

すなわち、 ξ_1 、 ξ_2 は前節で (1) および (2) に対応するものである。バロクリニック大気では上記の2の波があるわけである。

ξ_1 と ξ_2 の物理的特性をわかりやすくかくと

(a) ξ_1 に対しては、うず度 ζ と発散 $\text{div } \mathbf{V}$ との間には

$$R_0 * \zeta \sim \text{div } \mathbf{V} \quad \left(R_0 * \sim \frac{1}{100} \right)$$

(b) ξ_2 に対しては南北方向の速度を V とすれば

$$\beta v = f - \text{div } \mathbf{V}$$

$$\text{または} \quad \zeta \sim \text{div } \mathbf{V}$$

といった特性をもっている。

一般にじょう乱の振幅 (高度 Z) を 100m の大きさと考えれば、起長波の風速は 1m/sec の大きさとなる。したがってうず度は*

* 中緯度の長波 (高低気圧) では $\zeta \sim 10^{-5}/\text{sec}$

$$\zeta \sim 10^{-7}/\text{sec}$$

したがって、もし大気が $\text{div } \mathbf{V} \sim 10^{-9}/\text{sec}$ (上昇流にして 0.001cm/sec) の状態にあれば、 ξ_1 の波が卓越してよいわけである。これに対し $\text{div } \mathbf{V} \sim 10^{-7}/\text{sec}$ (上昇流にして 0.1cm/sec) といったじょう乱であれば、 ξ_2 の波が卓越してくる。初期値問題として考えれば、 $t=0$ でのどのような $\text{div } \mathbf{V}$ を考えるかで、(1) または (2) の波のどちらかが卓越することになる。

$\text{div } \mathbf{V} \sim 10^{-7}/\text{sec}$ の収斂、発散は 0.1cm/sec の上昇流に対応するわけであるが、超長波のじょう乱について 0.1cm/sec の上昇流を期待することはそれ程不自然ではない。大気中の熱源、地形効果によって容易に考えられる量である。このようなことを含めて、数値実験を行いたいと考えているが、ここにまとめた結果として発表できないのは残念である。ここでは現在筆者の考えているひとつの考えを討論の材料として提供したい。

超長波と週間予報*

藤 範 晃 雄

1. まえがき

週間予報は主として 500mb 北半球天気図にもとづいて行なわれている。従って以下述べる所も対流圏中層にのみ限られる。

週間予報を出す手づきには2つの段階がある。第一段階は Large Scale Pattern および前線帯の予想にもとづいて向う一週間ないし10日位の天気傾向を予測することである。第二段階は波長の短い擾乱の到達日を予測し予想された Large Scale Pattern や前線帯との関係のもとに毎日の天気予報をきめることである。

超長波はこの第一段階——週間予報の基礎というべき部分——と深く関係している。

パターンをフーリエ分析 (緯度圏に沿って) すると波数3ないし4くらいまでの振幅が大きく、これらを合成するとパターンの大局が得られる。この意味で Large Scale Pattern の予想は超長波の予想と切り離すことはできない。

週間予報ではこのパターン予想を Zonal Index, 波数分析, 5~10日平均図, 空間平均図 (それらの時間変化図, 平年偏差図) などを通じて行う。

2. 現行の方法

① 平均図の予想

短い波を平均操作によって消去したパターンを予想しその平年偏差図を通じて天気傾向への翻訳を行う方法は週間予報の有力な武器となっている。

パターンの予想法の基礎として超長波は準定常と見なされ相つづく期間の変化を取れば消去できること、変動する部分は Rossby 波としてよいという考え方に立っている。また、超長波の変動があってもそれが連続的に追跡可能で補外によって予想できる場合もこれに準ずる。

