

電計資料と降雨との関係*

加藤 忠** 飯村 定夫**

1. はしがき

電計資料の初期値（前日21時の実測値で、以下 $t=0$ と記す）および36時間予報値（翌日9時の予報値で、以下 $t=36$ と記す）の500 mb 高度図 (Z_5) およびうず度分布図 (ζ_5)、600 mb 上昇流図 (w_6)、900-700 mb 層厚図 (h_{9-7}) などを利用し、これがどの程度天気（おもに降雨の有無）に結びつくか、どのような場合により対応を示すか、現場で明日の予報を行なう場合の目安とするための調査を行なった。

今回は主として $t=0$ にもとづく検討から、 $t=36$ の各予想天気図などを利用して $t=36$ 当日の降雨との関係を求めたが、それらのうち特に $\zeta_5 \geq 0$ および $h_{9-7}R$ 型（日本付近の等層厚線が尾根状）に対して、 $(T-T_d)_7 \leq 4^\circ\text{C}$ （館野700 mb 露点差で以下 D_7 と記す）または $w_6 \leq 0$ との併用が最も対応がよく、単独の予想図よりもかなり有効な指標となることがわかった。

ただし、 $\zeta_5 \geq 0$ はおよそ東経135度-140度、北緯30度-40度の地域の500 mb のうず度が十域またはうず度の0線がとおっている場合で、 $w_6 \leq 0$ は関東付近が600 mb 面で上昇域または上昇域と下降域の境界になっている場合である。

調査期間は、HITAC 5020F 運用開始時の1967年4月21日から8月20日までの暖候期についてである。

なお、合田氏¹⁾もこの種の問題を取扱っているが著者らは電計資料のほかに館野の D_7 およびその予報値を用いた。

2. $t=0$ における D_7 、電計資料と降雨との関係

(1) $t=0$ における館野 D_7 、うず度および層厚型と水戸における降雨との対応

ア. D_7 について

第1図に天気との関係を示したが、 $D_7 \leq 4^\circ\text{C}$ の場合に雨が降りやすい傾向がみられる。

雨に対応する湿度度の基準をきめる手段として次の方

法をとった。すなわち、 D_7 の 0°C から 7°C までについて、たとえば 5°C については、 $\leq 5^\circ\text{C}$ の降雨率と、 $\geq 6^\circ\text{C}$ の無降雨率との積 P をとり、 P の大きい値を求めようとした。その結果は第1表のとおりであるが、標本数を考慮して、降雨率 ≥ 0.50 、 $P \geq 0.40$ の条件のもとに飽和の基準として $D_7 \geq 4^\circ\text{C}$ をとった。

第1表

$D_7^\circ\text{C}$	降雨率 A	$D_7^\circ\text{C}$	降雨率 B	$P=A \times B$
0	$\frac{4}{5}$ (0.80)	≥ 1	$\frac{67}{106}$	0.51
≤ 1	$\frac{15}{25}$ (0.60)	≥ 2	$\frac{58}{86}$	0.41
≤ 2	$\frac{21}{36}$ (0.58)	≥ 3	$\frac{56}{75}$	0.44
≤ 3	$\frac{27}{48}$ (0.56)	≥ 4	$\frac{49}{63}$	0.44
≤ 4	$\frac{30}{59}$ (0.51)	≥ 5	$\frac{41}{52}$	0.40
≤ 5	$\frac{33}{67}$ (0.49)	≥ 6	$\frac{36}{44}$	0.40
≤ 6	$\frac{33}{71}$ (0.46)	≥ 7	$\frac{32}{40}$	0.37
≤ 7	$\frac{35}{77}$ (0.45)	≥ 8	$\frac{28}{34}$	0.37

なお、降雨に対する700 mb 面での飽和の基準を 4°C 以下にとったのは、鍋島氏²⁾の研究結果と一致している。

イ. うず度との対応

$\zeta_5 \geq 0$ のときの降雨率は51% (33/65)

$\zeta_5 < 0$ のときの降雨率は22% (11/51)

