

うか、提供された第3の問題点は、下層気圧場予報における地形の影響や非断熱効果である。後者については、大阪におけるテストの結果から12月、1月に日本東方にそれらしいものがあるように伝えられたし、その可能性も考えられる。ただ、現状では、計算のtime stepなどの点からみて、非断熱効果と誤差の統計的分布を判然と区別することはなかなか困難である。第4に現象のスケールの問題が話題となった。天気予報に必要な前線の予報のことである。また、渦度と発散の大きさが同程度になる現象（ロスビー数が1前後）が考えられねばならないとの発言もあった。いずれも、数値予報の現在の課題になっていることではあるが、具体的な意見が述べられるまでには至っていないようである。

今回の数値予報シンポジウムに際し、山岸氏は新潟地方気象台で用意された資料を配布されたが、それは同気象台で今年2月から行っているエストークの方法によるプログノについて同管内各測候所の利用状況と意見を集めたものである。これらについては同氏の説明文を参照されたい。そして、山岸氏は「使えそうな方法の実用化を積極的に考えてほしい」ということを強調された。

ついで、野口氏が、極東附近における500mb面の渦度の移流と地上の高・低気圧の位置の関係を調べた結果を紹介された。この調査については、同氏の説明が別に掲載されているが、この研究は、上層の渦度移流を求めて地上予想図作製の参考にすることを目的にしたものと思われる。上層の渦度中心に対応した高低気圧が地上にない場合には、それが発生しそうな大体の地域の見当をつけることができるかもしれない。しかし、問題は、個々の地上高低気圧中心の上層渦度中心に対する相対的移動の速度と方向が、似たような傾向を示しながらもかなり変動していることである。このような統計的方法に附随したあいまいさは、結局は個々の状態に応じ得る方法によってしか克服できないであろう。この意味では、エストークの方法とか、岸保、斎藤、藤原、村上氏の方法（研究時報、8巻8号、1956）によって下層大気気圧場予報の研究を進めるのがよい。

関口氏の紹介されたのは同氏の説明が別に掲載されている。客観的解析法は日本の場合有効と思われると同氏は述べられたが、太平洋という大きな観測空白地域をかかえているわが国としては一度試してみる必要がある。なお、風の観測値を地衡風と仮定することは、等圧面の等高度線の曲率の大きい場合について検討することが肝要かと思われる。

最後に、増田氏が、電子計算機Fujicで計算した台風進路の予報の結果を示しながら、台風の数値予報について説明された。これは流線函数を用いたバロトロピック予報で、台風の進路予報が着実に研究されているのが同氏の報文にもうかがえる。

以上、学会の月例会の席で感じたことを記したが、私

の誤解や説明不足があれば、講演者と話題提供者の寛恕を願いたい。

1. 図式予報の適用結果

神子敏朗*

1. シックネスプログノ

Estoque〔1〕が展開した式

$$\frac{\partial}{\partial t}(h-B\bar{h}) = -\frac{g}{f}J(Z_{10} + B\bar{h}, h - B\bar{h})$$

からシックネス h の変化図を作り予報にはかなり参考になったが、流す場が $Z_{10} + B\bar{h}$ で Z_{10} の変動の大きいのが問題になった。しかし平均場 \bar{Z} あるいは $\frac{1}{2}\bar{h}$ で代用して計算すると実際の変化量に相当する程の数値は得られず量的にあわなかった。やむを得ず $\frac{Z}{2}$ で流したが十分ではなかった。

2. 地上プログノ

計算法は2層モデルを用いた図式計算法による予想天気図の作成〔2〕中の方式と同じであるが Fjortoft モデルでは高低気圧の衰弱発達が出ない。そこで Estoque, のモデル〔3〕に移った。著者が着手したのは3月で当時の低気圧はすべて発達した。算式は〔3〕