こういう方式での予想のうち、実用に耐え得るのは60~70%位である。

これ以外の場合は大い超長波の変動が大きくかつ、連続的に追跡することが困難な場合である。

② 波数分析による超長波の予想

超長波の変動は実際はかなり複雑でそれを予測することは難かしいが週間予報では経験的に次のような考え方をしばしば採用する。

* Some Problems of Ultra-long Waves associated with Week Forecast

** Teruo Fujinori

(イ) 超長波の各成分波はそれぞれ自己の定常位置を持ちそこで卓越し易い。

(ロ) 各成分波の振幅の増減は周期的に行なわれることが多く、一方が増幅すれば他方は減衰する。

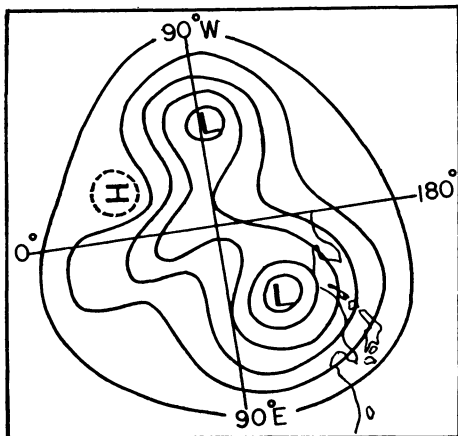
例えば波数3の波が増幅する場合峯は90°Eふきん谷は150°Eふきんに位置することが多く、これが減衰して波数4が増幅する時期となると谷は115°Eふきんに峯は160°Eふきんに現われるといった具合である。各成分波の増減の週期をあらかじめ把握して置いてこれを利用するやり方である。もちろん週期補外が常に可能とは限らない。いずれにしてもこういう方法は各成分波はそれぞれ位置のほぼ固定された強制波で振幅のみが条件によって変化するという考えが底流している。

長波との相互作用もしばしば考慮される。もっとも多いのは最初傾圧不安定によって増幅した長波が超長波の谷の位置を過ぎると減衰し、そのかわり超長波が深まって残るような場合である。そしてその振幅は7~8日程度維持される。ただ増幅の量的な度合については主観的判断に委ねられ、予想は必ずしも旨く行かない。

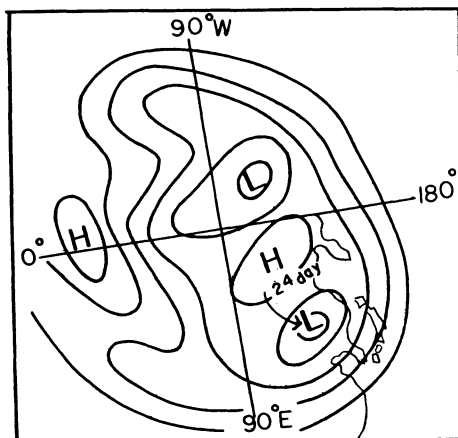
3. 各種の超長波的変動

超長波は停滞波と移動波にわけられ後者は Rossby-Haurwitz 波のような運動をすとされている。(Kubota, Deland, その他) Large Scale Pattern の時間変化図を作ると超長波的変動がしばしばあらわれるが、その運動や変化はかなり複雑で単に Rossby-Haurwitz 波として律する訳には行かないように見える。

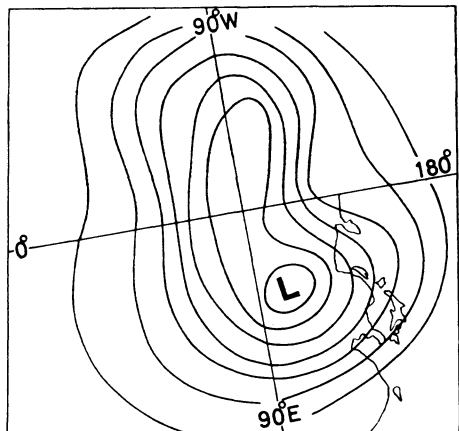
Blocking 波のように西進の明らかなものもあるが、連続的に追跡困難なものも多くかなり急速な変化をす



