

高・低気圧の発達予想について*

黒 木 義 秋**

は し が き

最近電子計算機も動き始め、数値予報の現業化への努力が続けられていることは、地方の現場にある筆者らに大きな期待をいだかせるものである。しかしまだ地上の予想天気図を入手できない現況では、大部分をシノプチック解析にたよって予報しなければならぬ状態である。

このような段階において、数値予報の成功によって急速に一般化された理論・方法などをシノプチック解析に多少なりとも加味する意味で、つぎのような方法を考えてみた。

500mb の高度偏差は相対うず度と近似され、したがって 500mb 面を非発散高度と見なすと保存量として外そうすることができる。また 700mb の温度場を 500mb—100mb のシクネス場と対応するものとする、その偏差も保存性がある。この二つの偏差を外そうし、組合わせることによって地上の高・低気圧の発達を予想する。

1. 偏差による予報方式

偏差をとると理論的な取りあつかいが困難であるが、平年値を引き去ることによって地形の影響や季節的なものが消去される長所がある。

高度偏差を Z' 、高度 Z 、空間平均 \bar{Z} 、平年値を N 、とすると偏差の定義から

$$Z' = Z - N \dots \dots \dots (1)$$

両辺に \bar{Z} を加えて変形すると次式を得る¹⁾。

$$Z' = (Z - \bar{Z}) + (\bar{Z} - N) \dots \dots \dots (2)$$

(2)式の右辺第一項は相対うず度(符号逆)であり、第2項は空間平均と平年値との差である。したがって空間平均の場が平年状態に近い場所では、 $\bar{Z} - N \approx 0$ となり

$$Z' \approx Z - \bar{Z} \dots \dots \dots (3)$$

すなわち、 Z' の場は空間平均のトラフやリッパ(長波の谷、尾根)の地域を除き、相対うず度の場と同じである***。

このことは、500mb を非発散高度とみなすと、500mb の高度偏差にかなりの保存性、予報の可能性を期待させる。いいかえると、500mb の高度偏差は相対うず度と同じようにバロトロピック予報として使用することができる。

地上低気圧の発達に関しては、Bjerknes や Sutcliffe の理論があり、これらの理論を日本付近の低気圧に適用したものとしては、織畑氏²⁾ や佐々木氏³⁾ などの優れた論文がある。また数値予報の分野ではエストークの方法による低気圧の発達の予報例が、岸保博士⁴⁾ や東京管区気象台の人々⁵⁾ によって発表されている。

これらの論文にも示されているように、低気圧の発達を論ずる場合、傾圧効果が重要で、多くの場合温度やシクネスが取りあつかわれている。ここでは作業量をへらして簡単に使える点で 700mb の温度場を使用する。

シクネスと温度の関係は、気象学の基本式

$$\frac{dp}{p} = -\frac{g}{R} \frac{dz}{T} \dots \dots \dots (4)$$

を $p=1,000\text{mb}$ から 500mb まで積分すると

$$\ln p = \frac{g}{R} \int_0^z \frac{dz}{T} \dots \dots \dots (5)$$

1,000mb から 500mb までの平均調整仮温度を T_{mv} とし、シクネスを $h_{5-10}\text{gpm}$ で表わすと次の式を得る。

$$h_{5-10} = 20.287 T_{mv} \text{ gpm} / T_0 \dots \dots \dots (6)$$

T_{mv} の偏差と 700mb の温度偏差が近似しているとき、700mb の温度偏差 T'_{70} とシクネス偏差 h'_{5-10} との間には次の関係式が成立する。

$$h'_{5-10} \approx 20 T'_{70} m / T_0 \dots \dots \dots (7)$$

つぎに T'_{70} の保存性について考えてみよう。

エストークはシクネスについてつぎのような保存性をみいだしている。

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} + \bar{V}_s \cdot \nabla \right) \left(h - \frac{1}{2} \bar{h} \right) \approx 0 \dots \dots \dots (8)$$

ただし $h = Z_5 - Z_{10}$ 、 \bar{h} は $\Delta S = 1,000\text{km}$ の空間平均である。一方定義から $h' = h - h_N$ (h_N は平年値) であり、 ΔS が大きければ $\bar{h} \approx h_N$ と考えられるので $h' \approx h - \bar{h}$ となる。

* Forecasting of Development of Cyclones and Anticyclones.

