

アメダスの風から求めたうず度と レーダエコーの発達・衰弱について*

入 田 央**

要旨

デジタル化されたレーダエコーを使ってエコーの発達・衰弱の量的解析を行なった結果、エコーの発達・衰弱が地上風から求めたうず度の1時間変化量や3時間移動平均からの偏差とよく対応することを示す。

また、琵琶湖の西から移動する正うず度の中心が関ヶ原から三重県北部の養老山脈の面に達して停滞したときエコーが東進しながら衰弱する例を示す。

はじめに

東海地方に展開されたアメダス4要素の風を使って収束・発散及びうず度分布を求め、レーダエコーのふるまいとの対応を調べた。

この結果、地上風から求めたうず度の1時間変化量の正変化域や、3時間移動平均からの正偏差域でエコーの発達、負変化域や負偏差域でエコーが衰弱することを示す。

また、これらの傾向は、顕著なエコーの発達や衰弱の場合に対応が明瞭であった。

さらに、1979年8月7日、STG (16 mm/hr) 以上の強度をもつ強い線状エコーが、琵琶湖の西から東南東進しているときの地上風から求めたうず度を見ると、関ヶ原から養老山脈の西に達した正のうず度の中心が停滞しはじめ、この頃から線状エコーの移動も東へかわり、次第に衰弱する特徴が見られた。

1. アメダスの風から求めた発散とうず度

地上風による発散及びうず度の計算には、アメダス観測値から10 km 格子上的風を推定し、それらの値から中央差分法により求めるという方法を使った。

格子点の風の推定法には、加藤(1976)、竹村(1978)、藤部・浅井(1979)らの方法があるが、ここでは竹村の

手法を用いた。

この手法は、格子点周辺30 km 以内(観測点が少ない場合は50 km)にあるアメダスポイントの風の値に、距離及びその間にある地形(山岳)の平均高度と標準偏差を使って荷重平均した値を推定値とする方法である。

$$W(R) = e^{-0.1R/R}, \quad W(P) = e^{-0.1(H_m + H_d)R/2}$$

R: 距離(km), H_m : 山岳平均高度, H_d : 山岳標準偏差。

実際に求めた1979年8月7日の例を第1図に、さらにこの風を使って求めた10 km 格子毎の発散・うず度分布の出力例を第2図に示した。

2. うず度とレーダエコーのふるまい

前項の方法で求めた1979年8月7日の毎時のうず度とMDT (4 mm/hr) 以上の強度をもつエコーパターンの推移を、第3図(a)(b)に示した。

この図から1979年8月7日の場合06時に琵琶湖の西と敦賀湾附近にうず度の⊕域が見られ、レーダエコーは、図中A、Bで示す軸にそって存在しており、次第に南下東進した。