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{1}{2}Z_5 - Z_{10} \right) = J \left(\frac{1}{2}Z_5, \frac{1}{2}Z_5 - Z_{10} \right) \dots\dots(1)$$

$$\frac{\partial Z_5}{\partial t} = J(Z_5, Z_5 - \bar{Z}_5 - G) \dots\dots(2)$$

$$(2) \times \frac{1}{2} - (1) \text{ として } \frac{\partial Z_{10}}{\partial t} = J \left(\frac{1}{2}Z_5, \frac{1}{2}Z_5 + Z_{10} - \bar{Z}_5 - G \right) \dots\dots(3)$$

前に述べた〔2〕の文献によると

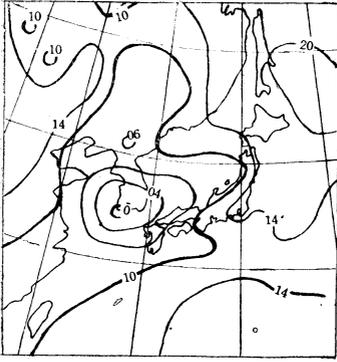
$$\frac{\partial Z_{10}}{\partial t} = J \left(\frac{1}{2}Z_5, Z_{10} - \bar{Z}_5 - G \right) \dots\dots(4)$$

で $\frac{1}{2}Z_5$ を $\frac{1}{2}\bar{Z}_5$ として流している。実際 $\frac{1}{2}\bar{Z}_5$ とすると、適切な予想図が得られなかった。そこで(3)式の $\frac{1}{2}Z_5$ を \bar{Z}_5 として計算した結果を示し、(3)式により計算したものと比較し実測図と対照した。

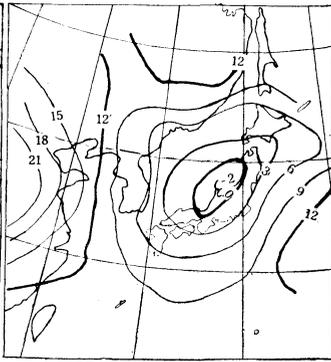
第1図は4月25日3時の天気図で低気圧は朝鮮南部にあって東北東に進行していた。(3)式で算定した予想図が第2図で低気圧の中心は能登半島付近に到達している。なお第3図は(3)式中の $\frac{1}{2}Z_5$ を \bar{Z}_5 に置き換えて作成したもので、低気圧の中心は関東東方海上にあって、西方の高気圧はやや北偏している。第2、3図と実測第4図を比較して特に目立つ点は

1. (3)式で計算すると低気圧の中心は実際の位置まで達しない。
2. 第3図を見ると低気圧の中心は実際の位置よりも南偏していること。

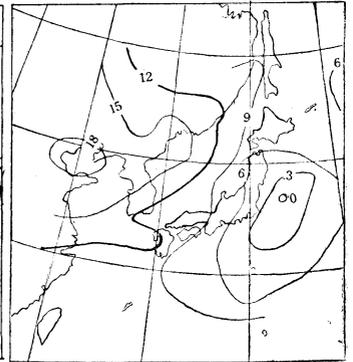
* 銚子測候所



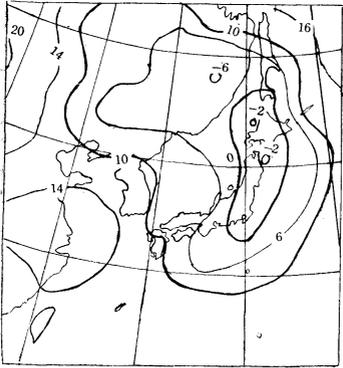
第1図 地上天気図1957年4月25日3時, 単位はmb, 図中の数字は1,000mbを引いてある