で、危険率4%で有意な差が認められ、 ≥ 0 のときは < 0 のときよりも雨が降りやすい。

ウ. D_7 とうず度との対応

この結果を第2表に示す。この表から降雨率は $\zeta_5 \geq 0$ で $D_7 \leq 4^\circ\text{C}$ のときに高いことがわかる。

エ. 層厚型、うず度および D_7 との対応

第3表は、 $h_{9-7}R$ 型のみの場合と、これに $\zeta_5 \geq 0$ を組

* The Relation between Rainfall and Numerical Prediction Data

** T. Kato and S. Iimura 水戸地方気象台
—1968年3月10日受理, 1968年9月11日改稿受理—

第2表

ζ_5	D_7	降雨率
$\zeta_5 \geq 0$	$\leq 4^\circ\text{C}$	0.64(22/34)
	$\geq 5^\circ\text{C}$	0.36(11/31)
$\zeta_5 < 0$	$\leq 4^\circ\text{C}$	0.35(9/26)
	$\geq 5^\circ\text{C}$	0.04(2/25)

第3表

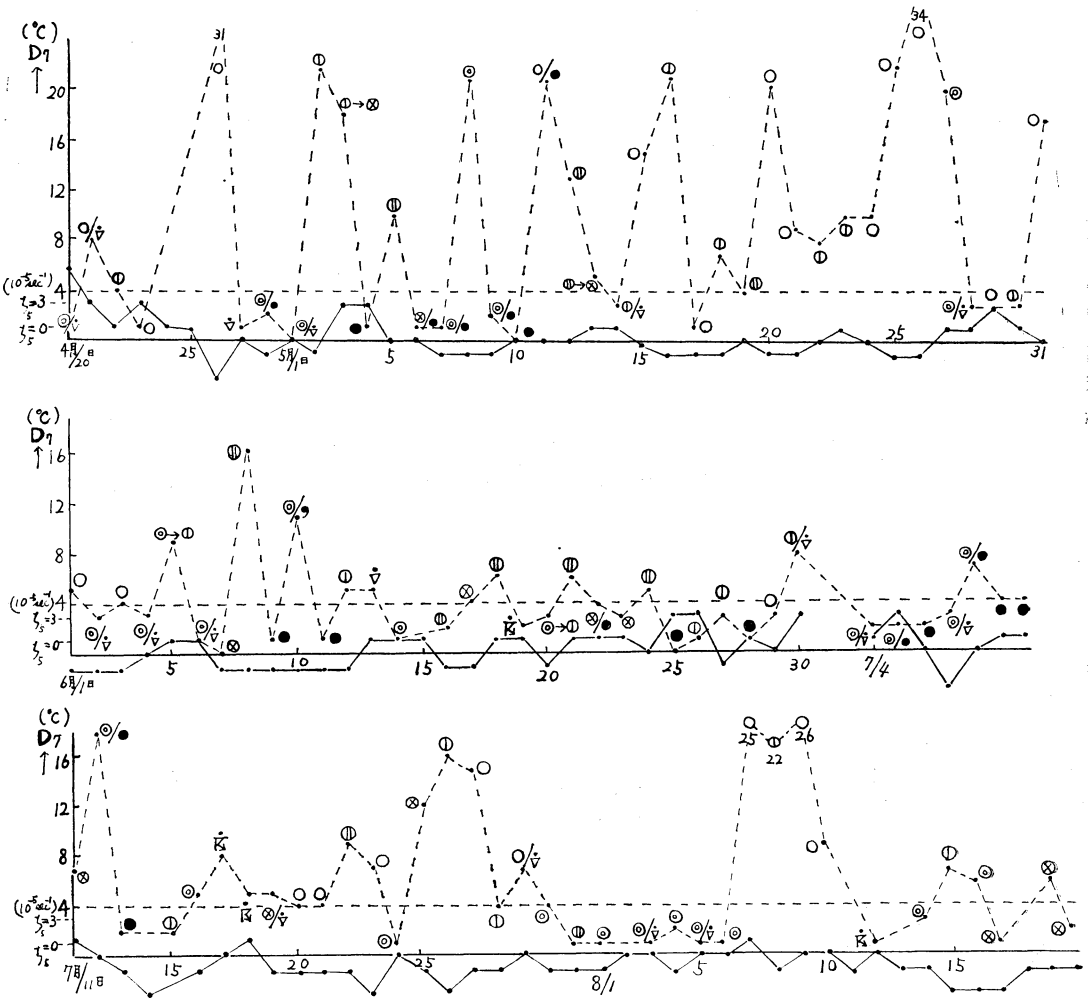
	降雨率	雨の総回数に対する比率
$h_{9-7}R$ 型	0.41(29/70)	0.71(29/41)
$h_{9-7}R$ 型で $\zeta_5 \geq 0$	0.62(21/34)	0.51(21/41)