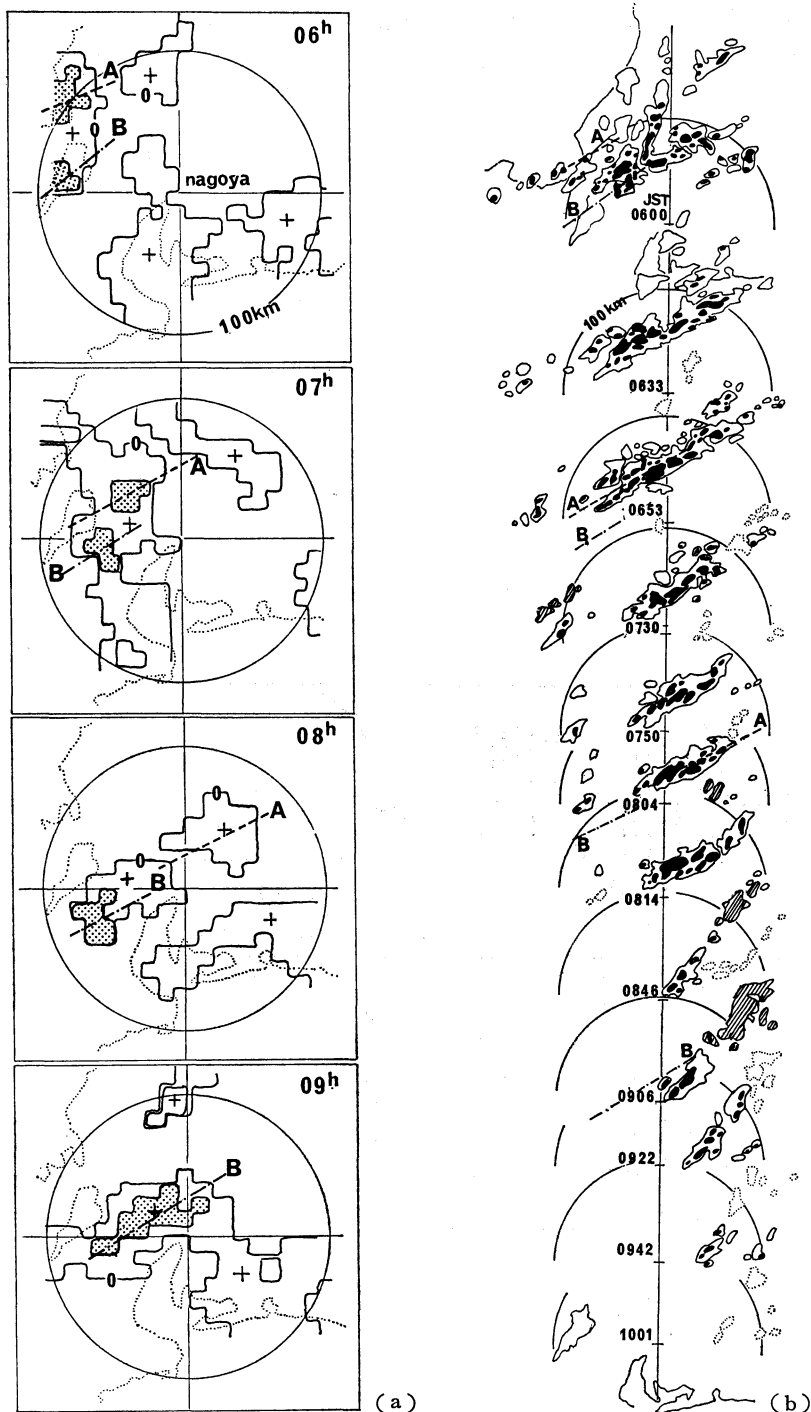
また、07時から09時までのエコーの推移は、二つあるうず度の中心軸A、Bのうち主にAの移動に対応しているが、Bで示す正うず度の中心軸に注目すると、琵琶湖の西から南東進して第4図中Aで示す関ヶ原から三重県北部の養老山脈の西に達すると停滞をしはじめ、第3図(a)で示したように08時～09時になってもう一つの軸Aが東進したのち、北西部へのびるように、その正うず度域を拡げている。

* Relationship between surface wind vorticity and Change of radar echo.

