

九州地方における夏季積乱雲の発生についての研究

対流圏科学研究分野 渡辺啓倫

1 はじめに

夏季になると各地で積乱雲が発生し、時には雷と激しい降水を伴った雷雨に発達することがある。雷雨の発生日時・場所の予測向上のため、雷雨発生の大気環境場を調査した多くの研究報告がある。吉崎 (1996) は 1995 年夏季の関東地方における解析から、雷雨の発生に必要な大気環境として、大きな対流有効位置エネルギー (CAPE) や大きな水平風の鉛直シア等の条件を挙げている。また、小倉ら (2002) は 1995~1997 年夏季に関東地方で発生した雷雨についての統計的な解析を行い、雷雨発生の空間パターンや大気環境場、さらには雷雨発生における上層擾乱の影響について報告した。このように、我が国における雷雨についての解析は、関東地方で発生するものに集中し、九州地方で発生する雷雨に関する研究例は数少ない。

そこで、本研究では、1994~2002 年 7,8 月に九州地方で発生した夏季積乱雲の発生場所、時刻、移動及び大気環境場についての解析を行った。また、本研究の特徴は、データ解析とともに雲解像数値モデルを用いたシミュレーションを行い、データ解析だけでは捉えることのできない積乱雲発生直前の大気環境場を調べたことである。

2 使用したデータと数値モデル

解析には以下に示すデータを用いた。

- 気象庁天気図
- アメダス時別値データ
- 高層気象観測年報
- 北部九州・南部九州合成レーダーデータ
- LPATS データ
- メソ領域客観解析データ (MANAL)

また、観測データでは把握できない時間及び領域での大気状態を調べるために、数値モデル Fifth-Generation PSU (Pennsylvania State University) /NCAR Mesoscale Model (MM5) を使用した。

3 解析手法

解析期間は 1994~2002 年の 7,8 月の 558 日である。このうち、総観規模擾乱 (梅雨前線、熱帯低気圧、総観規模低気圧) の影響があった日、日中九州近海からのエコーの流入のあった日、データ欠損があった日、総計 445 日を解析除外日として、残りの 113 日を解析対象日とした。

さらに、この 113 日の解析対象日からレーダーデータで雷雨の全く起きなかった日「無発生日」を 14 日選んだ。残りの 99 日は 10JST 以降に陸上で様々なスケールの雷雨が発生した。その中で、降水強度が 16mm/hour 以上の領域が 10km × 10km 以上になった日 58 日を「大雷雨発生日」、残りの 16mm/hour 以上の領域が 10km × 10km 以下だった日 41 日を「小雷雨発生日」とした。

4 結果

図 1、図 2 はそれぞれ九州地方で発生した大雷雨発生日の雷雨の発生日数の時刻別分布及び雷雨発生日の分布である。九州地方では、夏季雷雨は 13~15 時にかけて特に山岳部で多く発生することが分かった。図 3 は大雷雨発生日と無発生日の鹿児島 09JST での平均湿度差及び平均気温差を示したものである。大雷雨発生日の方が対流圏中層 (800hPa~500hPa) では湿度が高く、また、700hPa 高度面より下層では気温が高く上層では低くなっており、対流不安定度が大きくなっている。このことは CAPE, K-Index, SSI, Total Totals Index 等の大気安定度指標からも言えた。さらに、Holm の方法を用いた t 検定を行うと、上記の気温の平均値差の特徴について有意水準 95% で有意性があること、「大雷雨発生日」と「小雷雨発生日、無発生日」でこれら 4 つの指標について有意水準 95% で有意な平均値の差があることも分かった。

次に、図 3 で示した大雷雨発生日及び無発生日の湿度及び気温の平均高度分布を九州が含まれる範囲 (北緯 29.96°-34.96°, 東経 128.22°-133.21°, 1000-100hPa) で一様に与えて、積分時間を 09JST~21JST にして数値シミュレーションを行った。まず、無風状態から積分した結果を図 4 で示す。大雷雨発生日を初期値にした場合は、雷雨発生日の多かった九州山地に沿って雨水量の存在が確認できた。一方、無発生日の鉛直プロファイルを初期条件とした場合は九州地方にほとんど降水は見られなかった。次に、図 5 は「大雷雨発生日の気温と無発生日の湿度」、「大雷雨発生日の湿度と無発生日の気温」の 2 パターンの組み合わせで数値シミュレーションを行った結果である。大雷雨発生日の気温と無発生日の湿度の組み合わせの方が積乱雲の発達が大いことが分かる。しかし、図 4 の大雷雨発生日の場合に比べ、積乱雲の発達度は弱く、数値シミュレーション結果は積乱雲の発達には下層の気温減率と中層の高湿度の 2 つが重要であることを

