

II-31

福岡市降水時系列の動特性について

九州大学 正員 上田 年比古 正員 神野 健二
学生員 河村 明 ○学生員 高橋 秀人

1. はじめに 1960年代後半から、不順な天候がしばしば現われ、社会・経済活動に少なからぬ影響を与えている。このような状況を反映して、長期予報に対する社会の関心が高まってきている。しかし、長期予報が未完成な現在、その年はどうなるかは明瞭でないにしても、大まかな傾向なり、可能性は十分に知っておいて対処しなくてはならない¹⁾。また、異常気象に対して、これの前兆となった現象があったかどうかを調べておくことは、予報の立場からは極めて大切である。そこで、本報では、福岡市の月平均降水量時系列に通常のカルマンフィルターを適用し、異常検出指標 ϕ_k を逐次計算することにより、異常降水現象について検討した。

2. 計算手法 本報では、福岡市の明治23年から昭和56年までの92年間の月平均降水量(mm/day)を対象としているが、月平均降水量は対数正規分布で近似できる²⁾ことを考慮し、これの対数変換を行ない、さらにlow-passフィルターにかけデータの平滑化を行なった。すなわち、こうして得られる月平均降水量の対数変換平滑化データ $y(k)$ は、式(1)のような変換式になる： $y(k) = (1-c)\log\{r(k)\} + c y(k-1) \cdots (1)$ 。ここに、 $c=0.6$ 、 $r(k)$ ：月平均降水量(mm/day)、 k ：時点である。いま、 $y(k)$ を次式のように仮定する。

$$y(k) = My + \sum_{i=1}^5 (A_i \sin 2\pi f_i k + B_i \cos 2\pi f_i k) + W(k) \cdots (2)$$

ここに、 My ：平均値，周期成分の f_i ：周波数， A_i ， B_i ： f_i に対する振幅， $W(k)$ ：ランダム成分，平均0，分散0.019の正規性白色雑音。なお、 f_i の値には、対数変換平滑化データをMEM(最大エントロピー法)によりスペクトル解析して求めた卓越周波数、 $f_1=1/48$ ， $f_2=5/72$ ， $f_3=1/12$ ， $f_4=1/3$ ， $f_5=5/12$ を用いた。これらは順に、4年、1.2年、1年、1/4年、1/5年周期である。式(2)は、通常のカルマンフィルターを適用する場合の観測方程式として使われる。そして通常のカルマンフィルターにより1ステップ先を逐次予測し、この1ステップ先の予測値(平年値となる)と観測値との予測残差 v (イノベーション)を計算し、ここでは、現時点よりさか上って蓄積個数²⁾ここでは $Q=15$ 個の v を用いて、各時点ごとに逐次、異常検出指標 ϕ_k を計算した。すなわち、最新の観測値が得られる度に、その時点までの予測値、すなわち平年値を計算し、この平年値に対して、その時点の異常検出指標 ϕ_k を計算したことになる。

3. 結果および考察 前述のように、各時点ごとの異常検出指標 ϕ_k を計算し、これが4を越えている期間について、その期間での ϕ_k のピーク値とその時点を求め、次に、これらの ϕ_k のピーク時点を含めた前後の月平均降水パターンの特徴を調べた。その結果を表-1に示す。これによると、 ϕ_k が大きくなっている期間の降水パターンは、平年に比べて異常であることが分かる²⁾。そして、これらの降水パターンは、①少雨継続降水パターン、②多雨継続降水パターン、③変動の大きい降水パターンに大別できる。①は、各月とも平年以下の少雨が1年ないし2年程度継続し、大渇水となる可能性が大きい。②は、①の降水パターンと反対のもので、各月とも平年以上の多雨が1年から2年程度継続するものである。③は、平年以上の降雨となっている多雨月が2、3ヶ月続いた後、一転して平年以下の降雨である少雨月が2、3ヶ月続く多雨→少雨という降水パターン、あるいは、その逆の少雨→多雨という降水パターン、あるいは、変化する回数が多い降水パターンであり、この降水パターンが最も多いことが分かる。③の変動の大きい降水パターンが多いことを考えると、2、3ヶ月多雨月が続いても多雨期である6～9月に少雨になり、結局渇水年になる可能性もあるので、 ϕ_k が急激に増大したり、増加の傾向にあるときには、注意が必要である。さらに、1939年2月(表-1の4位)の場合や、1962年10月(表-1の9位)の場合のように、平年に比べて極端な多雨や少雨となった月よりも以前の月が ϕ_k のピーク時点となっている場合も多く、このことを考えても、 ϕ_k が大きな値となったり、増加の傾向にある時は、異常降水パターンとなっているとも考えられる。

