

500 mb 偏差パターンの持続性と類似性*

荒井 康**

要 旨

引き続いた2枚の偏差パターンの相関係数によって持続性を、相互の2枚の偏差パターンの相関係数によって類似性を計り、5日平均と月平均の北半球500mb偏差パターンの持続性と類似性の特徴を述べ、半球的によく似たパターンがどの程度あるかを調べた。さらに、似ている月平均偏差パターンを過去の年から選び、そのパターンのその後の経過に基づいて予報する“機械的類似法”による予報精度について論じた。

1946～1975年の30年間に於いて、北半球176地点の高度偏差値から持続性を表わす相関係数を求めると、その年平均値は5日平均偏差パターンで0.40、月平均偏差パターンで0.16あり、相関係数の季節変化は共に小さい。各パターンに対する類似性を表わす相関係数の最大値の年平均は、5日平均偏差パターンで0.54、月平均偏差パターンで0.45で、冬季の相関係数は夏季より平均的に大きく、相関係数が0.7以上あるよく似た月平均偏差パターンの数は極めて少ない。

また、機械的類似法による予報精度は持続性に基づく予報精度より悪く、1か月予報に有用でない。

1. まえがき

各地点の気温や等圧面高度の気象要素の時系列に持続性があることは、例えば、高橋(1963)と藤田(1964)が指摘しているが、偏差パターンの持続性について調べたものは少ない。渡辺(1955)は、緯度と経度に関して約20°の幅を持つ領域の5日平均700mb偏差パターンの分類を行ない、求められた型の持続性を調べている。この型の分類の方法は、対象とする極東域を4つの地域に分け、それぞれの地域の偏差域の面積によって正あるいは負の符号をつけ、この4つの符号を組み合わせたものである。渡辺はこの方法で97枚の偏差パターンを16の型に分類し、その中に持続性の大きな型があることを述べている。

偏差パターン(以下では単にパターンという)の持続性とは、引き続いた2枚のパターンの類似性とみることができ、型の分類はパターンの類似性と関係がある。もしも相互によく似たパターンが多数あれば、分類がしやすいと考えられる。以下では、引き続いた2枚および相互の2枚のパターンの相関係数によって、それぞれ持続

性と類似性を表わすこととする。相関係数については、各季節の度数分布と平均値を求めたが、標準偏差は計算しなかった。

長期予報では各種の予想天気図が作られており、この精度は実況のパターンとの類似性、例えば、ここで考えている相関係数で表わすことができる。この相関係数と持続性を表わす相関係数の比較によって、予想天気図の成績の評価が可能である。

長期予報の主要な方法に類似法がある。この方法は朝倉(1974)によれば、現在の総観の状態または時系列の変化が類似していれば、将来も似た変化をすると仮定したもので、和田(1971)も、類似法は、現在の天気図が似ていれば将来も似るだろうという大きな仮定に立っていることを述べている。これらのことからわかるように、類似法では似たパターンを選ぶので、この点でパターンの類似性と関係がある。

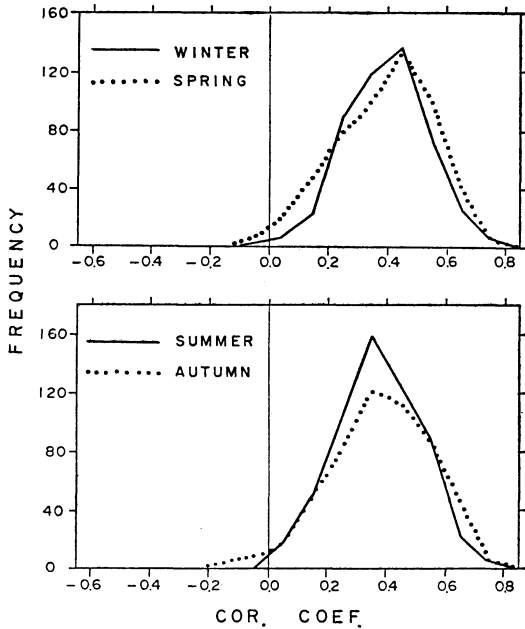
類似法それ自身にもいくつかの方法がある。その一つは機械的類似法であるが、この方法の予報精度についてふれた論文はないように思われる。その他に、現在長期予報で使われている類似法がある。この方法と機械的類似法を比較すると、過去の年から数例の似たパターンを選ぶのは同じだが、さらにその中から予報に最も参考になるパターン(“類似年のパターン”)を、他の多くの技術を用いて選ぶのが違っている。類似年の日本の天候や

* Persistence and Analogy of 500 mb Anomaly Pattern.