示唆している。

図6は初期値に東西南北4方向からの風3.0m/sをそれぞれ与えた場合の結果である。北風の場合、積乱雲発達地点が阿蘇山～鹿児島県北部と他の風に比べ南に偏っており、東風と南風の場合、阿蘇山周辺で発達する傾向が見えた。ところが、西風の場合では積乱雲の発達も弱く、また九州山地の東寄り(山地の風下側)に偏って発達していた。鹿児島県北部及び阿蘇山周辺はレーダーデータを観察することで得られた夏季雷雨の多く発生する地点であり、シミュレーションと観測データ解析の一致についても確認できた。

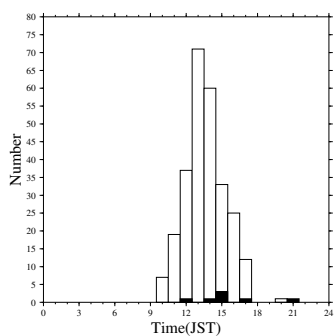


図1: 大雷雨発生日の雷雨発生数の時刻別分布。(白=山岳部(≥ 標高 200m), 黒=平野部(≤ 標高 200m))

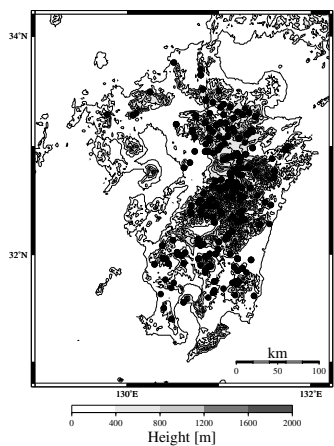


図2: 大雷雨発生日の雷雨の発生地点の分布。

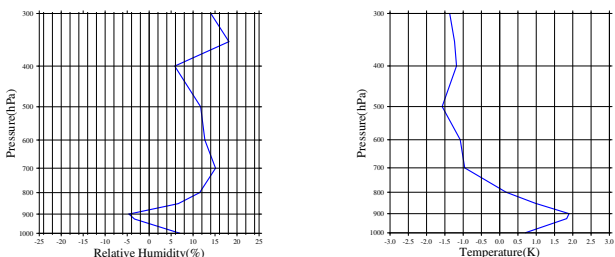


図3: 鹿児島09JSTにおける湿度(左), 気温(右)についての大雷雨発生日の平均高度分布の無発生日の平均高度分布からの差。

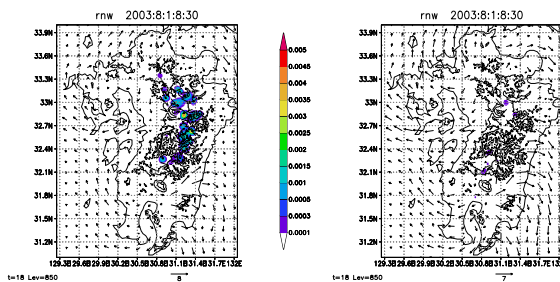


図4: 大雷雨発生日(左)と無発生日(右)の湿度及び気温の平均高度分布を一樣に与えて無風状態でシミュレートした1630JST, 850hPaの雨水量(g/g)。

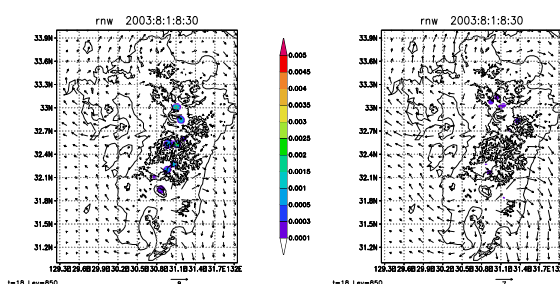


図5: 無風状態で「大雷雨発生日の気温と無発生日の湿度」(左), 「大雷雨発生日の湿度と無発生日の気温」(右)を用いたシミュレーションを行った時の1630JST, 850hPaの雨水量(g/g)。

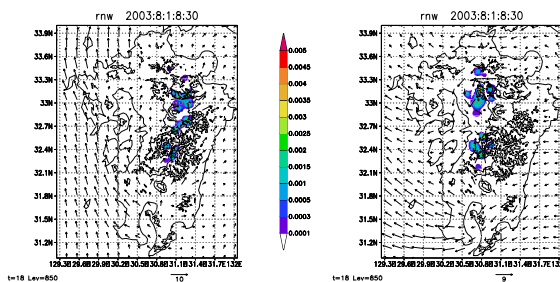
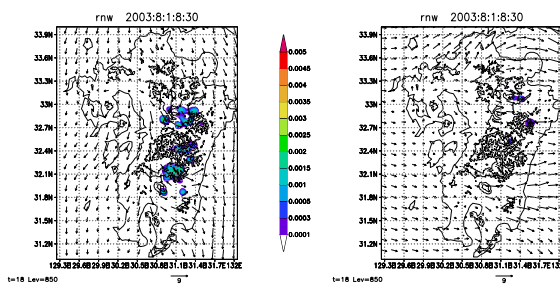


図6: 3.0m/sの北風(左上), 西風(右上), 南風(左下), 東風(右下)を一樣に与えた時の1630JST, 850hPaの雨水量(g/g)。