

## 福岡市における日降水特性の長期変動と太平洋の気候偏差との関連評価

九州大学大学院工学府	学生員	井芹 慶彦
九州大学大学院工学研究院	正会員	神野 健二
首都大学東京大学院都市環境科学研究科	正会員	河村 明

## 1. はじめに

気候変動および異常気象の発生に伴い、渇水や豪雨の頻発のような降水パターンの変動に対する懸念が近年高まっている。そこで本研究では福岡市の日降水量データをもとに各年の降水特性を表す指標を作成し、降水指標時系列の長期変動特性を調べた。また、南方振動指数(SOI)、太平洋数十年振動指数(PDOI)といった、気候変動や異常気象の発生を示す指標の時系列と降水指標時系列との関連についても統計的検定を用いて検討した。

## 2. 用いたデータ

本研究では1901年～2004年を解析対象期間として、福岡管区气象台で観測された日降水量データを基に、年最大ひと雨雨量、大雨寄与率、年最大無降雨継続日数、年無降雨日数の4つの降水指標時系列をまず作成した。なお、本研究では日降水量が1mm未満の日を無降雨日としている。ひと雨雨量とは降雨日(無降雨ではない日)が連続した期間の合計雨量とし<sup>1)</sup>、各年におけるひと雨雨量の最大値を年最大ひと雨雨量とする。また、日降水量が50mm以上の日の降水量を一年間で合計した量を、その年の年降水量で除して百分率で表したものを大雨寄与率とする。さらに各年における無降雨日の合計日数を年無降雨日数とし、連続した無降雨日の最大継続日数を年最大無降雨継続日数としている。なお、ひと雨や無降雨継続イベントが年をまたいで発生した場合、そのイベントが始まった年にそのイベントが発生したとみなした。

次に気候変動指標について述べる。SOIはタヒチ(西経149.6度、南緯17.5度)及びダーウィン(東経130.9度、南緯12.4度)における月平均海面気圧より算出され、SOIの値が負であればエルニーニョ現象、正であればラニニャ現象が起こっていると大まかに判断される<sup>2)</sup>。PDOIは、北太平洋上の北緯20度より北側の月平均海面温度から全球平均海面温度を除いたデータについて主成分分析を行い、その第1主成分として算出される<sup>3)</sup>。PDOIが正の値を示しているとき海面水温は北太平洋中央部では通常より低く、太平洋沿岸部では通常より高くなっている。また、PDOIが負の値を示しているときはそのほぼ反対の海面水温分布となっている。なお、SOIとPDOIはともに月データであるが、各年の平均値をSOI、PDOIの各年の値として解析に用いた。

## 3. 解析手法

本研究では、降水指標時系列および気候変動指標時系列のトレンド検定と、気候変動や異常気象の発生によって降水指標時系列中にジャンプが生じているかについての検定を行った。時系列のトレンド及びジャンプ成分の検出は、Xuら方法<sup>4)</sup>にならい次のように行った。まず時系列のトレンド検定には、時系列中の変数の分布を仮定せずに用いることができるMann-Kendall検定を用いた。また、降水時系列のジャンプ成分の検定を行うためにまず、SOI、PDOIそれぞれの年時系列に対し各指標の値が $\pm 1.5 \times \sigma$  ( $\sigma$ は各指標の標準偏差)の年を通常年、そうでない年を異常年とした。そしてSOI、PDOIがそれぞれ通常値であった年と異常年とで降水指標の分布に違いがあるかをMann-WhitneyのU検定を用いて検討した。

## 4. 1 Mann-Kendall 検定によるトレンド成分の検出

福岡市年降水量時系列を図-1に示す。図-1より年降水量時系列は各年変動が大きく、1980年における約3,000mmの降水のように非常に大きな外れ値も存在する。

次に、年最大ひと雨雨量、大雨寄与率、年最大無降雨継続日数、年無降雨日数の4つの降水指標時系列を図-2(a)～(d)に、年平均したSOIとPDOIの時系列を図-3(a)、(b)にそれぞれ示す。図-1と図-2(a)を比較すると、年降水量の極大値と年最大ひと雨雨量の極大値には特に関連はないようである。また、図-1と図-2(b)より年降水量が過去104年間で1,2位である1980年と1953年には、日雨量50mm以上の降雨の合計が年降水量の50%以上を占めていたことが分かる。図-2(d)より年無降雨日数は1994年に強いピーク値を示している一方で、およそ40～50年の周期性があるようにも見える。なお図-3(a)より1991年～1994年まで年平均SOI<-1の状態が持続しており、その最後の年である1994年に年無降雨日数のピークが発生して

