は観測されなかった。

この研究では、落雷点と観測点との間の距離が測定出来なかったため落雷点の位置は特定出来なかったが、上記の結果から、落雷点は高さ9km、最大幅5km以上で、最強レベルのエコー領域を含むエコーの存在した場所か、その周辺に現れたと推定出来る。

3. まとめ

今までに、雷雲のレーダーエコー頂の高度やエコー強度から、発雷の予測の可能性を議論した多くの論文が発表されて来たが、レーダーエコーと落雷点に関する研究は、前述の宇都宮大学の研究以外には見当たらない。

宇都宮大学の研究は、雷雲のエコーをPPI表示で観測したが、われわれは、雷雲のエコーを連続的に立体的に観測した。雷雲のおおよそ垂直な断面をレーダーで観測して、エコー頂高度が9kmを、また水平方向の最大幅が5kmを越え、さらにそのエコーの中に強いエコー領域を含む場合に、そのエコーの領域、またはその周辺で落雷点が観測された。

われわれはすでに第1報の中で、エコー頂高度が8kmかそれ以上に発達したセルは、PPI表示エコーの降水強度16mm/hの領域に現れたこれを報告した(竹内, 他, 1990)。宇都宮大学の研究でも、PPI表示の16mm/hのエコー周辺に落雷点が観測された。これらの結果は互いにそれぞれの正当性を証明したことになると考えられる。

第1表 エコーと落雷点

レーダーエコーの性質	落雷数
9 km×5 km 以上 (最強レベル有)	7
上記エコーの北側 (欠測方位)	1
上記エコーの南側 (欠測方位)	2
上記以外のエコー (すべて最強レベル無)	0

この結果、少なくとも夏の不規則な多重セル型エコーに対しては、立体的に雷を観測するレーダーに、エコーパターン認識装置を付加することにより、落雷点予測レーダーを開発出来る可能性が明らかになった。現在われわれのところでは、エコーのデジタル化により、パターン認識装置が簡単に出来るか研究中である。さらに、レーダーエコーの発達衰弱過程もパラメータとする、エコーデータ処理機能を付加すれば、より確度の高い装置となると考えられる。最後に、この研究に全面的な便宜を与えて頂き、観測場所の使用を許可して頂いた、関西電力滋賀支店に深く感謝いたします。

文 献

宮崎忠臣, 西田 靖, 川俣修一郎, 1989: 気象レーダーによる雷雲の同定, 電気学会論文誌, 109, 25-31.
 竹内利雄, 仲野 實, 河崎善一郎, 長谷正博, 中田 滉, 舟木数樹, 齋川康二, 鈴木 誠, 1990: 大津における夏の雷雲のレーダー観測結果(Ⅰ) 不規則な多重セル型雷雲, 天気, 37, 45-50.

宇宙科学の国際夏期大学開催のお知らせ

「宇宙科学の国際夏期大学」が下記により開催されるのでお知らせします。

記

1. テーマ: 中層大気と宇宙からの観測
2. 開催時期: 1990年7月30日～8月17日
3. 開催場所: マルセイユ (フランス)

4. 主催: CNES (The French Center National d'Etudes Spatiales)
5. 予定人数: 45名
6. 参加費: 無料
7. 申込〆切: 1990年2月15日

注 申込書は気象学会事務局にあります。