** Y. Kuroki 下関地方気象台
—1959年12月1日受理—

*** 大阪管区気象台予報課有志訳：予報法則と予報技術

したがって $h - \frac{1}{2}\bar{h}$ が保存系であれば、 $h' = h - \bar{h}$ もある程度の保存性が期待される。すなわち T'_{70} の場にも同じことが考えられる。

実際には南北移流によって T'_{70} の正負が強められることを考慮するとだいたい予想できそうである。

500mb の高度偏差と 700mb の温度偏差が予想されると(1)と(7)から

$$Z' - 20 \times T'_{70} = Z' - h'_{5-10} = Z_5 - N_5 - \{(Z_5 - Z_{10}) - (N_5 - N_{10})\} = Z_{10} - N_{10} \dots \dots \dots (9)$$

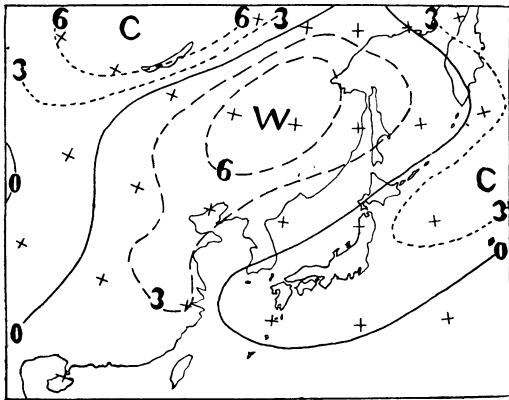
を得る。すなわち 1,000mb の高度偏差が求められる。

一般には 500mb の高度偏差の正負と 700mb の温度偏差の正負とは打ち消しあって(9)式の値はあまり大きくならない。

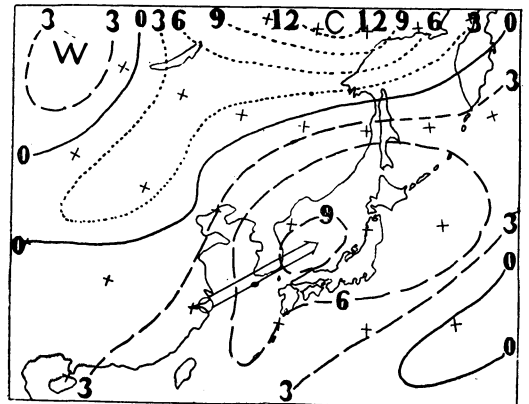
700mb の温度場からみると Sutcliffe がその理論から代表的なパターンとして示している温度場と高低気圧の発達の関係がよく成立っている*。

2. 偏差の計算

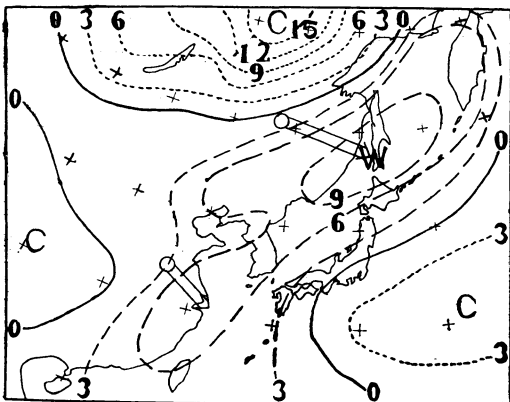
この計算には平年値が必要であるが、500mb の平年値として昭和 32 年 3 月に気象庁から発行された北半球 500mb 等圧面高度半旬平年値を使用した。この資料に