み合わせた場合の降雨率を示す。

この表から、組み合わせた場合も、うず度単独の場合(第2表)もほぼ同程度の降雨率であるが、これは $h_{9-7}R$ 型単独の場合の降雨率が比較的低いことによる。この

低い原因として、7~8月の層厚は大陸が高圧部になることが多く、日本付近の型もあまり変わらず、東日本が弱いR型が多いため、これを含めたからである。

$h_{9-7}R$ 型、 $\zeta_5 \geq 0$ の場合で更に D_7 を考慮した降雨率をみると、雨を伴った場合は $D_7 \leq 4^\circ\text{C}$ が71%をしめていた。この場合雨を伴はない13回ちゅう10回までが $\geq 5^\circ\text{C}$



注) ○/▽または○/●は21時は○で前後6時間内に▽または●があったことを示す。
第1図 $t=0$ (21時) の館野 D_7 (点線), ζ_5 (実線) と天気

であった。

次に、 $\zeta_5 \geq 0$, $D_7 \leq 4^\circ\text{C}$ の場合で更に各 h_{9-7} 型についての降雨率を第4表に示す。この場合 R 型の場合は降雨率が高く、全般的な雨あるいは曇時々雨といった悪天ベースが多く、T 型（東日本の層厚型が谷状で、寒気移流の型）の場合は、にわか雨性のものが多い。（第1図—5/14, 5/28, 6/22参照）

第4表

h_{9-7}	降雨率
R 型	0.83 (15/18)
T 型	0.36 (4/11)

(2) $t=0$ における ω_6 および館野 $D_{85,7}$ と降雨との対応

ア. ω_6 および D_{85} (850 mb 面の露点差) との対応
 $t=0$ における湿度度を D_{85} で表わし、これと降雨との関係を見ると、 $D_{85} \leq 4^\circ\text{C}$ のときの降雨率は47%(22/47)と高く、 $D_{85} \geq 5^\circ\text{C}$ では21%(8/39)と低くなっている。さらに ω_6 と D_{85} とを組み合わせて降雨との関係を見ると第5表のとおりである。