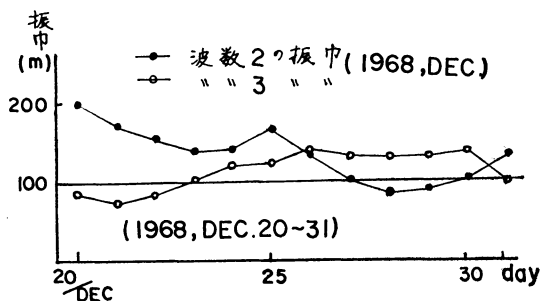
第1図 (b)合成天気図(波数3まで)
1968年12月26日21時



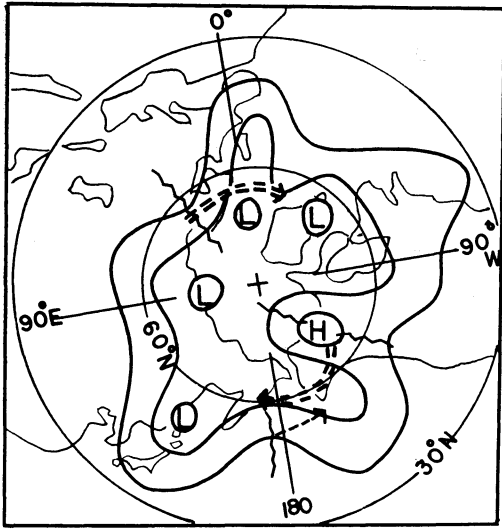
第1図 (c)合成天気図(波数3まで)
1969年1月21日21時



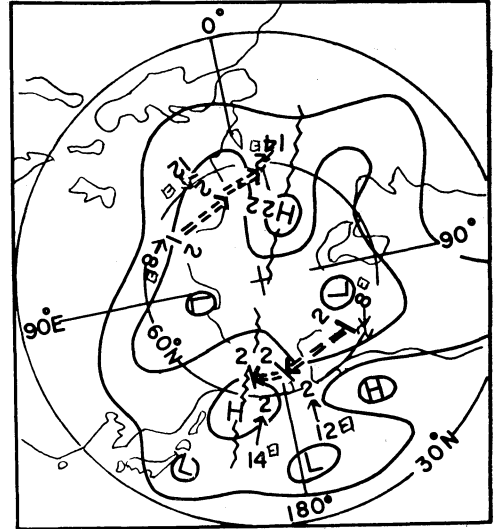
第1図 (a)合成天気図(波数3まで)
1968年12月24日21時



第2図 波数2及び3の波の振幅変化(北緯50°)



第3図 (a) 500 mb 天気図
1968年5月8日21時



第3図 (b) 500 mb 天気図
1968年5月14日21時

る。

ふつうこのような変動にくらべて停滞性の超長波の振幅の方が大きいので大局的パターンにはそれ程影響しない。しかし時には変動の値が大きくパターンの予想が全く狂ってしまう。

以下、超長波の変動の各種の実例を挙げて討論の糧としたい。

① 寒気の吹出し前後の実例

第1図(a)(b)(c)は超長波パターンの模様を見るために波数3までの波(带状流も含めて)を合成した天気図である。(a)図は極渦が伸長した波数2の卓越した型である。その2日後には带状流の強い部分に不安定化が見られパターンは急速に変化している。(第1図(b))

振幅を見ると先づ波数4, 5が増幅し、次に3が増幅している。波数2は波数3と反対の変化をしている。(第2図)

その後 Blocking の進行に伴い寒冷渦がシベリヤを著しく南下している。(第1図(c))

吹雪のため中部山岳地帯で大量遭難のあった前後の状態である。週間予報としては Blocking の開始の予想、終息の時期予想などが難かしい所である。

② 暖候季の Blocking の例

最初アラスカ方面で Blocking が始まり続いて大西洋で Blocking が発達した。(第3図)

1969年5月

5月上旬北緯50°で波数5の振幅が著しく増大しそれが衰える頃北緯60°で波数2の波が増幅している。

5月8日にはすでに波数2が最も卓越しているが、この時期にはまだ波数4以下の振幅もかなり大きい。(第4図(a))

波数2の波はさらに増幅をつづけるとともに8日頃からかなり西進していることが判る。(第3図(b), 第4図(b))

波数2が衰え始めると西進もほぼ終わっている。長波の増幅(恐らく傾圧不安定)が前の例と同じく先行していること、しかし今回は波数3が介在していないことに興味を持たれる。