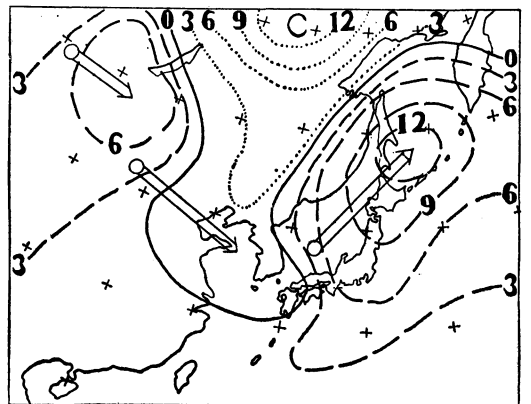
第1図-a 00Z 2nd Apr. 1959, 700mb 温度偏差図



第1図-c 00Z 4th Apr. 1959, 700mb 温度偏差図



第1図-b 00Z 3rd Apr. 1959, 700mb 温度偏差図



第1図-d 00Z 5th Apr. 1959, 700mb 温度偏差図

この予報式をシノブチックな言葉で述べると、500mb の天気図で負の偏差域(気圧の谷)が近づき、700mb でその前面に暖気移流が強まると地上では低気圧が発達する。反対に 500mb で高度が高くなり、700mb で温度が低くなる所では地上は高気圧発達の場合となる。

* 文献(3), 正野重方: 気象学総論 p. 242-246 参照。

よって半旬平年等高度線図を描き、(5日間使用)図式計算で偏差図を作る。

700mb の温度の平年値は、十分な資料がなかったので、気象庁研修所で予報研修のために作られた 700mb の累年月平均図から内そうによって半旬値くらいの図を作り、これから図式で偏差図を求める。

