

降雨域の大きさとその間隔について*

篠原 武 次**

要旨: レーダーの PPI スコープ写真から, 降雨エコーの大きさとエコー間の距離を読みとった. 1960 年に東京レーダーで観測された13個のストームについて読取値を集計し, 二, 三の考察を行なった.

1. 緒言

雨は広い地域にわたって一様に降るものでなく, 場所的な差異があり, 特にしゅう雨性のときはその傾向が大きいことは, 古くから知られていた. そうして, レーダーが気象観測に用いられるようになってから, その実態が詳しくわかってきた.

この現象は, 降雨がセル状構造をしていることにより説明され, セルの大きさは数 km 程度のものであることが知られている. 筆者は, 降雨セルの大きさとセルの間隔についての統計的な値を知るため, レーダーの PPI スコープの写真を用いて, 二, 三の調査を行なった.

2. 調査の方法

東京管区気象台レーダー (波長 5.7cm, 出力約 200 KW, パルス巾 1 μ S, くりかえし周波数 400, ビーム巾 1.4°, 最小受信電力 -94dbm) で1960年に撮影した PPI の写真を用い, 距離が 60km から 120km の範囲にあるエコーを集計対象とし, 次の条件に合致するものを選び出した.

- 最大レンジが 200km あるいは 300km で, アンテナの高度角が比較的小さい (2°以下) もの.
- エコー系が 60km と 120km の距離円でつくられるリング域に大たい含まれ, 比較的大規模で, しかも, すくなくとも数時間程度継続している.

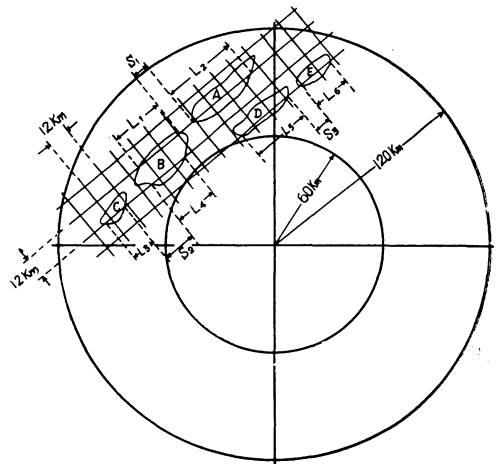
このような場合は, ほとんど, 地上でもかなりの降水量が観測されていた.

- 受信特性は対数増巾のものに限り, スコープ撮影の露出に著しい過不足がない.

選出した降雨系は13個あり, 低気圧前面の降雨 (7月8日), 高気圧圏内のしゅう雨や雷雨 (7月25日, 8月2日, 8月4日), 台風が中国地方から日本海にぬけた際,

立川付近に生じた集中豪雨 (8月11日), 台風14号の前面で千葉県下に大雨をもたらした降雨帯 (8月20~21日), ゆっくりうごく寒冷前線上に発生した低気圧性波動にともなう雷雨 (9月1日), 寒冷前線にともなう雷雨やしゅう雨 (9月4日, 9月5日), 停滞前線上の波動による降雨 (9月12日), 房総沖で発生した低気圧による千葉県下の大雨 (11月24日) などが含まれる.

読取に便利なよう, 35ミリのネガを四つ切りに引き伸ばした. エコーの陽画はコントラストが大きく, 中間的な部分がわずかであるが, この調査では中間部は除外し, 降雨エコーによって露光が飽和した部分を降雨域とみなした. これは, 大まかにいって, 降雨強度が数 mm/h 程度の降雨域に該当するものと考えてよい.



第1図

格子法による降雨域の大きさと降雨域間の距離の読みとり方: 降雨域 A, B, C……の長径方向の大きさは L_1, L_2, L_3 ……で, 降雨域間の距離は S_1, S_2 ……である, 短径方向についてもこれに準ずる.

* On the Size of Rainfall Areas and Distance between them.