** Yasushi Arai, 気象庁長期予報課.

—1981年10月26日受領—

—1981年12月9日受理—

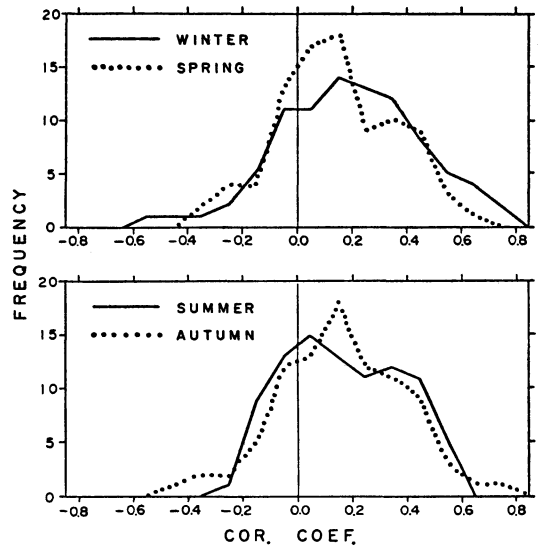


第1図 5日平均500mb偏差パターンの持続性を表わす相関係数の四季別の度数分布, 1946-1975.

パターンのその後の経過を予報資料の1つとするのは、共に同じである。

この論文の主な目的は、上に述べた事実に基づき、5日および月平均500mbパターンの特性を持続性と類似性の観点から明らかにし、半球的によく似たパターンの出現度数と、機械的類似法による予報精度を検討することである。現在使われていないこの方法に関心を持ったのは、得られた結果から類似法に関するいくつかの問題点を指摘できる、と考えたからである。

似たパターンを選出するために一般に使われている地点は、20°N:60°E~140°Wの経度10°毎; 30°~60°N:経度10°毎; 70°, 80°N:経度20°毎の総計197地点である。高緯度では南の緯度より、隣接する2地点間の距離が狭すぎるのは明らかなので、以下では、70°Nでは経度40°毎, 80°Nでは経度60°毎の地点をとり、総計で176地点とした。これらの地点の高度偏差値を用いると、相関係数0.15が危険率約5%で有意となる。さらに合理的に地点を選ぶためには、等圧面高度の空間的代表性を考慮することが必要となろう。解析期間は1946~1975年の30年間で、各格子点の高度偏差を算出するのに用いた平年値は、荒井(1981a)が同じ期間の資料によ



第2図 第1図と同じ。但し月平均500mb偏差パターン。

って新たに計算した値である。

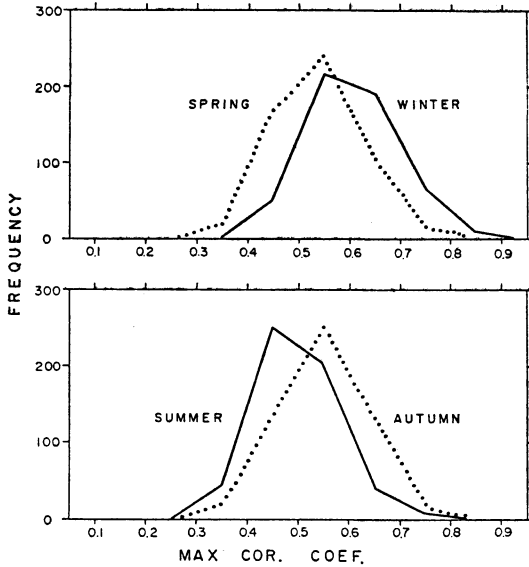
2. 持続性の2, 3の特徴

持続性を表わす相関係数を30年間のそれぞれの5日平均パターンについて求め、その四季別の度数分布を示したのが第1図である。この図では相関係数を0.1毎に区切って度数を集計し、これをその中間点(例えば、0.0~0.1の間にあるものは0.05の点)にプロットした。冬と春の分布はよく似ていて、度数の極大は0.45の所にあり、夏と秋の分布も似ていて、極大は0.35の所にある。各季節および年平均値はほぼ0.40である。参考のために示すと、高度偏差の時系列から求めた持続性を表わす相関係数は、日本付近の2地点で約0.35である、荒井(1981b)。