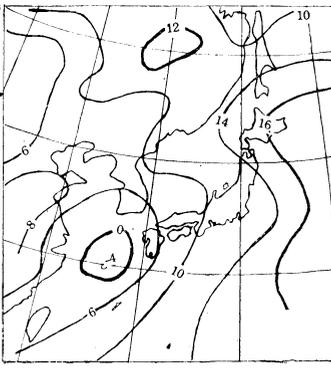
第2図 1,000mb24時間予想図1957年4月26日3時, 単位は10m



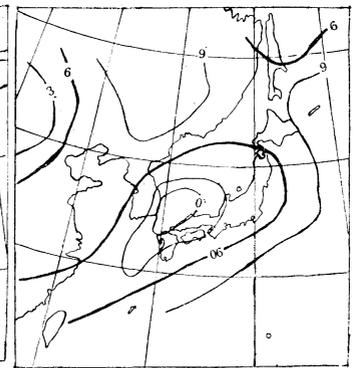
第3図 1,000mb24時間予想図1957年4月26日3時, 単位は10m



第4図 地上天気図1957年4月26日3時, 単位はmb 図中の数字は1000mbを引いてある



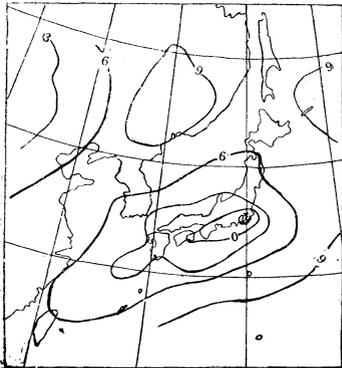
第5図 地上天気図1957年6月27日3時, 単位はmb 図中の数字は1000mbを引いてある



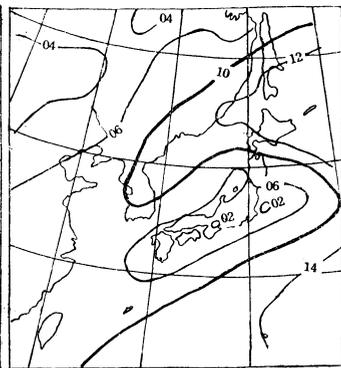
第6図 1,000mb24時間予想図1957年6月28日3時, 単位は10m

3. 第2図の低気圧の方が発達しているが, 第3図中では発達も衰弱もしていないこと. 結局予報を出す立場からでは第2図の方がよい. 第5図は6月27日3時の天気図で, 台風第5号が東支那海中部

にあり, この日の夕方から夜間東南部には近年稀な大雨があった. 第8図(28日3時)の実況を見ると, 低気圧は衰弱して東西にならぶ二つの低気圧に変わった. 第6図は3)式で作成したが低気圧の中心は山陰沖に達し実際と



第7図 1,000mb24時間予想図1957年6月28日3時 単位は10m



第8図 地上天気図1957年6月28日3時, 単位はmb 図中の数字は1,000mbを引いてある

はかなり異なる印象を受ける. ところが第7図(第3図を作ったと同じ方法)は実際とかなりよく似ており予報上は十分満足出来る. したがって4月と6月の場合実際に近い予想図を作るための流す場が違う事がわかる.

結果と推論

1. Estoque モデル自体の仮定からも高・低気圧とも発達するようになっている. したがって流す場としては生のものをとった方が, 低気圧の発達のさいは進行方向が真東より北に偏するという法則にかなっている. 低気圧の衰弱する場合その前面にある上層のリッチは弱まるので径路は南偏傾向をたどる. 結果として

は平均場で流す方がよいように思われる。

2. 2層モデルによる予想図を実際に近づけるためには、次の事も必要である。すなわち図式で保存量のある1つの場で流すときその場から算定される移動量にある比率を乗じて保存量の移動する大きさを按配する等の統計的な処理。

文 献

- [1] Estoque, M. A, 1955 : Univ. Chicago, Dept. Meteorol. Tech. Rept., 5
 [2] 大阪管区気象台予報課日勤班: 2-level modelを用いた図式計算法による予想天気図の作成実験報告(1), (1957年2月)未刊
 [3] Estoque, M. A. : Univ. Chicago, Dept. Meteorol. Scienc. Rept. No. AF19 (604) — 1294

