

猛暑の夏の雷雨活動*

小倉 義光**

1. 雷雨とのおつきあい

二つの理由から、現在は関東地方の雷雨に興味を持っている。一つは個人的な体験である。昨年の猛暑の8月を信州で過した。連日のように周囲の山々に立つ雲の峰を眺めているうちに、“代表的な積乱雲”の発生から消滅までの写真を撮ろうと思った。そうして少し注意深く、朝から雲を眺めていたら、同じような猛暑の日が続いているようでも、対流雲のでき方が日によって、かなり違うのに驚いた。結局、何が代表的だったのか、わからないまま夏休みがなくなってしまった。

もう一つの理由は「つくば域降雨観測実験」である。西と北を山でさえぎられ、東と南は海に面しているという地形のために、関東平野には多様なメソ現象が数多く出現する。またこの地域には、数多くの研究・教育機関が存在している。そこで、政府の諸研究所や大学や大学校および日本航空や日本気象協会などの民間セクターの人々が、研究者レベルで共同して関東地方の降雨を観測しようとするのがこの実験である。測器かコンピュータ・ソフトか頭か手足か、何か貢献できる方は参加歓迎というオープン組織である。

この組織が今年の夏の観測の主目標を関東地方の雷雨と決めた。そうなれば当然研究対象の予備知識を持っておくことが必要となる。いろいろな文献に目を通したが、やはり自分で直接調べてみたくなったのである。

2. 雷雨の大襲来

まず最初の調査対象をシビアな雷雨にしぼる。熱雷と界雷を問わない。ここでシビアな雷雨とは、あるア

メダス地点に1時間降水量 20 mm 以上をもたらした雷雨と勝手に定義する。

対象調査期間は1994年7月1日から9月末日までの3か月間、調査地域は関東地方の1都6県とする。そして、このしきい値以上の降雨を記録したアメダス地点の数をかぞえる。その結果が第1図の棒グラフである。第1図には東京の最高気温も記入してある。

まず気温をみると、忘れかけていた昨年夏の猛暑の記憶がよみがえってくる。7月29日のただ1日を除いて、7月19日から真夏日(日最高気温が30°C以上の日)が続いた。それがやっと中断したのが8月21日である。その日を含めて3日間低温の日が続くが、おもしろいことに、この20日と21日がシビア雷雨がとびぬけて多かった日である。このことは、そのすぐ前の8月9日から19日までは、最高気温が33~35°Cという暑さにも拘らず、シビア雷雨が1つもないと好対照である。東京が39.1°Cを記録した8月3日にも1つもない。

おまけに、8月20日と21日には、1都6県すべてにシビア雷雨が出現している。1時間降水量が40 mmを超えたアメダス地点は、20日には7地点、21日には3地点もある。正に雷雨の大襲来の日と呼ぶのにふさわしい。

3. 寒冷渦雷

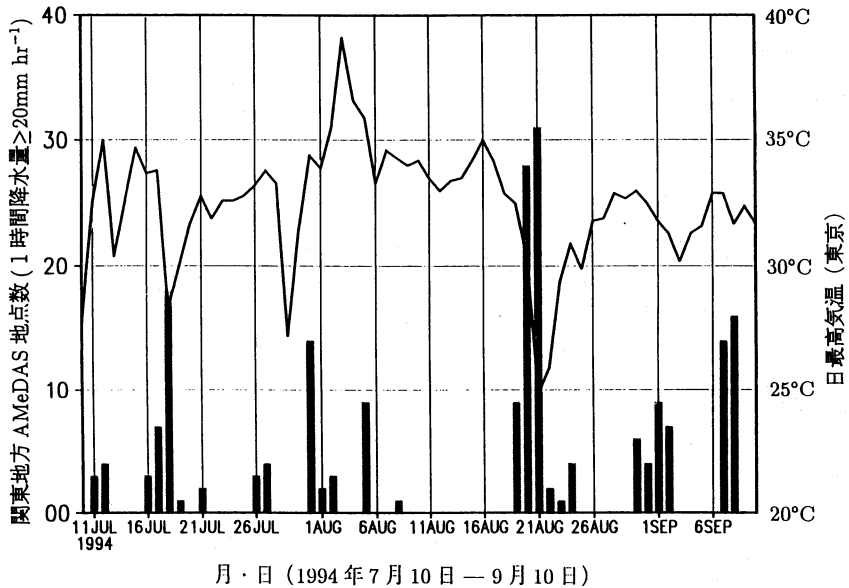
このように夏の雷雨が地表で低温の日に広範囲に多発するのは、上層に寒気が入った時か、下層で寒冷前線が通過した時である。気象庁の地上天気図では、20日09時には北陸沿岸沖に停滞前線があるが、同日21時以降には本州付近には前線はない。一方、第2図の21日21時の500 hPa 高層天気図には寒冷渦(切離低気圧)がある。等高度線が見事な円を描き、風がきれいに反時計回りの渦を巻いている。