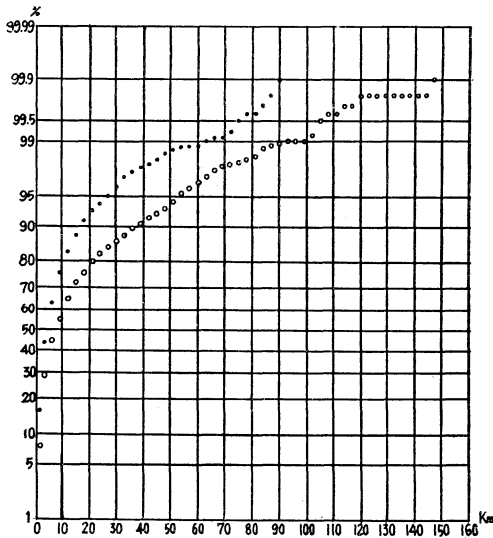
** Takeji Shinohara 気象庁測候課
—1962年4月10日受理—

降雨域の大きさと降雨域間の距離を求めるためには、格子法を用いた（第1図参照）。格子を構成する直線は直交し、となりあった二つの線の間の距離は、レンジが300km のものは3mm, 200km のものは4mm としたが、実際の距離になおすと、いずれも12km に相当する。降雨域の大きさと降雨域間の距離は、格子線に沿ったものをmm 単位で1位まで読みとり、あとでkm に換算した。

エコー系の中には、細長くてその長径がある大たいきまった方向を示すエコーからできているものがある。このような場合は、格子の方向を長径の方向に一致させた。

3. 降雨域の大きさの特徴

格子法によって読みとった降雨域の大きさと降雨域間の距離（これを仮に無降雨域という）の階級別の度数を集計した。すべてのストームについて合計し、度数を% であらわし、これを正規確率紙に記入したものを第2図に示す。



第2図

降雨域の大きさと降雨域間の距離の集計結果：
●は降雨域 (n=2500), ○は降雨域間の距離 (n=1331)

集計結果の特徴は、次のように要約することができる。

- a) 降雨域の大きさも、無降雨域の大きさも、大たいきびヤーンソンII型に近い分布を示す。
- b) 降雨域の大きさは3km 程度のものが多く、全数

の約1/3を占める。また、全数の1/2は4~5km よりも小さい。これを見ると、個々の降雨セルの大きさは4~5km 以下のものが大部分で、これよりも大きい降雨域は、いくつかの降雨セルが集合した結果としてあらわれているものが多いと推定することもできる。

- c) 無降雨域の大きさは、降雨域の大きさと同様に3km 程度のものが多く、10km くらいある場合も比較的多い。全数の1/2は8km程度以下で、90km よりも大きいのが約1%ある。したがって、大まかにいえば、降雨域間の距離は降雨域の大きさよりもやゝ大きいことになる。

次に、個々のストームについて、二、三の特徴を述べよう。

- a) 高気圧圏内にあらわれる降雨域や寒冷前線にともなう雨域は比較的小さいものが多く、20km を越えるものはわずかである。
- b) 台風の前面にみられる降雨域は大きく、40~50km のものがあり、最大のもは144km あった。立川の集中豪雨では北々東から南々西にのびる線状のエコーがあらわれ、降雨域の長さは90km くらいであった。また、9月1日の東京雷雨の長径は70km を越えた。
- c) 11月24日の千葉県大雨の際には、大きささまざまなエコーがあらわれた。南北にのびた形のものも多く、長さ90km に達するものもあった。

4. 観測誤差についての考察

調査結果には、次に述べるような、いろいろな原因による誤差が含まれている。

- a) レーダーの探知性能によるもの：まず考えられるのは、送信機のパワーや受信機の最小受信電力の変動で、このために数db程度の誤差があるものと考えられる。次に、使用したPPIの資料は、距離減衰の補正がなされていないので、調査対象のリング状域の最も近い地点(60km)と最も遠い地点(120km)に同一のレーダークロスセクションの散乱体があるとき、後者は前者の1/4の受信電力しか与えない。また、1/2電力点をとったときのビーム巾が1.4°あるので、距離60kmで1500m、120kmで2400mの中になる。このため、二つの散乱体の間隔が1~2kmしかないようなときは、スコープ上で両者を区別できないことがある。
- b) 降雨の特性にもとづくもの：反射係数Zと降雨強