表-1

順位	Φ_k , k (年 月)	Φ_k のピーク時点を含めた前後の月降水パターンの特徴
1	$\Phi_k=7.90$ k=52 (1894年 4月)	この年の5月の雨量は極めて少ない。また、平年を下回る少雨が、翌年まで継続し、この年は渇水年2位、翌年は渇水年5位である。
2	$\Phi_k=7.85$ k=175 (1904年 7月)	この年は、6月までは平年以上、7月～10月はかなりの少雨、特に8月は史上最低の少雨であった。
3	$\Phi_k=6.14$ k=799 (1966年 7月)	この年の7、8月はかなりの少雨、9月～11月は多雨という降水パターンであった。
4	$\Phi_k=6.09$ k=590 (1939年 2月)	多雨期である5月～9月が極端な少雨で、結局この年は渇水年1位となっている。
5	$\Phi_k=6.09$ k=1085 (1980年 5月)	この時点より多雨化傾向が始まり、特に7月は史上1位、8月は史上2位の多雨であり、結局多雨第1位の年であった。
6	$\Phi_k=6.02$ k=658 (1944年 10月)	この年は3月～8月まで平年をかなり下回る少雨、一転して9月は平年を上回る多雨、10、11月もやや多雨であった。渇水年6位。
7	$\Phi_k=5.68$ k=982 (1971年 10月)	この年は8月を除いて、平年をかなり下回る少雨で、渇水年7位であった。また、翌年は、一変して多雨(第3位)となっている。
8	$\Phi_k=5.16$ k=524 (1935年 4月)	この年は3月～5月までは少雨、6月～9月はかなりの多雨となっている。
9	$\Phi_k=5.15$ k=874 (1962年 10月)	この時点より多雨化傾向が始まり、翌年は多雨第4位、特に5月は、5月の雨としては、史上最高の雨量であった。
10	$\Phi_k=5.08$ k=150 (1902年 6月)	この年は、4、5月は多雨、6、7月は平年をかなり下回り、8、9月は再び平年を上回る多雨、というパターンであった。
11	$\Phi_k=4.93$ k=115 (1899年 7月)	この年の7月は平年をかなり下回る少雨、8月は平年を上回る多雨、という変動の大きい降水パターンであった。
12	$\Phi_k=4.90$ k=702 (1948年 6月)	この年は1年を通じて多雨で、特に、7月と9月は平年をかなり上回る雨量で、結局多雨第8位の年となった。
13	$\Phi_k=4.72$ k=761 (1953年 5月)	この年の5月より多雨化が始まり、翌年まで継続している。また、特に6月は、極端な多雨となっている。
14	$\Phi_k=4.52$ k=733 (1951年 1月)	この年は、2、7、10月が平年をかなり上回る多雨、4、6、9月は平年以下の少雨、という変動の大きいパターンであった。
15	$\Phi_k=4.45$ k=1051 (1977年 7月)	前年からの多雨がこの年の6月まで継続したが、7月からは一転して少雨化傾向となって、翌年まで続き、大渇水(第3位)となった。
16	$\Phi_k=4.21$ k=280 (1913年 4月)	この年は、2、3月は平年以下、4、5月は平年以上、6～9月はかなりの少雨で、位相が前にずれたような降水パターンであった。
17	$\Phi_k=4.19$ k=560 (1936年 8月)	この年の3、4月は平年以上、6月は平年以下、7、8月は平年を上回る多雨、9、10月は極端な少雨と、変動が大きかった。
18	$\Phi_k=4.19$ k=616 (1941年 4月)	この年は1年を通じて多雨であり、特に5、6、9月は平年をかなり上回る多雨のため、結局多雨第5位の年となった。
19	$\Phi_k=4.15$ k=1039 (1976年 7月)	この年は、4～10月まで平年をかなり上回る多雨で、この傾向が、翌年の6月まで継続した。

4. 結び 本報では、通常のカルマンフィルターにより、各時点ごとに、平年値を記述するシステムを同定し、この平年値に対する各々の時点の異常検出指標 Φ_k を計算した。その結果、各々の時点の降水が平年値に対してどの程度の異常であるのかを定量的に判断し、過去の異常降水パターンを3つの降水パターンに大別できた。そして、異常検出指標 Φ_k が急激に増大したり、増加の傾向にある時には、2、3ヶ月平年を上回る雨が降っていてもその後、少雨傾向になる変動の大きい降水パターンである可能性が高いので、渇水に対する十分な注意が必要であるということが分かった。

参考文献

- 1) 根岸順吉；異常気象を追って，中公新書，pp 24～26
- 2) 上田・河村・神野；時系列のシステムパラメーターのジャンプ変動の同定、第27回水理講演回論文集 1983. 2
- 3) 上田・河村・神野・高橋；適応的フィルタリング法による福岡市降雨時系列の異常値に関する一考察 昭和57年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集