よくテレビの気象情報で、「高度約5,500 mに寒気が入ってきましたから大気が不安定になり、雷が発生し

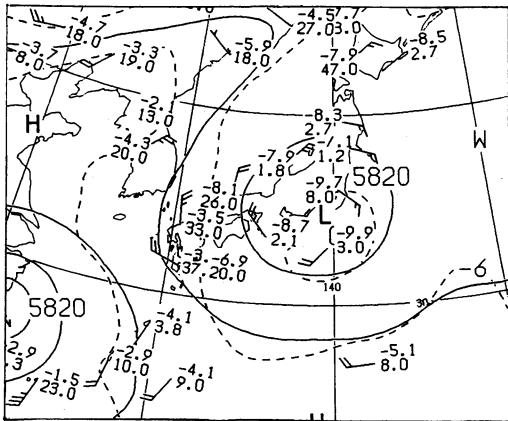
* The thunderstorm activity in the hot summer of 1994.

** Yoshimitsu Ogura, (助)日本気象協会.

© 1995 日本気象学会



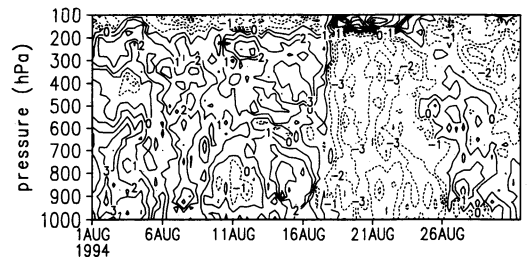
第1図 1994年7月10日から9月10日までの各日に、1時間降水量 20 mm 以上を観測したアメダス地点の数(棒グラフ)と、東京における最高気温の推移(実線)。



第2図 1994年8月21日21時の500 hPa 高層天気図。

やすくなっています」などという。たしかに、上層の寒気の侵入と共に大気の成層が不安定になることは多いが、今回の雷雨の大襲来の期間には、500 hPa に寒気が入っているものの、地表から約 200 hPa の高さまで、ほぼ一様に低温になった(第3図)。これでは、その前後の期間にくらべて、大気成層がより不安定になったとはいえない。

そうすると、やはり、個々の積乱雲より1桁以上スケールが大きい場の上昇流が重要となってくる。不安



第3図 館野における、1994年8月の月平均気温からの気温偏差の高度分布。破線は負の値、実線は正の値で、等値線は1°Cおき。

定な大気の下層で上昇流があれば、地表付近の空気が自由対流高度まで持ち上げられ、あとは自力で(浮力)で雷雨にまで発達できるのだ。

東京レーダー・エコー図をみると、20日午後には、山梨県東部・埼玉県西部から群馬県と栃木県にかけて、活発なエコー群があり、停滞している(図省略)。というよりも、エコー群はゆっくり反時計回りに回転しているようにみえる。

この回転運動がもっと明確なのが21日午後である。アニメーションで御覧いただけないのが残念であるが、スナップ・ショットで第4図に示してある。洋上のエコー群を含めて、エコーが円周上に分布している。これが反時計回りに回転しているのだ。そのことは洋

