

Mann-Kendall 検定による降水量時系列の傾向変動

西岡昌秋・宝 馨

1. 目的

時系列データの傾向変動を解析する手法の一つに Mann-Kendall 検定¹⁾(以後、M-K 検定とする)が挙げられる。M-K 検定は、ある変量の系列に対して、それが独立で同一の確率分布にしたがうという帰無仮説が成立するかどうかを検定する手法である。この仮説が棄却されると、その系列は傾向変動をもつとみなされる。本研究は、M-K 検定の特性を、モンテカルロシミュレーションによる数値実験により検証する。

2. 方法

M-K 検定を用いた傾向変動の検定は、データの経年的な増加率と観測年数とに規定される。そこで、本研究では、M-K 検定を用いて傾向変動を検出するために必要な、データの増加率と年数との関係を、日雨量の模擬系列に M-K 検定を適用することにより調べた。

日雨量の模擬系列の発生方法を以下に述べる。無降雨日数、降雨日数およびある閾値以上の日雨量の大きさを、相互に独立な確率変数とした。無降雨日数と降雨日数は月別に異なる分布として、観測データの経験分布を用いた。日雨量の観測データ(1 mm/day 以上)に一般化パレート分布をあてはめた。これをシミュレーションに用いる母分布とした。対象とする観測所は気象台所管の神戸観測所とした。N=500 年のシミュレーションを M=100 回繰り返して、日雨量の模擬系列を発生させた。また、日雨量の増加率を、100 年間あたり r=5% から 25% まで 5% きざみで設定した。r% の増加率をもつ日雨量系列の発生は、(1)式に示す一般化パレート分布の位置母数と尺度母数のそれぞれを r% 増加させることにより行った。このため、標準偏差についても r% 増加するような系列となる。

$$\mu = \xi + \frac{\alpha}{1+\kappa}, \sigma^2 = \frac{\alpha^2}{(1+\kappa)^2(1+2\kappa)} \quad (1)$$

ここに、 ξ : 尺度母数、 α : 位置母数、 κ : 形状母数、 μ : 平均値、 σ : 標準偏差である。

このように、時間的に変化する母集団から発生される時系列に M-K 検定を適用し、この検定の性能を明らかにする。

3. 結果と考察

発生させた日雨量系列の 1 年間の総量を年雨量とした。その一例を図 1 に示す。N=500 年の系列から、最初の k 年間(k=50,100,...,450,500)の系列を抽出する。k 年の期間をもつ 100 個の模擬系列に M-K 検定をあてはめ、有意水準 5% で棄却される系列の割合を求める。横軸に日雨量の増加率 r、縦

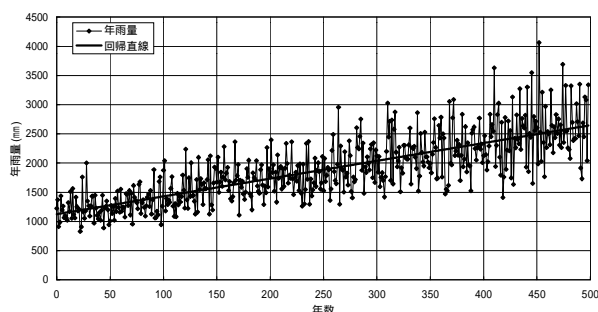


図 1 年雨量系列の一例 (r=25%, M=1)

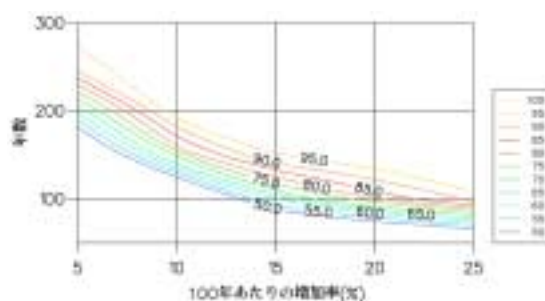


図 2 Mann-Kendall 検定による年雨量系列の棄却率

軸にデータの年数 k をとる。(r, k) 上に、M-K 検定で仮説が棄却された系列の数の 100 個に占める比率をプロットし、そのコンターラインを示したのが図 2 である。

検定に使用した模擬系列は、分布の母数を変化させている(独立で同一の確率分布にしたがわない)ため、M-K 検定では本来棄却されるべきデータである。この図から、90% の確度で傾向変動を検出するためには、25% の増加率をもつデータに対しては 100 年間、5% の増加率をもつデータに対しては 250 年間のデータが必要であることがわかる。

IPCC²⁾によると、陸上の降水量は東アジアを除く北半球の中・高緯度域において増加しつづけている(10 年あたり 0.5~1% となる可能性が高い)とされている。また、将来の変化の予測では、東アジア地域においては、平均して 5~20% の増加(やや増加)がみられる、とされている。これらのことから、年降水量の傾向変動を 95% の確度で検出するためには、130 年から 280 年程度のデータの蓄積を図る必要がある。

参考文献

- 1) R. M. Hirsch etc.: Techniques of Trend Analysis for Monthly Water Quality Data, W.W.R., Vol.18, No.1, pp.107-121, Feb. 1982.
- 2) IPCC 編: IPCC 地球温暖化レポート-気候変化 2001-, 中央法規