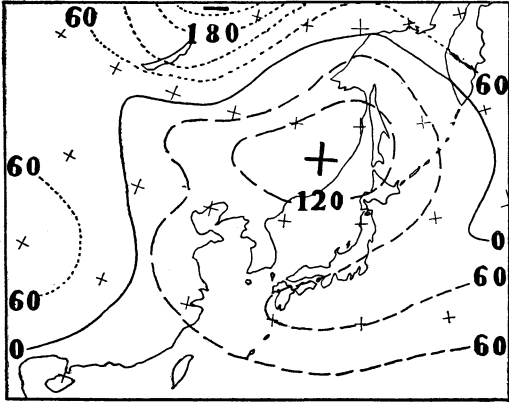
3. 実 例

具体例として昭和34年4月2日～5日の天気図をあげる。

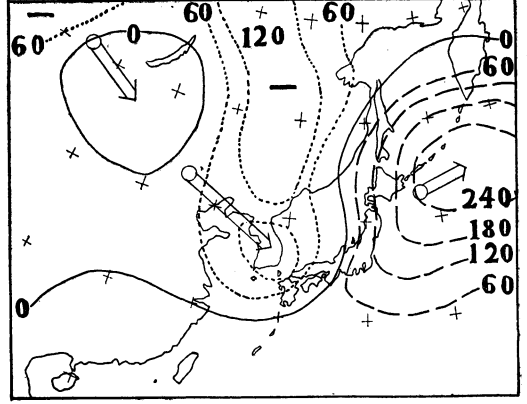
第1図は 700mb の温度偏差図で、高温域・低温域と

も保存性が認められ、これらの移動は一般流によって外そうすることが可能である。ただチベット高原の下流域にあたる揚子江上流域付近は外そうが困難である。

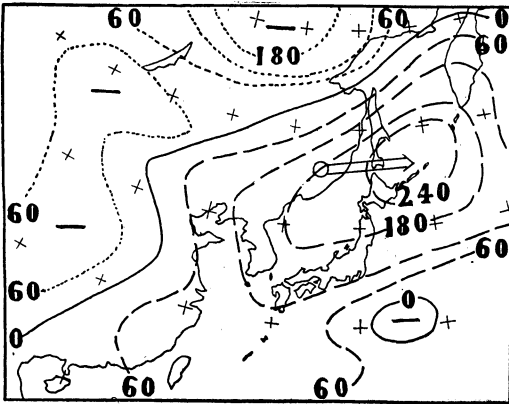
第2図は 500mb の高度偏差で、これは相対うず度の



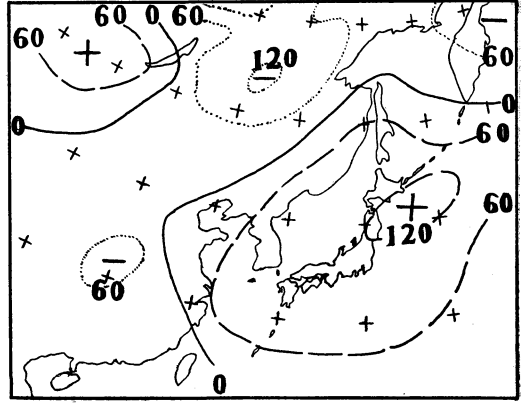
第2図-a 00Z 2nd Apr. 1959, 500mb 高度偏差図



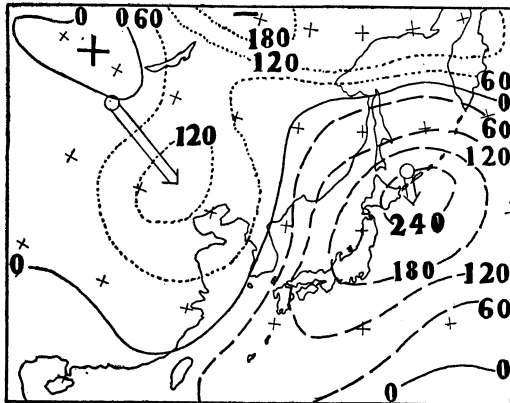
第2図-d 00Z 5th Apr. 1959, 500mb 高度偏差図



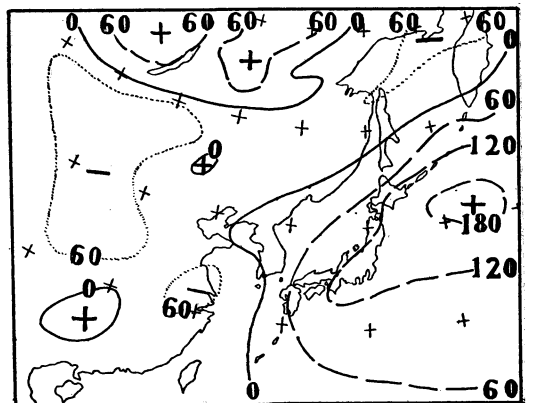
第2図-b 00Z 3rd Apr. 1959, 500mb 高度偏差図



第3図-a 00Z 2nd Apr. 1959



第2図-c 00Z 4th Apr. 1959, 500mb 高度偏差図



第3図-b 00Z 3rd Apr. 1959

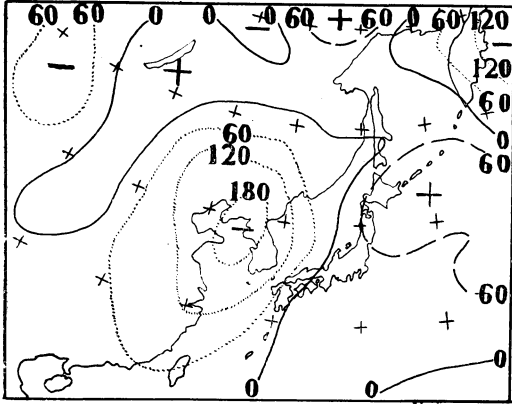
分布と似ており、数値予報で行なわれているように一般流で流すことによって外そうできよう。