II. 図式 2-level modeによる 予想天気図

新 田 尚*

図式解法とはいえ、現業的に数値予報を行うために生ずる問題が明らかになると考えその内いくらかでも問題点がつかめればと思つて大阪で昨年12月から本年5月までプログノ作りをつづけた。

Petterssen 等が Jour. Met. Vol. 14 No. 4 でいっているようにアメリカではロッキー山脈の影響がグローブ・アップされその点を修正したプログノが十分使えると結論された。(彼等のテスト期間は短い)

大阪の場合、日本の状況からいってアメリカにおけるロッキーに当るようなズバ抜けた問題がなくいくつかの誤差源とみなされるものが見出された。それらをモデル、図計算そして天気予報の3つの面からみていこう。

[1] モデル

1) 3次元的に扱う場合特に下層を考える際 Rossby 数 R が $R \sim 1$ の現象—medium scale の現象—を考えるべきではないか。

2) 大阪で用いた Fjórtoft's model 等 2-level model に共通の全層 thermotropic の仮定はあらずに2層か3層のそれぞれの層で thermotropic を仮定しなければならない synoptic situation がある。

3) westerlies の弱くなる期間では従来の方法は精度が落ちる。

4) 地形の効果は中国大陸は考えるべきだが日本は第2義的である。

5) 12月1日頃は日本東方海面の非断熱効果がある様である(未確認だが)

[2] 図式計算法

移流場(たとえば \bar{Z}_5^t : — は空間平均 Z_5 は 500mb 高度)が変る場合24時間という時間間隔は長すぎる。就中低気圧が発達する際 Z_5 の深まりが考へに入れられず、24時間予報は無理である。又 relaxation の $\Delta\eta = \Delta Z$ (η は絶対渦度)が不十分で第2近似以上を必要としている。要するに実際に近くて安定な移流場が低気圧の発達等では実現していないことである。

[3] 天気予報——現業の要求にどこまで答えられるか。

1) 前線の動向がつかみにくい。

2) 台湾坊主の発生と初期の発達の予報は将来の課題である。

3) 低気圧の位置と発達の予報に一層の精度が必要である。

4) 予報者の判断のチェックにつかえる。(予報を出す時)

5) 予報検討の際 2-level model 的な解析は現象の物理像をはっきりさせる。

以上の問題点にこたえることが数値予報の現業化の一つの課題だと思う。

大阪の藤範予報官は旬日程度の平均天気図の予報について次の様な提案をしておられる。

図式に Fjórtoft 流に、時間平均した近似式

$$(1) \frac{\partial \bar{\eta}^t}{\partial t} = -\bar{\mathbf{v}}^t \cdot \nabla \bar{\eta}^t \quad -t: \text{時間平均}$$

を解く際右辺はヤコビアン の形にかけて(地衡風近似して)移流場としては $\bar{Z}_5^t + G$ ($-s$ は空間平均)を用いても良いことになる。たとえば一番簡単な linear としたいわゆる Rossby の式を解くと波長の長い波は西進するという結果が出る。時間平均してはいてもこの(1)式の場合もある波長以上の波は西進する結果が出るべきで平均天気図上ではそうした例がみられる。(平均の仕方として時間平均がいろいろなみかけの歪みをもっているとしても)ところが Fjórtoft 流に固定した格子間隔に対応する $\bar{Z}_5^t + G$ で流す限り西進はあらわれない。藤範氏の提案はその時卓越している長波の波長に応じた格子間隔に対して $\bar{Z}_5^t + G$ をとれば波長の長い波の場合 G がきいて西進する結果が得られるというもので、一様な基本流に重畳された長波を予報する際移流場は長波を消すべく十分平滑化されている必要があるから格子間隔は長波の波長の $1/4$ 位にとればよい。一方長い格子間隔に対しては $\bar{\eta}^t = \bar{Z}_5^t - \bar{Z}_5^s - G$ とする渦度の表現は不十分となりこの点に改良すべき点の一つ存在している。

* 大阪管区気象台予報課