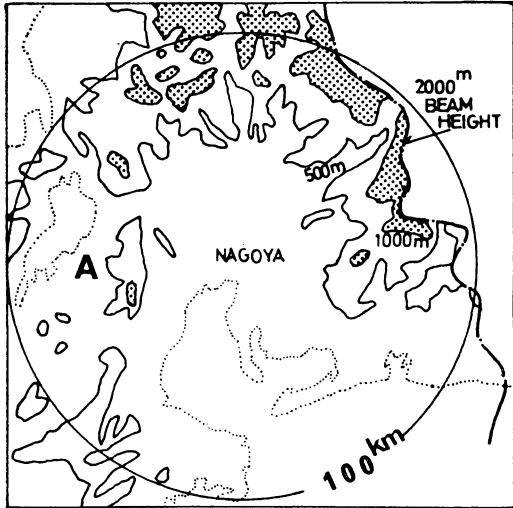
** Hisashi Nyuda, 名古屋地方気象台。

——1980年3月27日受領——

——1980年6月30日受理——



第3図 (a) うず度の時間的推移, \blacksquare は \oplus うず度 $10 \times 10^{-5} \text{sec}^{-1}$ 以上の領域, A, Bはうず度中心軸
 (b) うず度の中心軸A, Bとエコーパターンの時間推移, 図中 \bigcirc はMDT ($4 \text{mm/hr} \leq$),
 \bullet はSTG ($8 \text{mm/hr} \leq$), \bigcirc は衰弱しているエコー域, \bullet は発達しているエコー域.



第4図 名古屋レーダ周辺の地形と2,000mの等ビーム高度線、図中Aは、うず度の中心が停滞した位置を示す。

移動, 重ね合わせて差をとる事で表現できる。

ここでは, 10 km 格子毎に東西南北へ1 格子ずつずらして次式の計算を行ない, 計算値が最小になる所 (p, q) をエコーパターンの移動とする。

$$M(p, q) = \sum \sum [|m(i+p, j+q, t+\tau) - m(i, j, t)|]$$

p: X 軸方向にずらした格子番号 (i=1...5)

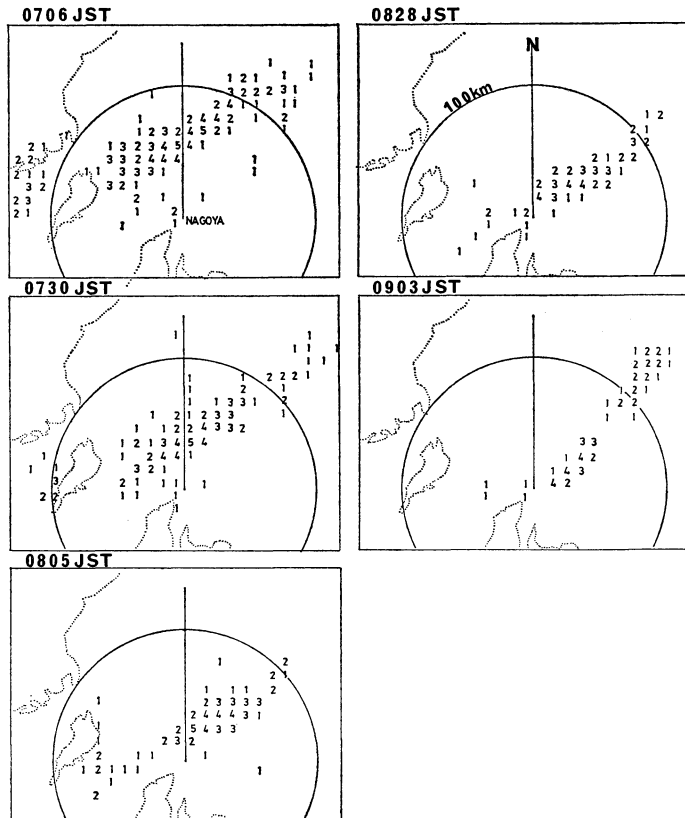
q: Y 軸方向にずらした格子番号 (j=1...5)