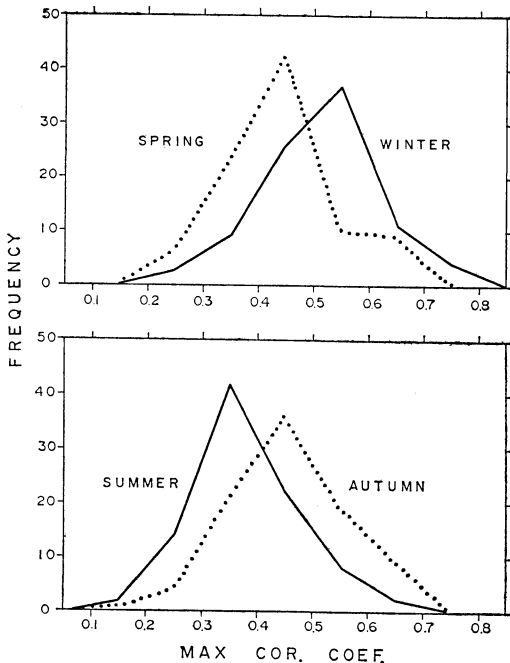
第2図に示したのは、月平均パターンの持続性を表わす相関係数の度数分布である。冬には、度数は少ないが、0.6以上の値が他の季節より多く、分布の極大は冬、春、秋は0.15の所に、夏は0.05の所にみられ、年平均値は0.16である。参考のために示すと、日本付近の2地点の高度偏差の時系列から求めた相関係数は約0.3である、荒井(1981b)。5日および月平均パターンのどちらでも、相関係数の季節変化は小さい。

3. 類似性の2, 3の特徴

それぞれの5日平均パターンについて、月別に他のす



第3図 各5日平均500mb偏差パターンに対する類似性を表わす相関係数の最大値の四季別の度数分布, 1946-1975.



第4図 第3図と同じ。但し月平均500mb偏差パターン。

すべてのパターンとの相関係数を求め、その中の最大値を集計して作った度数分布を四季別に示したのが第3図である。分布の極大は、冬、春、秋が0.55、夏が0.45の所にみられ、年平均値は0.54である。0.8以上の相関係数は冬に数例あるだけで、他の季節にはない。すなわち、相関係数が0.8以上ある非常によく似たパターンは殆んどないことがわかる。相関係数が0.7でも2枚のパターンは平均的によく似ているとされるので、0.7以上の値の相対度数を求めると、冬は14%、春と秋は3%、夏は1%となる。したがって、0.7を似ている限界として、いわゆる“相関法”で北半球のパターンを分類した場合には、大部分のパターンが分類されないことになる。これに対して、局地的なパターンでは0.7以上の似たパターンが多くあり、荒井・矢島(1977)は日本付近の地上気圧分布の分類を相関法で行なっている。これらの事実を、対象とする領域が広いほど、よく似たパターンが少なくなることを示唆している。

月平均パターンについても第3図と同様な分布を作り、その結果を第4図に掲げた。この図の特徴は第3図と似ており、極大値が冬は0.55、春と秋は0.45、夏は0.35の所にあり、年平均値は0.45である。相関係数が0.7以上のパターンの相対度数は、冬が4%、他の季節は零で、よく似たパターンの相対度数は5日平均パターンの場合よりさらに少ない。したがって、ある月のパターンと似たパターンを何例か選ぶとすると、相関係数の限界を一般に0.7以下に下げなければならないので、このようにして選んだ相互のパターンが“似ている”というのは、北半球の偏差分布が大勢として似ていることで、より小さい現象、例えば、短かい波長の波に対応する谷、500mb面の強風軸とそれに対応する前線帯などは、必ずしもよく似ていないのである。