第3図は第1図と第2図から(9)式の計算を図式で行なったもので、1,000mbの高度偏差に近いものである。

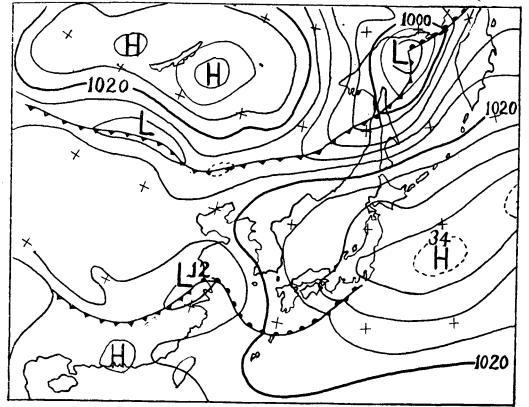
これと同時刻の地上天気図を第4図にあげる。

第3図と第4図を対応させると良く一致していることが知られよう。

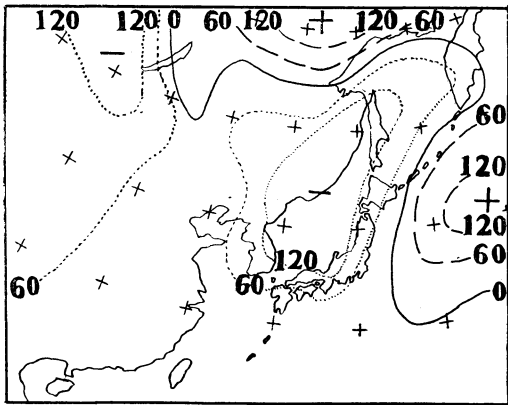
もちろんこれは実況図を元にして作った図で、一致す



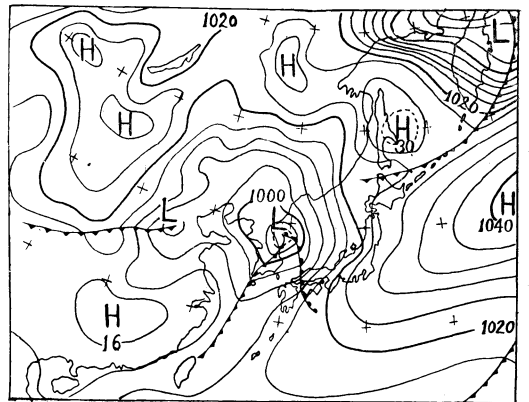
第3図-c 00Z 4th Apr. 1959



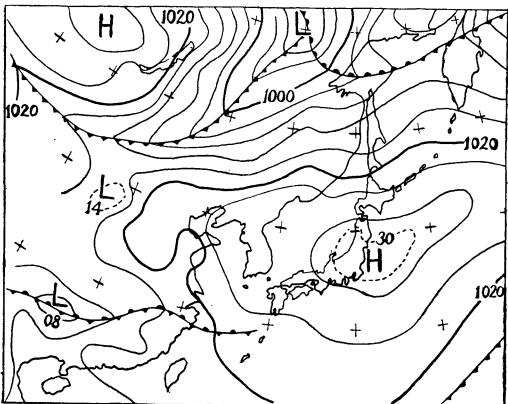
第4図-b 00Z 3rd Apr. 1959, 地上天気図



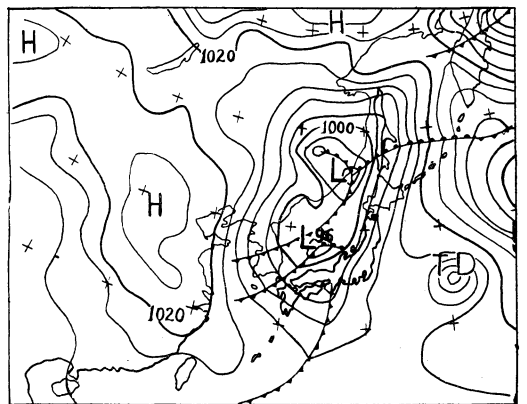
第3図-d 00Z 5th Apr. 1959



第4図-c 00Z 4th Apr. 1959, 地上天気図



第4図-a 00Z 2nd Apr. 1959, 地上天気図



第4図-d 00Z 5th Apr. 1959, 地上天気図

るのが当然であるが、偏差図を外そうすることによって、地上の高低気圧の発達を予想する手段として使えることがわかる。

4. 結 び

現業で(9)式の計算まで行なって予想天気図を作ることは困難であるが、第1図と第2図は簡単に作ることができる。またこれらの偏差を追跡することは、現在現業で広く行なわれている。上層のトラフ・リッパの追跡、温度場の追跡と同じことであるが、それらの強弱や、発達衰弱などがより数量的に表現される利点がある。

低気圧の発達を論ずる場合、700mbの温度場より850mbの温度場に着眼した方がよいようにも考えられるが、850mb天気図は現在フアクシミリの放送にないので比較できなかった。