τ: 観測時間間隔

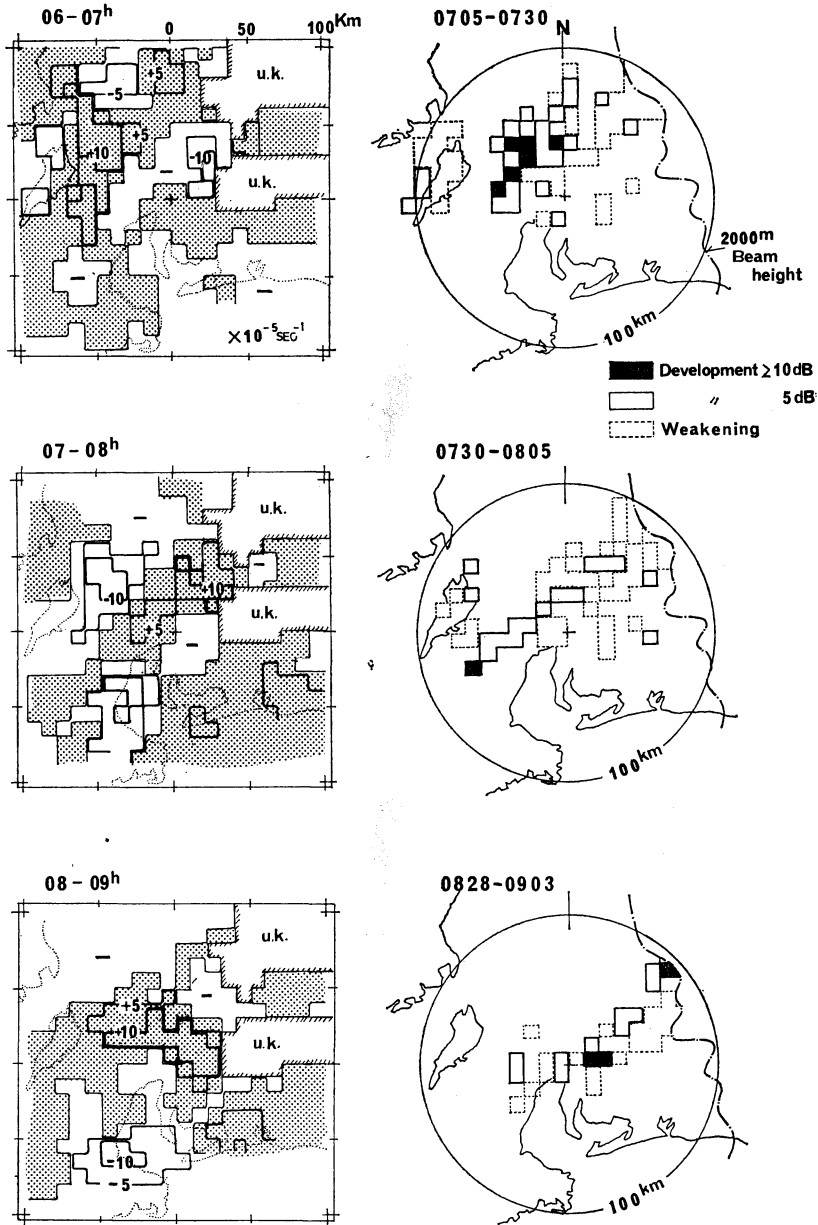
また同時に, 各格子点でのデジタル量の増減をこのときのエコーの発達・衰弱量とした。

この他にもエコーパターンの移動を計算する方法として, Bellon・Austin (1978), 立平・牧野 (1974), 二宮 (1979) らがクロスコリレーション, 重心法等を示している。

また名古屋地方気象台 (1979) の報告では, いくつかのエコーパターン移動の客観化を試み, その結果を CSI (Critical Success Index) を使って移動法の比較を行なっているが, それぞれの表現にはエコーの規模や性



第5図 DIREP で処理されたデジタルレーダエコーパターン。



第6図 1979年8月7日のうず度の1時間変化量の分布と30分間隔で計算されたエコーの発達・衰弱分布.

質によって多少の違いがあってもほぼ同じ結果であり、ここでは計算の有利さから上記の式を用いた。

こうして得られたエコーの発達・衰弱分布 (10 km メッシュ) のうち、1979年8月7日の例を第6図右に示したが、うず度の正変化域附近でエコーの発達あるいは維

持される様子がより明確に示されよう。

ここで注意する点は、発達・衰弱の計算の際に等ビーム高度線 2 km 以遠が除かれていることである。これは第4図にも示したが名古屋レーダの場合、地形の複雑な所が接近し、レーダの探知能力が低下することを考慮し

第1表 アメダスの風から求めた1時間毎の発散(D), うず度(V)とエコーの発達・衰弱.