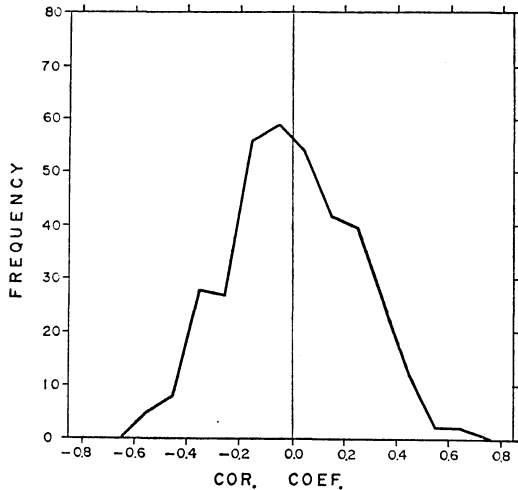
4. 機械的類似法による予報精度

この方法により予報の精度を求める手順は、次のとおりである。

(1) 1946年1月のパターンと1947~1975年のそれぞれの1月のパターンとの相関係数を求め、その中で最大値の年(例えば1970年)を類似年として選ぶ。

(2) この類似年の翌月(1970年2月)のパターンを1946年2月に対する予想天気図とし、これと1946年2月のパターン(実況に相当する)との相関係数を計算し、これによって予報精度を表わす。

30年間のすべての月について(1)と(2)の手順で予報精度を表わす相関係数を求め、この度数分布を第5



第5図 月平均 500 mb 偏差パターンの機械的類似法による予想天気図と実況の相関係数の度数分布, 1946-1975.

図に示した. 分布の極大は -0.05 の所にあり, 相関係数の平均は零に近い. 相関係数が 0.4 以上あるものの相対度数が $16/360=4.4\%$ であることと, 第5図と第2図の比較から, 単に類似法を適用しただけの機械的類似法の子報精度は持続性による子報精度より悪く, 1か月子報に有用でないことが知られる. 機械的類似法によって求めた日本の気温と降水量の子報値(類似年の月の観測値)の精度も悪いことは, 多くの例で認められる. 久保木・平沼(1981)は, 1975年5月の北半球と極東域のパターンに対して似たパターンの年を8年選び, これらの年の7月の日本の気候が, 凶冷・干ばつなど多様であったことを述べている. ここでは示さなかったが, 5日および3か月平均パターンに対しても機械的類似法は有用でない.

5. むすび

この解析で得られた結論は次のようにまとめられる.

(1) 持続性を表わす相関係数の年平均値は, 5日平均パターンでは 0.40 , 月平均パターンでは 0.16 あり, どちらのパターンでも相関係数の季節変化は小さい.

(2) 各パターンに対する類似性を表わす相関係数の最大値の年平均は, 5日平均パターンでは 0.54 , 月平均パターンでは 0.45 で, 冬季の相関係数は夏季より平均的に大きい.

(3) 相関係数が 0.7 以上あるよく似たパターンの相

対的出現度数は, 5日平均パターンで約 5% , 月平均パターンで約 1% である. 経過を含めた場合のよく似たパターンと多くの気象要素が立体的によく似た例は, これよりもさらに少なくなるといえよう.

(4) 機械的類似法による1か月子報の精度は持続性による子報精度より悪く, 子報精度を表わす相関係数の平均はほぼ零である.

機械的類似法で最も問題なのは, 月平均パターンが(経過を含めて)似ていればその後の経過も似る, という仮定が成り立つかどうかである. この仮定が成り立つとすれば, 子報精度の悪い理由として次のようなことが考えられる.

a) よく似たパターンが非常に少ない.

b) 多くの気象要素とその他の要素(例えば, 大気の大気混濁度, 海水面温度)を三次元的に取り扱っていない.

c) 類似性の尺度とした相関係数に十分でない点がある. 例えば, 2枚のパターンの高度偏差のそれぞれの平均が大きく違っても, 相関係数が高い場合がありうる.

“似ている”とは何か, という基本的な問題もある. 長期子報では, 2枚の天気図の等高線と正・負偏差域の分布, 主要な気圧の峰と谷などを比較し, 視察によっても似ているかどうかを検定している. 相関係数による検定はこれを客観化したもので, 相関係数が多い(小さい)は視察による似ている(いない)と平均的に一致する. 目で見るとはほぼ対当な相関係数であるが, われわれは相関係数で計れる範囲内で議論しており, この限りでは本質的な問題はないと考える.