度Rの関係は、よく知られているようにかなりのバラッキがあり、このために3db程度の誤差は高い。

- c) 途中の降雨による減衰：調査対象の全域にわたって、仮に強度10mm/hの降雨がある場合には、レーダー方程式から減衰の影響を見積ると3dbくらいになる。実際には、平均的な降雨強度はもっと小さい場合が多いので、降雨による減衰の誤差は、更に小さいことが多い。
- d) ビームの高さによるもの：アンテナの高度角が1°のとき、100kmの距離でビームの中心は2400m、2°にすれば4000mになる。このため、PPIにあらわれるエコーと地上の降雨との間にくい違いがある。これによる誤差は、量的に見積ることはむずかしいが、調査対象の降雨は夏季のものが多く、あまり大きくないとみなしてもいいだろう。
- e) その他に、写真処理の不均一や引伸の倍率による誤差、格子間隔を12kmにしたためのサンプリング誤差などもあるが、算定結果に本質的な影響を与えるほど大きくないと考えられる。

観測誤差ではないが、調査対象域が固定されたリング状区域であるため、降雨系の全体を含むことができない問題と、あるエコー群を一つの降雨系として判別する際の任意性がある。また、長径方向に格子軸を一致させる方法にも問題があり、調査対象としての母集団が明確であるとはいえない。

5. 結 語

いろいろな誤差があるため、得られた結果にあいまいな点が多くなくはないが、降雨域の大きさや降雨域間の距離を概略的に見積る際には、一応の基準とすることができるものと考えられる。結果は降雨セルについてのものでなく、見かけ上の降雨域に対するものであるが、等エコー装置を活用すれば、同様な方法により、降雨セルについても量的な資料を得ることができるだろう。

この調査は、電気通信研究所が11Gcと14Gc帯の電話の中継所間の距離を合理的に決定するための資料の一つとして、筆者が相当したものであるが、観測値を提供していただいた東京管区気象台技術課レーダー係と、便宜と指導をいただいた大田正次測候課長、佐々木芳治治官に謝意を表したい。

気 象 界 消 息

1. 合衆国、タイロス雲解析のFAX試験放送開始

米気象局は、気象衛星タイロス4号から送られる雲の写真に基づいた雲解析をFAX(模写放送)で世界各国に試験放送することを、4月15日から開始した。試験放送は6月30日までであるが、各国からのテスト結果の報告に基づいて検討し、合衆国気象局は、将来この種放送の現業化を考えている。

2. 荒川氏合衆国に出張

気象研究所の荒川秀俊予報研究部長は、古気候に関する会議に出席し、またマイアミの台風研究所において研究打合わせを行なうため、ワシントンおよびマイアミへ6月12日から1カ月間出張された。

3. 猿橋氏合衆国に出張

気象研究所地球化学研究部の猿橋勝子研究官は、海水中の放射性セシウム分析法の比較検討、放射性ストロンチウムの分離定量および海洋学において放射化学の応用等の研究のために、合衆国のサンディエゴ・カルフォルニア大学分校に、6月1日から半年間出張された。

4. 久保欣三氏殉職さる

マークス島で勤務されていた久保欣三氏は、過労のた

め倒れ、その際頭を打ち、脳内出血により5月29日殉職された。

5. 九州地方に大雨

去る5月15日九州、瀬戸地方に大雨が降り、福岡県、山口県では100mm以上の所もあった。このため長崎県および福岡県では、家屋3軒が倒壊し、88軒が浸水した。

また6月26日には、南九州に大雨が降り、鹿児島県では200mmを越し、80軒以上の家屋に被害があり、負傷者14名、行方不明1名を出し、また70箇所で地すべりがあった由。

6. 台風3号本邦に接近

5月16日 マニラの南東約1,000kmに台風第3号(Hopsと命名)が発生、マニラの東方を通り、沖縄の東を通過して北上、本邦に接近したが、南方海上で転向し、弱まって低気圧となり、伊豆諸島を東進した。この季節外れの台風は、マニラではモーターつきパンカ(舟の一種)を沈めたり、各地で損害を与えたが、東京地方では、水不足の折なので、雨を降らすめぐみの台風となった。