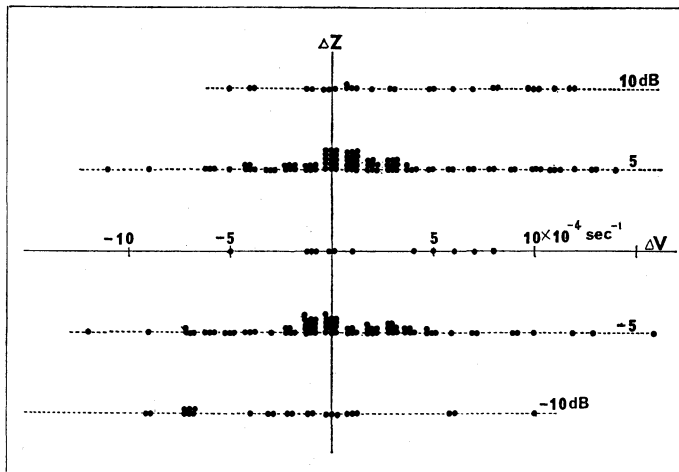
	+V			-V			+D			-D		
	+	0	-	+	0	-	+	0	-	+	0	-
発達・衰弱	+	0	-	+	0	-	+	0	-	+	0	-
個数	49	9	52	29	20	54	29	11	58	66	8	54
%	45	8	47	29	19	52	30	11	59	51	6	42

第2表 うず度の1時間変化量 ΔV によるエコーの発達・衰弱 (1...5 dB, 2...10 dB の変化を示す).

ΔV		エコーの発達			エコーの衰弱		
		+	0	-	+	0	-
レベル1	個数	56	15	26	37	13	34
	%	58	15	27	44	15	40
レベル2	個数	23	3	5	6	3	15
	%	74	10	16	25	13	63

第3表 うず度の3時間移動平均からの偏差とエコーの発達・衰弱.

ΔV		エコーの発達			エコーの衰弱		
		+	0	-	+	0	-
レベル1	個数	17	5	15	10	2	11
	%	46	14	41	44	9	48
レベル2	個数	15	1	3	4	3	10
	%	79	5	16	24	18	59



第7図 うず度変化を横軸にとったデジタルレーダエコーの変化量 (dB).

たもので、見かけ上の発達・衰弱をとり除くためである。

また、第6図左に示したように岐阜・長野県境を中心にうず度が計算されていない。これは、長野県のデータ数が少なかったため除いた領域である。

2.2. うず度とエコーの発達・衰弱

ここではエコーの発達・衰弱とアメダスの風から求めた発散及びうず度分布との対応を1979年8月7日1例と

6月29日1例について量的に検討してみよう。

検討の方法は、たとえば8月7日08時の場合、30分前の07時30分のエコーパターンを2.1節で示した移動方法で30分間単純補外し08時の実況パターンとの差をとって08時の発達・衰弱分布 Q_0 を求める。この Q_0 分布と08時のアメダスの風から求めた発散・うず度分布と対応を見る方法である。

その結果を第1表に示したが、発散及びうず度との対

応はいずれも50~60%程度であり、とくに正うず度(+ V_0)とエコーの発達で45%、負うず度(- V_0)と衰弱で47%ときわだった対照を示さなかった。

この要因として、レーダエコーの発達・衰弱は30分間の時間間隔でとっており瞬時の値でないことと、アメダスの風から求めたうず度は、ここで扱うレーダエコーのふるまいのスケールとは異ったもっと大きなスケールのもも含まれている可能性があり、さらに地形の複雑なところでは、局地的な風のくせによるものも含まれることが考えられる。