これによれば降雨の有無に関しては、明らかに ω_6 を

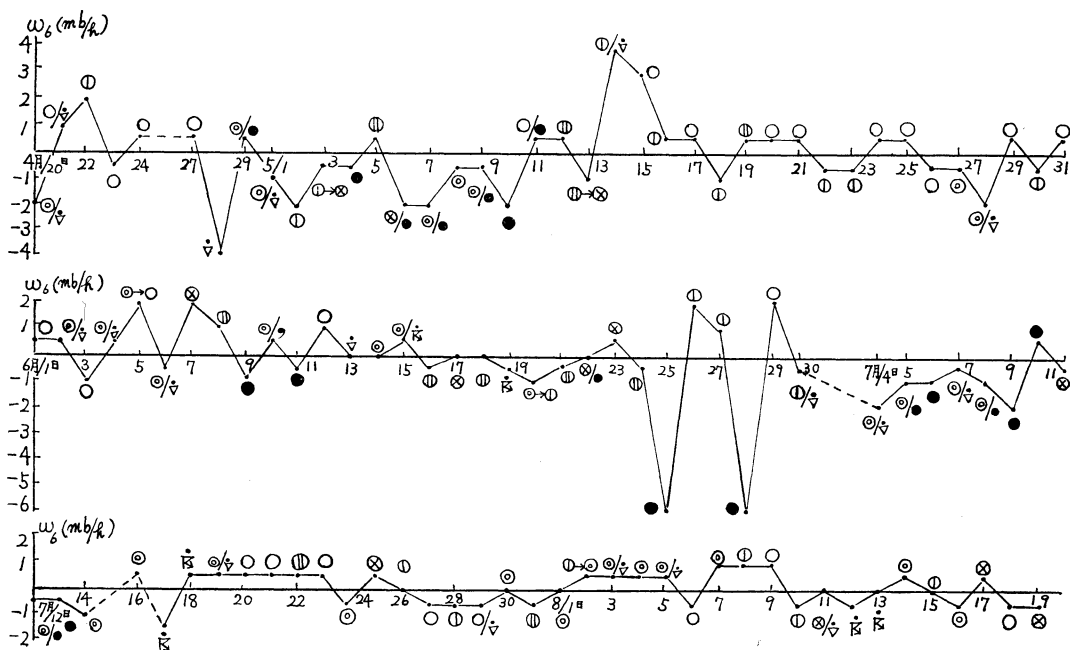
第5表

ω_6	D_{85}	雨あり	雨なし	降雨率
≤ 0	≤ 4	15	12	0.56 (15/27)
> 0	≤ 4	7	13	0.35 (7/20)
≤ 0	≥ 5	5	11	0.31 (5/16)
> 0	≥ 5	3	20	0.13 (3/23)

利用することにより良い結果が出ているといえよう。ただし、資料数の不足によって次の D_7 の場合に比べ降雨率がやや低くてたのではないかと考えられる。

イ. ω_6 および D_7 との対応

前記ア. の 850 mb の例にならって D_7 , ω_6 と降雨との関係を第6表に示す。700 mb の場合は、850 mb のそれに比べてさらに降雨との対応がよいことがわかる。また、 ω_6 と天気との対応について第2図に示した。この図から、 $\omega_6 > 0$ の場合は、数例の一時的な雨やにわか雨程度の現象が見受けられるが、これらを除いてほしい晴れや曇りの天気が多く、 $\omega_6 < 0$ のときは曇りや雨天の日が比較的多いことがわかる。しかし、上昇速度の大きさと天気との関係については特に目だつ点はみられないが少くとも初期値に関しては、利用可能の範囲にあ



第2図 $t=0$ (21時) の ω_6 と天気

第6表

ω_6	D_7	雨あり	雨なし	降雨率
≤ 0	≤ 4	25	15	0.63(25/40)
> 0	≤ 4	7	14	0.33(7/21)
≤ 0	≥ 5	6	18	0.25(6/24)
> 0	≥ 5	5	23	0.18(5/28)

ろう。

今回の調査期間は、梅雨期および夏季のものが大部分であったため、降雨とのよい対応はあまり期待しなかったが、前記ア. の 850 mb に比べて 700 mb の場合、特に $D_7 \leq 4^\circ\text{C}$ の場合で $\omega_6 \leq 0$ の場合の降雨率は 63% と比較的良好的な関係が認められる。

なお、 $t=0$ の $\omega = -1 \sim -2\text{mb/hr}$ の場合（日本海に $\omega = -8\text{mb/hr}$ の中心がある）で全般に晴れまたは快晴であった日が 2 日であったので例示してみよう。

(ア) 5月18日：この日は $t=0$ で層厚の谷が東方海上にあって当地方は後面に入っており、 Δh_{24} が+域で暖気場になっているが、700 mb および 850 mb 面の露点差はそれぞれ 7°C および 12°C と下層で乾燥しており、またうず度も一域となっていたためと考えられる。

(イ) 6月3日： $t=0$ のときはまだ快晴であったが、その後間もなく曇っており、+ ω 域の通過とともに西日本に中心をもつ一域に入ったものと思われる。一方、700 mb の D_7 は 4°C と割合湿めっており、層厚も尾根状で Δh_{24} でも+域になっているが、うず度は一域でありこれに支配されたといえよう。

(3) 結果

以上の調査から降雨率の大きい順序は次のとおりである。

ア. $\zeta_5 \geq 0$, $D_7 \leq 4^\circ\text{C}$, h_{9-7} R 型の場合は 83% (15/18)