上のエコーの形から想像できるかもしれない。図からは読みとれないが、エコー強度はむしろ洋上の方が強い。そして回転の中心の位置は、ちょうど第2図の寒冷渦の中心と一致している。それで、この日のシビア雷雨は、熱雷でも界雷でもなく、「寒冷渦雷」と呼ぶのが適当だろう。もちろん局所的には、エコーの強さは地形とか日射の強さなどにも影響されているだろう。

それにしても 500 hPa 高層天気図でみたとき、今回の夏の寒冷渦はさすがに夏以外の季節に出現するふつうの寒冷渦よりは弱くて小さい。その弱い寒冷渦でもシビアな雷雨の大襲来をおこせるのである。

一般的に、寒冷渦には上昇流がつきまとう。その分

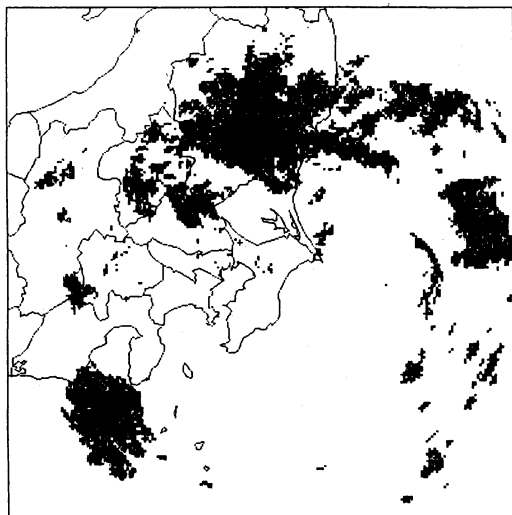
布は個々の寒冷渦によって違う。ふつう、寒冷渦は上層で周囲より渦位が大きい部分が対流圏の中層に伸びてくるのに伴っておこる。その部分が進行しているときには、英国のホスキンスさん他が戯れに真空掃除器 (vacuum cleaner) と呼んだように、進行前面に上昇流があり、それが下層の低気圧の卵を吸い上げては一人前にしてしまう。進行がおそいときには、中心部上層に下降流があり、それをとりまいて上昇流がある。今回の場合はそれに相当するらしい。現在東京大学海洋研究所の坪木和久さんと詳しく研究中である。

ちなみに、渦位が大きい部分が夏の雷雨の発生に大きな役割をすることは、気象研究所の二階堂義信さんが指摘している。

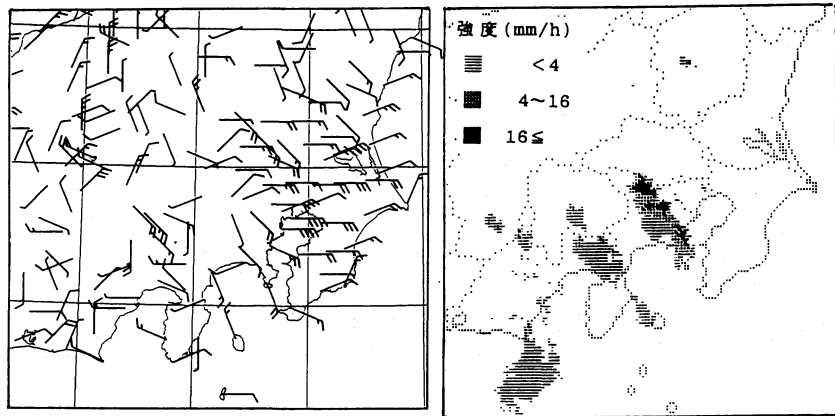
4. 梅雨明けの日の豪雨

紙数が制限されているので、もう一例だけ新聞記事になった7月12日のシビア雷雨をとりあげる。この日の午後、神奈川県から東京都西部にかけて雷雨があり、JRの中央線や五日市線、小田急線や京浜急行線などが不通となり、床上浸水した地域もあった。神奈川県藤沢市の19時の前1時間降水量は 39 mm だった。この雷雨を朝日新聞13日朝刊は「梅雨明け」その日、豪雨」という見出しで記事にしている。