こうした一種のノイズを取り除く方法として、計算されたうず度の1時間変化量をとって見る方法と、エコーの発達・衰弱を求めた時刻の前後1時間毎の風と正時の風を使って計算されたうず度の値 V_{-1} , V_0 , V_{+1} の3時間移動平均値 \bar{V} を計算し $V_0 - \bar{V} \triangleq \Delta V$ を考え、エコーの変化に対応するじょう乱のみを表現しようという方法がある。

そこでこれらの方法を使って、さらに検討してみよう。

まず、第6図右に示した様にエコーの Q_0 とうず度の1時間前と正時の差 ($V_0 \sim V_{-1}$) との対応を見た。

その結果を第2表に示したが、エコー強度レベルが1、すなわち5dB変化する領域ではうず度の1時間変化量が⊕で発達するものが58%であったが、この方法でもエコーの衰弱については良い結果は得られなかった。

しかし強度レベルが2、すなわちMOD(4mm/hr)からSTG(16mm/hr)というような顕著な発達・衰弱をする領域について見ると、例数は少ないが第2表及び第7図に示したように74%が正変化域で発達、また63%が負変化域で衰弱する結果が得られた。

また、うず度の3時間移動平均からの偏差をとって、エコーの発達・衰弱との対応を見ると、第3表に示したように正偏差域(+ ΔV)とレベル2のエコーの発達で対応が79%と向上した。

まとめ

アメダスの地上風から求めた発散及びうず度とエコーの発達・衰弱についてその関連性を調べてきた。

とくにうず度との対応では、1時間変化量や移動平均

からの偏差をとることによってエコーの発達・衰弱と一定の対応が見られる。この結果は、短時間雨量予測に必要なレーダエコーの発達・衰弱を量的に見積ることについて一つの可能性を示唆するものと考えられる。

しかし、第7図や第3表で示したように、うず度の正変化域でも衰弱があり、負変化域で発達する例も少なくない、これは雨量予測に利用する場合の障害になる。

こうした事がレーダエコーの移動の客観化の段階で生じるのか、あるいはアメダスの風の処理によるものかはわからないが、今後はエコーの発達・衰弱の地域特性も含めて調査してゆきたい。

おわりに、本調査をすすめるにあたり御助言を頂いた気象庁 立平 予報課長と、コンピュータ処理に関して御指導頂いた気象庁電計室の牧野技官に対し感謝いたします。

文献

- 加藤一靖, 1976: 客観解析用プログラム「OBJAN」, 気象衛星技術報告, 3, 2, 1-22.
- 気象研究所気象衛星研究部, 1980: デジタルレーダエコー処理システムの評価試験について, レーダ観測技術資料, 29, 12-24.
- 藤部文昭, 浅井富雄, 1979: 関東地方における局地風に関する研究, 天気, 26, 697-701.
- 竹村行雄, 1978: アメダス観測値に基づく地上風場の計算, 気象庁予報部昭和53年度全国予報検討会資料, 108-111.
- 立平良三, 牧野義久, 1974: デジタル化されたエコーパターンの予報への利用, 研究時報, 26, 188-200.
- Bellon, A., and G.L. Austin, 1978: The Evaluation of Two years of Real-Time Operation of a short-Term Precipitation Forecasting Procedure (SHARP), J. App. Met., 17, 1778-1787.
- 二宮洸三, 秋山孝子, 1979: 豪雨監視のためのレーダおよび雨量観測網に基づく雨量分布と雨域移動の客観解析, 天気, 26, 19-26.
- 名古屋地方気象台観測課, 1979: DIREP 資料の解析(第2報), その3, 主としてパターン移動の客観化と短時間雨量予測, 東京管区地方気象研究会誌, 12, 21-23.
- 立平良三, 1961: 台風の降雨帯の解析(5821号の場合), 研究時報, 13, 14-29.