〔書評〕

野 満 隆 治 原著
瀬 野 錦 蔵 補訂

「新河川学」 地 人 書 館

B 6 版, 318頁, 昭和34年 8 月刊, 700円

原著は野満博士が1943年に「河川学」という名前で地人書館から発行されたものである。「新河川学」は原著の体裁をそこなわないように、そして、戦後相次ぐ水害に対する対策の急務が叫ばれ、それに伴って急速に発達して来た水理気象学を新に入れ、洪水予報に関する新しい進歩も取り入れて述べてある。原著者の文体と、補訂者の文体の違いが目につき、序で補訂者が難しさを回顧しておられるが、むしろ、すっぱりと書き改めた方が読みよくなったのではないかと思われる。

内容は2編に分かれ、第1編河状論は5章あり、第1章「河水の涵養」には流域と水理気象学、第2章「河水の流動」では河水位、水面の形状、流速、流量、河口と感潮河川、第3章「出水」では洪水現象、洪水の防禦と計画洪水量、洪水の予報、河川出水の分析、第4章「河水の作用」では運搬作用、浸蝕作用、堆積作用、上名流、河水の温度と結氷、第5章「河谷」では河谷の大観、土柱・山崩れ・甌穴、滝、峡谷、沖積扇状地、河口州、河道の蛇曲、氾濫平原、河成段丘という節で構成しており、第2編「河谷発生源論」は、河谷の発生と河川の発達の2章に分かれて書いてある。第1編の内容を詳しく紹介したのは、われわれ気象技術者にとっても重要であり、興味深い事項が各節に分かれて論じてあるからである。

近時、相次ぐ水害によって災害対策の急務が呼ばれるようになり、気象庁、各気象台に対する一般の要望も、精度の高い警報を適時というように強まっている。気象技術者が気象学だけでそれになう予警報をするという

最後にこの試みに終始協力して頂いた下関地方気象台技術課の諸氏に感謝する。

文 献

- 1 大阪管区予報課有志訳(1957): 予報法則と予報技術.
- 2 織畑重太郎(1956): 東支那海における低緯度低気圧の発達, 日本気象学会誌, 気象集誌, Ser. II. Vol. 34, No. 4, 26-35.
- 3 佐々木良一(1955): 台風第15号の発達及び一般に低気圧の発達を予想することについて, 中央気象台研究時報, 7巻8号, 462-471.
- 4 岸保勘三郎(1956): 低気圧の発達とエヌトークの法および日本付近への応用, 天気, 3, 318-324.
- 5 粕谷光雄編(1957): 1955年12月25日~26日銚子沖で発達した低気圧について, 気象庁研究時報, 9巻7号, 485-498.

ことは不可能であり、そのための基礎知識を必要とする。具体的に洪水予・警報を發表することは、その外いろいろの問題があるが、この本に書いてあるような河川と洪水現象に関する一般知識は、是非とも身につけておく必要があるだろう。この外にも水理学に関する事はいろいろ出版されているが、内容からいって、われわれ気象技術者にはこの本が一番適切な本と思われる。定価が700円と値段が少しハズミ、ふところが痛むが、少なくとも地方官署で一冊は備えて読みあうようにすることが望ましい。

全体の文体を統一することが望ましいことについては前述したが、その外に術語にも、例えば上昇気流と昇騰気流というように、不統一な点が見られるし、校正誤りの箇所が相当目につくのが欠点である。すみやかに誤りは訂正して欲しい。もう一つ気になる所は121頁狩野川台風の両量分布図と洪水時刻調査が、富士山測候所調査報告によるとなっているが、富士山測候所は富士山頂で気象観測をし、それを通報する測候所であり、このように詳細な調査をする所ではないと思われる。このような災害事後の調査は、調査費が十分なく、人手もなくて大変苦労するものであるが、この洪水時刻の推移は非常によく調査されており、貴重な資料である。困難な中を調査された人達の労苦が正しく詳細される必要があると思われるし、引用文献名に奇異の念をいだいたので、あえて注意した。評者の誤解であればお許し願いたい。

(気象庁予報部 奥田 穰)