長期子報で使われている類似法が機械的類似法と異なっているのは, 数枚の似たパターンの中から先に述べた類似年のパターン(1枚とは限らない)を選ぶ点にあり, この過程で, 視察による類似性の確認, 東西指数などの循環指数と多くの統計, 総観および経験的事実によってパターンの診断が行なわれている. 現在の類似法はこの意味で“総合的類似法”ともいうべきものであるが, 類似年のパターンを選ぶことが必ずしも客観的に行なわれていないので, 将来, この客観化が望まれる.

この論文をまとめるのに際し, 有益な助言をいただいた気象庁長期子報課の方々にお礼申し上げる.

文献

- 朝倉 正, 1974: 気象事典, 東京堂, p 558.
荒井 康, 矢島榮三, 1977: “相関法”で分類した気

- 庄分布の特徴について, 天気, 24, 54-62.
 ———, 1981 a : 500 mb 高度の平年値について,
 研究時報, 33, 211-215.
 ———, 1981 b : 500 mb 高度の持続性と精度に
 ついて, 研究時報, (投稿中)
 藤田敏夫, 1964 : 周期性と持続性, 気象研究ノート,
 15, 347-360.
 久保木光熙, 平沼洋司, 1981 : 1か月予報の総観的

- 方法, 1か月予報指針, 気象庁, p 104.
 高橋浩一郎, 1963 : 気象要素の時系列の統計的諸性
 質, 研究時報, 15, 611-621.
 和田英夫, 1971 : 長期予報の歴史的展望, 季節予報
 指針上巻, 気象庁, p 13.
 渡辺次雄, 1955 : 極東域 700 mb 半旬偏差図の持続
 性について, 研究時報, 7, 238-241.



朝倉 正 著

異常気象に備える

—全天候型産業のすすめ—

日経新書 (日本経済新聞社),
 昭和56年, 115×175mm, 219頁

気候——この言葉は現代の流行語のように見える。およそ流行とは短かい間にすぐすたれてゆくと、一般的にはいえる。しかし、それは多くの人が軽率にとりあげるからいけないのであって、真剣に考えると、人々が問題にするテーマは、それだけの理由があって問題となっているであろうとも言える。気候は近代の科学 (とくに地球環境など) の到達した最終テーマに近く位置している。また多くの方面に密接に関わり合う総合巨大科学の1つである。すなわち、宇宙、エネルギー、資源、海洋、生命科学などと肩をならべ、またその多岐にわたる点では、それら以上の評価もうけうる総合的的巨大科学となりつつある。

さて、総合とは単なる統合とは異った方向をもっている。それには ① 1つの目的のもと、有機的な構成体をなしていること、② priority (優先度) を考えるべき位置づけがはっきりしていること、③ 未知領域への開発を含めて、柔軟性に富んでいることなどがそれであろう。またこれらのことをふまえたところの専門家と同時に、方向づけの出来た人の存在が重要になってくる。

本書は異常気象という耳なれた標題に対して幅広く書き下した力作であり、著者はまさにこのテーマの適任のスペシャリストである。

この本の内容は次の目次により示される。

I. ふえる異常気象

ごく最近の異常気象の実例を掲げつつ、診断、変動、そして気候の歴史が要点について簡潔に述べられている。

II. 異常気象の原因と今後の気候予測

異常気象の原因論は書き出したら限らないが、ここではその大観を要領よくまとめ、予測についてもその考え方のエッセンスをまとめている。

III. 日本の気候の特徴

3つの「なぜ」を中心に、著者の専門のモンスーン気候などを解説している。日本の立つ自然環境の特異性をよく知ることができる。

IV. 異常気象と食糧, エネルギー

このあたりは最も up-to-date な課題であり、その複雑なインパクト (影響) を多くの人は知りたがっている。ので、良きガイドになるだろう。

V. 商品と異常気象対策

非常に具体的に日常的な社会生活への関係が述べられていて、卑近なものとして異常気象をとらえることが出来る。とくに終りの方に述べられてある全天候型思考のすすめ、すなわち天気の情報積極的に活用する方法など、今後もますます方策が考えられるテーマであろう。

以上のように、この複雑な課題を要領よくこなした書下しの本で、新鮮さを十分感じる良い本であり、目下大きな抱負をもち、気象庁の気候変動対策業務の中において活躍されている著者の近著として、座右に備えておかれることをお薦めする。

(内田英治)