第5図は同日のシビア雷雨が最盛期に入った17時のアメダスの風と、同時刻の合成レーダー図である。一般的に関東平野には東よりの風が吹いている。同日14時の気温は、鹿島灘沿岸で25~26°C、関東平野の中央部で36°C前後であるから、この東よりの風には海風効果も加わっているかもしれない。



第4図 1994年8月21日19時の東京レーダー・エコー強度分布図。



第5図 1994年7月12日17時、アメダスの風(左)とレーダー・エコー合成図(右)。風の長い矢羽根が 2 m/s, 短い矢羽根が 1 m/s。

さらに羽田の東風 8 m/s にみるように、京浜地区にも東よりの風が吹いている。こうした東よりの風が、相模湾から神奈川県中央部を北に進入する風（おそらくは海風）と合流する収束線の位置は、雷雨のセルが並ぶ線とほぼ一致している。降雨域はあまり移動せず、しかも降雨域内で東よりの強い風が吹きこんでいる側に強い降雨セルが並んでいる。

米国のフロリダ半島では、夏季に海風前線に沿って雷雨が発生しやすいことがよく知られている。今回の7月12日のシビア雷雨を「海風雷」と性格づけていいかどうか、今後の研究が待たれるところである。

以上2事例だけをとりあげたが、これ以外の第1図のシビア雷雨の日について、詳しく調べていけば、雷雨の予報に役にたつ知識が得られるだろう。さらに猛暑の夏の雷雨活動を1993年の冷夏のそれと比較すれば、雷雨の発生条件を限定するのに役に立つだろう。また、地形の違いのために、それぞれの地方では雷雨は特有の出現のしかたをするから、それを調べるのもおもしろいだろう。

5. 雷雨の統計的な研究と統計的予報

いうまでもないが、アメダス地点で1時間降水量 20 mm を超す雷雨だけをみると、いろいろな理由から、重要な雷雨を見逃すおそれがある。一番大きな理由は、雷雨がアメダス地点の間隙をぬって通過したかもしれないことである。

それで上記の研究と並行して、レーダー・エコー図に基づいた統計的な研究をする必要がある。そのために、個々のエコーあるいはエコー群の戸籍簿あるいは履歴書を作りたい。つまり個々のエコーがどこで発生し、どんな経路を通過して進行し消滅したか、またその間のエコー強度や雲頂高度が時間と共にどう変化したかなどのデータ・ベースである。

昔はこれをトレーシング・ペーパーと色鉛筆で作った。今はレーダーの反射強度はデジタル化されているし、コンピュータによるパターン認識の技術が発達した時代である。こうした技術を応用して、雷雨の統計的な性質を調べたい。ちょうど気象研究所の里村雄彦さんと日本気象協会の山形斉子さんがこうしたことに興味をもっているので、共同で研究することになった。ひとたびデータ・ベースができれば、いろいろ興味ある統計をとることができよう。また、上に述べたように、それを一段とスケールの大きい場と関連づけて解釈すれば、雷雨の予報に役にたつだろう。

ここで雷雨の予報といっても、確率論的な予報にならざるを得ないだろう。積乱雲の発達を雲の数値予報モデルで予報する場合、初期の環境の場を少し変えると、初期の雲の卵は同じであっても、その後の雲の進化は大いに違うことはよく知られている。だから、数値モデルによる積乱雲の予報は、現在世界各地で研究されている1か月先の数値予報のように、アンサンブル予報ということになるだろう。

逆に環境が同じであっても、積乱雲の発達には、初期の積雲群の分布のランダム性を始め、発達途上の積雲群の相互作用など、多くの確率過程が含まれている。積乱雲のカオスの性質や決定論的予報の限界の研究は、まだ始まったばかりである。

夏はもうすぐ来る。今年はどんな雷雨に出逢うだろうか。

謝 辞

資料の提供あるいはこの原稿についてのコメントをいただいた気象庁予報課の古川武彦課長と永澤義嗣予報官、東京管区気象台技術課の福谷博課長、気象研究所予報研究部の吉崎正憲室長、図の一部を作製して下さった東大海洋研究所の坪木和久博士に感謝します。