

# 水文気象の非定常性を考慮した治水計画のための日降雨量発生手法

○西岡昌秋・寶 馨

## 1. 目的

わが国の治水計画では、降雨量の生起確率を評価して計画降雨を設定し基本高水を定める。生起確率は水文頻度解析手法により評価するが、水文事象の発生過程は定常を仮定している。一方、近年では、地球温暖化が気象に与える影響に関して様々な研究がなされ、気候変動の影響により、気温や降雨といった水文気象が経年的に変動する可能性が示唆されている。

このようなことから、計画降雨量の設定においては、水文気象の非定常性を考慮していく必要があると考える。本研究では、降雨の発生過程の経年的な変動を表現できる時系列モデルを考え、日雨量の非定常確率分布を導くとともに、その確率分布にしたがう降雨のシミュレーション方法を提案する。

## 2. 方法

日降雨の発生過程は、発生時点とその時点での降雨の大きさを表す Marked Point Process で表現する。このとき、非定常ポアソン過程の平均発生率が、

$$\lambda_p(t; \Theta_p) = \lambda_{po} + C_{ps}(t)$$

$$C_{ps}(t) = \sum_{s=0}^S \left\{ k_{ps} \cdot \sin \left( \frac{2\pi}{\omega_{ps}} t + \phi_{ps} \right) \right\} \quad (1)$$

のように周期的に変動するものとする。ここで、 $\Theta_p$  : 平均発生率のパラメータベクトル、 $\lambda_{po}$  : 定数、 $C_{ps}(t)$  : 周期成分、 $k_{ps}$  : 振幅、 $\omega_{ps}$  : 周期、 $\phi_{ps}$  : 位相である。

本研究では、大阪管区気象台の1883年から2002年までの120年間の日雨量データを用いる。ある期間内に事象が生起する同時確率密度関数に対して、対数尤度を最大にするような周期成分を  $s=0, 1, 2, \dots$  で求める。これらの中から、赤池の情報量基準 (AIC) が最小となる  $s$  を最適な周期成分の組み合わせとする。

次に、平均発生率が(1)式のように表されるとき、事象の発生間隔  $\delta$  は非定常指数分布にしたがう。日雨量の発生時点は、

$$\delta(t) = -\frac{1}{\lambda_p(t; \Theta_p)} \log[1 - F\{\delta(t), t\}] \quad (2)$$

において、時点  $t$  での確率分布関数  $F\{\delta(t), t\}$  を一様乱数により発生させることで得ることができる。

## 3. 結果と考察

10mm/day 以上の閾値超過系列 (POT) の降雨生起日数の経年変化を調べた。図1に示すように、生起日数は40年から50年程度の周期変動が見られる。

AIC を最小にする平均発生率の周期変動成分の次数と周期成分を求めた。この結果、3ヶ月、6ヶ月、1年、4年、10年、19年、60年の周期成分の組み合わせが最適なモデルであると推定された。これらの周期成分の組み合わせによる平均発生率の経年変化を図2に示す。

降雨の発生時点に関して、1883年から120年間のシミュレーションを100組行い、その結果を用いて1年間の

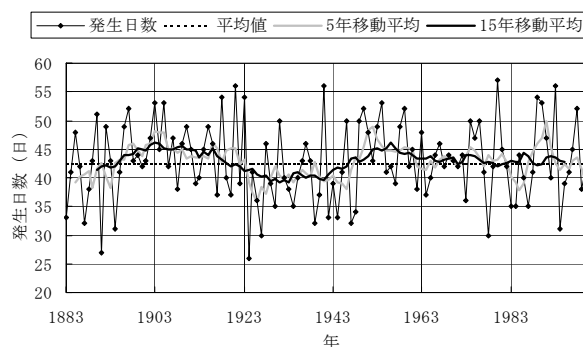


図1 降雨の発生日数の経年変化

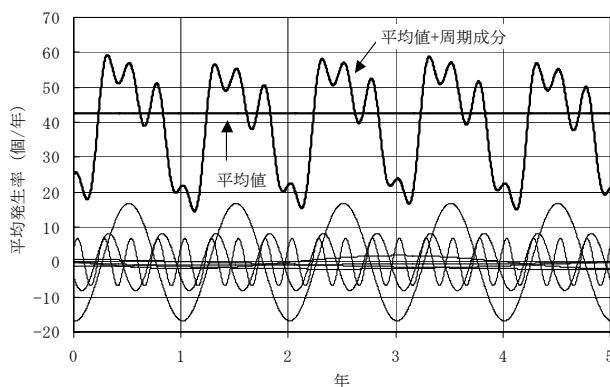


図2 推定した平均発生率の経年変化

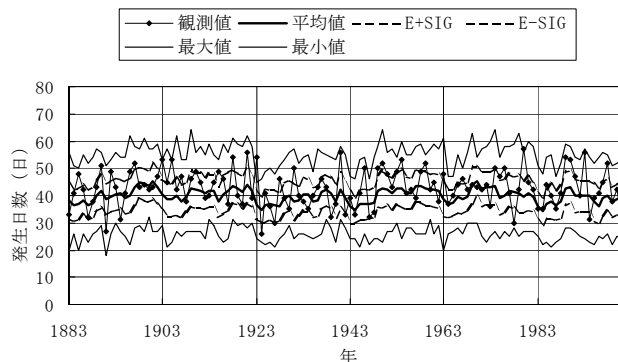


図3 降雨の発生日数の比較

降雨生起日数を集計した。結果を図3に示す。図中には、ある年における発生日数の100組の平均値、最大値、最小値および平均値+標準偏差を示している。120年を通じて得られる1年間の発生日数の平均値は、観測値が42.6日に対してシミュレーションが40.0日である。シミュレーションによって得られた標準偏差の範囲外に観測値が存在する年数は、120年間のうちの約40%に相当する47年間となる。シミュレーションによる発生日数の最大値を100年間で平均した値と最小値を平均した値をみる。最大値は55.1日、最小値は25.7日である。観測値については、最大値が57日、最小値が26日である。これらのことから、本シミュレーションは降雨の生起日数の経年変化を再現できている。