イ. $\zeta_5 \geq 0$, $D_7 \leq 4^\circ\text{C}$ だけでは 71% (22/31)

ウ. $\omega_6 \leq 0$, $D_7 \leq 4^\circ\text{C}$ の場合は 63% (25/40)

ア. の条件は、うず度移流と層厚移流が上昇流に積極的に寄与した場合と考えられる。すなわち、18例のうち 15例が上昇域 ($\omega_6 < 0$) であり、他の 2例は 0 線近くの下降域、1例は弱い下降域であった。

上昇域 (64回) で雨を伴った場合が 29回あったが、これについてさらに h_{9-7} 型および ζ_5 とを組み合わせた場合についてみると第 7 表のとおりである。ここに h_{9-7} W-E 型は、日本付近の等層厚線がほぼ東西に走る型である。

また、 h_{9-7} 型と ζ_5 との組み合わせに対する降雨回数

第7表

h_{9-7}	R 型	0.69(20/29)
	W-E 型	0.17(5/29)
	T 型	0.13(4/29)
ζ_5	≥ 0	0.79(23/29)
	< 0	0.21(6/29)

第8表

h_{9-7} 型	$\zeta_5 \geq 0$	$\zeta_5 < 0$
R 型	16	4
W-E 型	5	
T 型	4	—

を第 8 表に示す。この表から h_{9-7} R 型で、 $\zeta_5 \geq 0$ が 16 回で 55% と過半数をしめているが、他は少なく相半ばしている。 h_{9-7} T 型で $\zeta_5 < 0$ の場合では雨はなかった。これは上昇流から考えて当然である。

3. $t=36$ における ζ_5 , h_{9-7} , ω_6 および D_7 (予想値) による明日の降雨との関係

(1) あす 9 時の館野の D_7 の予想について

$t=0$ の資料によれば降雨率は $D_7 \leq 4^\circ\text{C}$ の場合に高い。一般に D_7 の予想は流線の変化や、途中の変質などにより正確な予想はむずかしいが、実際に予想するにあたっては次のようにした。

700 mb 面で当日 9 時における館野の上流点の D_7 とあす 9 時館野の D_7 (実況値) との相関係数は +0.53 (資料数 102) であった。また、当日 9 時の館野の上流点の D_7 と、流れの予想を考慮して $t=36Z_5$ 予想図における館野の上流点の D_7 との平均値と実況値との相関係数は +0.56 (資料数 102) で両者にはほとんど差がなかった。

なお、700 mb 面上流点についてはなお検討を要するが、北～北々西の流れの場合は秋田、北西～西では輪島、西南西～南西は潮岬、南々西～南東は八丈島の資料を用いた。また、700 mb の $t=36Z$ の予想図はないので、一応 $t=36$ の Z_5 の予想図を代用した。

すべての天気型を含めた相関は、上述のようにあまりよくないが、後者 (相関 +0.56) により $D_7 \leq 4^\circ\text{C}$ と予想した場合の適中率は 75% (24/32) で、実況 $D_7 \leq 4^\circ\text{C}$ の総回数の 68% (32/47) であった。したがって雨を予想する場合は、一応予想資料として使えようである。

(2) $D_7 \leq 4^\circ\text{C}$ で、 $\zeta_5 \geq 0$, h_{9-7} R 型 (いずれも予想値、以下同じ) の回数は 8 回あったが、そのうち雨は 7 回で

降雨率は88%である。うち無降水の1回は本曇りであった。

なお、これは $t=0$ で検討して、降雨率の最も高かった2。(3)アの場合である。

(3) 上昇流に対する降雨率は第9表のとおりである。上昇流に対して $\zeta_5 \geq 0$ 、 $h_{9-7} R$ 型の場合とはともに降雨率60%台で相半ばしているが、両方が加味された場合は、精度はさらに高く80%近くになることがわかる。

第9表

$\zeta_5 \geq 0$	0.62(28/45)
$h_{9-7} R$ 型	0.59(26/44)
$\zeta_5 \geq 0$ で $h_{9-7} R$ 型	0.79(22/28)
$D_7 \leq 4^\circ C$ で $h_{9-7} R$ 型	0.63(5/8)