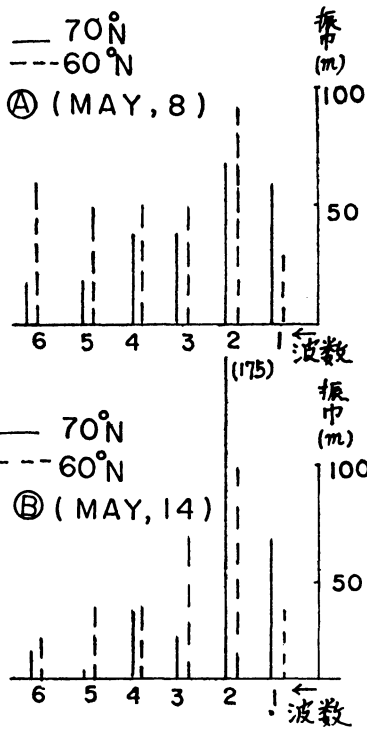
そして冬の場合と比較して波数が圧倒的に卓越している。

③ 波数1の生成の例

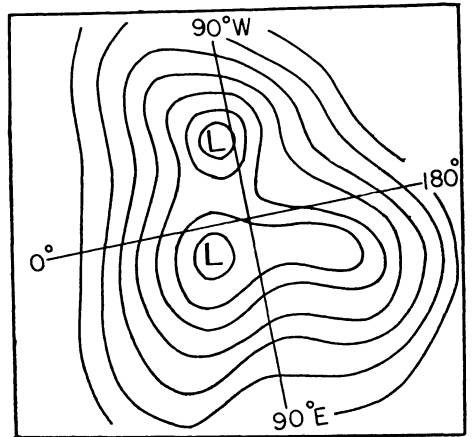
第5図(a)は典型的な波数3の型である。3日後には西半球の谷は急速に衰え東経20度ふきんの渦(主に波数1)が著しく発達している。(第5図(a), (b))

総観的に見ると西経80度の谷は一部を残して主力が東進しヨーロッパの渦に併合した。高度変化図を作るとこの模様がさらに明瞭で波数3の峯に相当する正変化域が大西洋で消滅している。

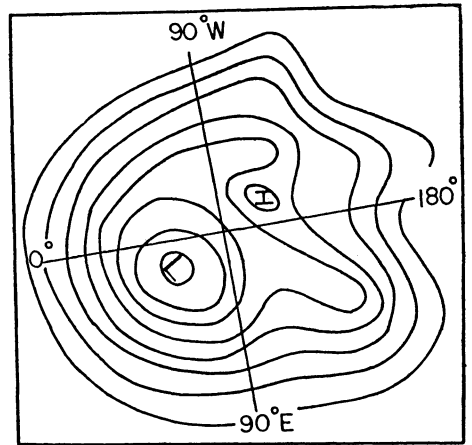
振幅の変化の様子は第6図に見られるように波数3が衰えると急に波数1が増幅し、さらにこれが衰え始めると波数2が増幅している。