(4) $\zeta_5 \geq 0$ における h_{9-7} 型に対する降雨率は第10表のとおりである。すなわち、 $\zeta_5 \geq 0$ に対して $h_{9-7} R$ 型だけでも降雨率は78%で雨の総回数45回に対し25回と半数以上を占めている。

第10表

h_{9-7}	降雨率	雨の総回数に対する比率
R 型	0.78(25/32)	0.56(25/45)
T 型	0.31(11/35)	0.24(11/45)

(5) 単独およびこれに $D_7 \leq 4^\circ C$ を考慮した場合の降雨率は第11表のとおりである。

単独資料ではいずれも50~60%程度の降雨率であるが、上昇流に対する悪天度(曇を含む)を考慮すれば、出現率75% (51/68) と高くなる。第11表から ζ_5 や ω_6 だけの降雨率は52%および47%と低いが、雨の総回数との比率をみるとそれぞれ80% (36/45)、74% (32/43) と高い。

第11表

	単 独	$D_7 \leq 4$
$\omega_6 \leq 0$	0.47(32/68)	0.46(11/24)
$\zeta_5 \geq 0$	0.52(36/69)	0.55(11/20)
$h_{9-7} R$ 型	0.57(32/56)	0.67 (8/12)

なお、層厚型の特徴として、NR型(北海道付近がR型または層厚の高圧部で、およそ北緯36度より南はゾーナル型)の場合は、少なくともその時点を中心に前後6時間は降雨がなく晴天型である。(この期間中にNR型

は7回あったが、そのうち晴れが6回で1回は高曇り、その前後は晴れであった。)

(6) 検 証

$t=36$ で降雨率のよい前述の場合について、8月21日~9月20日までを調査した結果は、第12表のとおりである。なお、この期間の降雨は、台風またはこれに付随した前線によるもので、第12表のとおり、降雨率の精度は比較的よく、また $\omega_6 \leq 0$ でR型が雨の総回数の75%と多かった。

第12表

	降雨率	雨の総回数に対する比率
$\omega_6 \leq 0$ 、 $h_{9-7} R$ 型で $\zeta_5 \geq 0$	0.75(6/8)	0.38(6/16)
$\zeta_5 \geq 0$ で $h_{9-7} R$ 型	0.80(8/10)	0.50(8/16)
$D_7 \leq 4$ 、 $\zeta_5 \geq 0$ で $h_{9-7} R$ 型	0.86(6/7)	0.38(6/16)
$\omega_6 \leq 0$ で $h_{9-7} R$ 型	0.71(12/17)	0.75(12/16)

4. ま と め

$t=0$ で最も降雨率の高かった $\zeta_5 \geq 0$ 、 $D_7 \leq 4^\circ C$ と $h_{9-7} R$ 型の場合は、 $t=36$ でもともに80%以上と降雨率が高い。一般に $t=36$ 予想では、標本数の多い組み合わせ、すなわち $\omega_6 \leq 0$ 、 $\zeta_5 \geq 0$ と $h_{9-7} R$ 型の場合は、80%に近く対応は良好である(第9表)また、検証の結果台風の場合にも有効であった。

なお、 ζ_5 や ω_6 を取扱う場合には、たとえば、 ω_6 の場合は、さきに例示したように、日本海に一域の中心がある場合は、関東付近がその範囲内で比較的大きな上昇域であっても降雨は少ない。このように大きさのほか、その中心の地理的な位置や規模が問題となるが、この点についてはあまり立ち入らなかった。

また、この調査は電計資料だけを使用したものであるが、予想にはさらに総観解析を加味すれば、一段と精度をあげ得るであろう。

今後は、寒候期について以上の調査結果などが有効かどうか調べたい。おわりにご指導いただいた木村台長、井手技術課長に深謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 合田 勲, 1966: 電計予想図の利用についての検討, OMEGA, Vol. 5 No. 2. pp 29~47.
- 2) 鍋島泰夫, 1960: パラメーターモデルによる上昇速度とその利用法について, 電計報告別冊 No. 1.