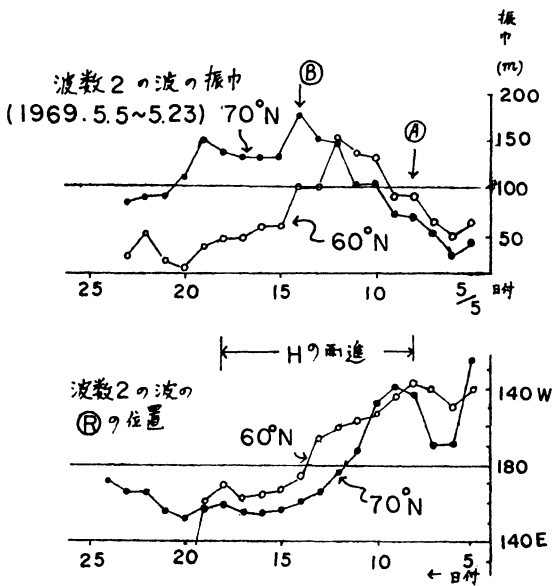
第4図 (a) 各波の振幅



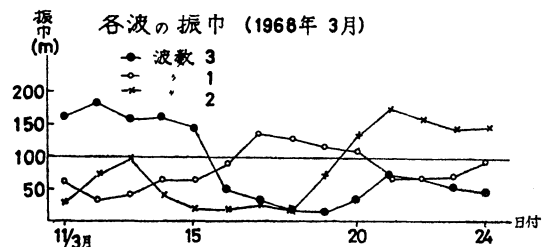
第5図 (a) 500 mb 空間平均図
1968年3月17日21時



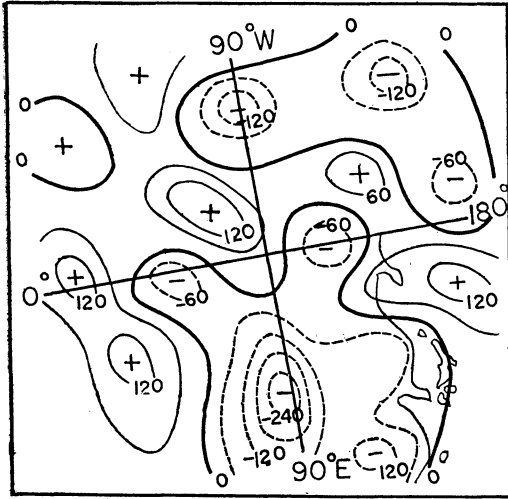
第5図 (b) 500 mb 空間平均図
1968年3月17日21時



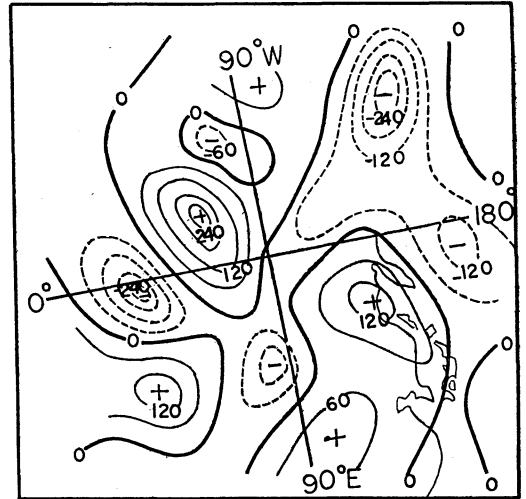
第4図 (b) 波数2の振幅変化と位置の変化



第6図 各成分波の振幅変化



第7図 (a) 500 mb 平年偏差図 (空間平均)
1968年 3月31日21時



第7図 (b) 500 mb 平年偏差図 (空間平均)
1963年 4月 3日21時

この例に見られる波数1の発達には峰が1つ消失したこと、それに伴う渦の分布の変化でありパロトロピックな過程と見なすべきであろう。われわれにはこのような変化を予測することが難しい。

④ 急激な超長波的変動

第7図は超長波的変動によりアジアの気圧配置が急に変わった例である。

3月下旬は日本の西方に大きな谷があり前線帯が日本付近に停滞して悪天がつづいた。第7図(a)のアジア大陸の負偏差域がその特徴をよく示している。

ところが4月に入るとこの負域は急に消え、ほぼ正域に変っている。その結果本邦では一転して晴天つづきとなった。(第7図(b))週間予報はすっかり外れたのである。

高度の時間変化図を作ると3月下旬まで西半球はほぼ高度上昇域、東半球は下降域であったのが4月に入って急に逆転している。緯度圏に沿った移動は追跡できない。

ただ東経90度付近の大きな負変化域が急に消滅してい

ることおよび西半球の正変化域は極方向に偏っていることが判る。

前例の峰の消失、今回の谷の消失などのために超長波的変動の分布が見られるのか、超長波的変動が原因で峰や谷が消失するのか判らない。いずれにせよこの型の変化は予報の最も困難なものである。

4. おわりに

超長波に関する問題の一部を大急ぎで羅列したが、この他にも多くの難問が山積している。というより私ども現業者は超長波についてほとんど何も知らないといった方が早い。われわれは日常好むと好まざるにかかわらず超長波という怪物を避けて通ることはできないが、その中で感ずることはフーリエ分析による認識にしろ、平均図による扱いにしろそれぞれ限界と弱点を持っていることである。

特にほとんど500 mb 一層に頼ることは温度場との関連において超長波を把えるという面で著しく欠けている。

今後はさらに立体的な把握をしたいと願っている。