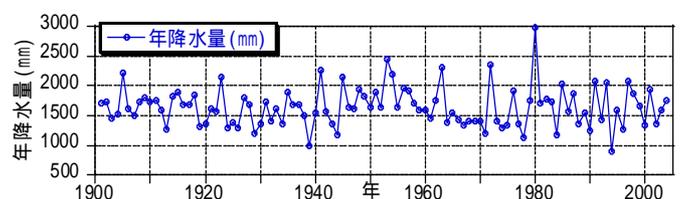


図-1 福岡市年降水量時系列

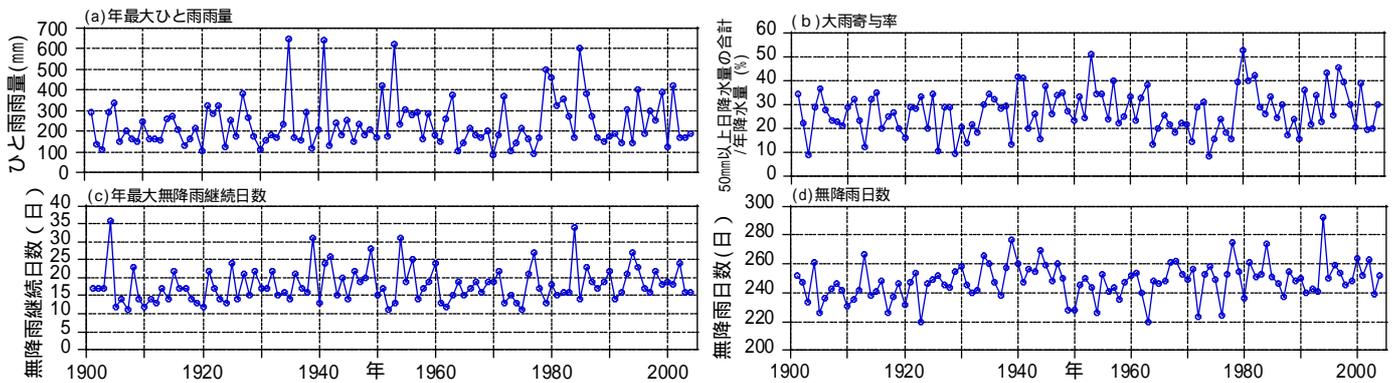


図 - 2 福岡市における各年の(a)最大ひと雨雨量, (b)大雨寄与率, (c)最大無降雨継続日数, (d)無降雨日数

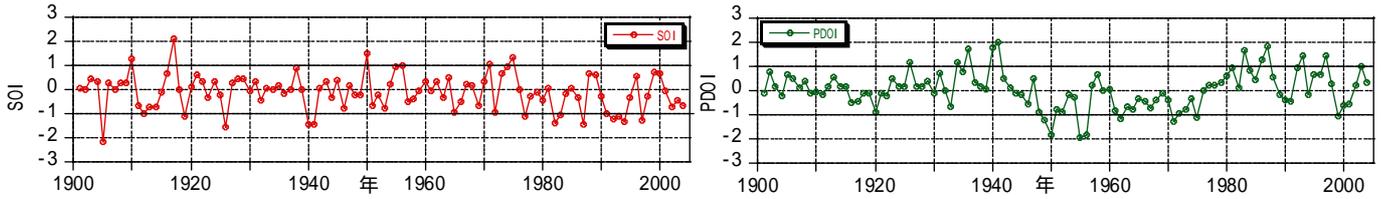


図 - 3 年平均した(a)SOI 時系列と(b)PDOI 時系列

いる。また、SOI 時系列は 1980 年代以降連続して強い負の値(エルニーニョ)を示す傾向にあることが見てとれる。また、図 - 3(b)より PDOI は数十年の長周期を持つことが確認できる。

年降水量および 4 つの降水指標時系列と SOI, PDOI 時系列それぞれに対して「帰無仮説  $H_0$ 「 $n$  個のデータ  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  が独立で同一の確率分布に従う」を Mann-Kendall 検定を用いて両側検定した結果を表 - 1 に示す。表 - 1 より年無降雨日数は 1%有意で上昇トレンドがあり、年最大無降雨継続日数もほぼ 5%有意で上昇トレンドがある。また、SOI 時系列は負の傾斜を持つが下降トレンドがあるとはいえない(「トレンド無し」を否定できない)。しかし図 - 3(a)に示したように SOI は 1980 年代以降、負の状態にシフトしている傾向があり、その一方で年無降雨日数は上昇トレンドを示している。したがって、両者の関連性の有無については今後さらに詳しく検討する必要があると考えられる。

4.2 Mann-Whitney の U 検定によるジャンプ成分の検出

次に年降水量や 4 つの降水指標の分布が SOI または PDOI が異常値をとった年と通常年とで異なるかについて、Mann-Whitney の U 検定を用いて検定した。例えば年降水量の分布が SOI の異常年と通常年で異なるかを検定する場合は、帰無仮説  $H_0$ 「SOI の異常年における年降水量と、通常年における年降水量は同一の母集団分布に従う」を両側検定している。その結果、PDOI が異常値を示した年と通常年とで、最大ひと雨雨量の分布は同一とはいえないとの検定結果がえられた(有意確率  $p=0.0271$ )。また、年最大無降雨日数および大雨寄与率の検定結果は、帰無仮説の棄却域( $p<0.05$ )には達していないものの、PDOI に対しある程度高い有意確率を示していた(それぞれ  $p=0.0656$ ,  $p=0.0734$ )。一方 SOI または PDOI が異常値をとった翌年の年降水量や 4 つの降水指標に対しても同様に Mann-Whitney 検定を行ったが、それら検定結果は全て有意水準 5%を満たさなかった。

表 - 1 各時系列に対して Mann-Kendall 検定を行った結果

	Kendall 傾斜	有意確率
年降水量	-0.4980	0.5572
ひと雨雨量	0.2402	0.2808
大雨寄与率	0.0264	0.3525
無降雨継続日数	0.0238	0.0508
無降雨日数	0.0930	0.0091
SOI	-0.0042	0.0811
PDOI	0.0002	0.9351

5. むすび

本研究では福岡市の降水時系列に対して主にトレンド成分とジャンプ成分の分析を行った。今後はさらに周期成分の分析や、他の降雨観測地点における降雨特性変動との比較を行う必要があると考えられる。

[参考文献]

- 1) 近森秀高, 永井明博: 岡山における日降雨特性の経年変化, 水文・水資源学会誌, 第 15 巻 5 号, pp.513-521, 2002
- 2) 江口聡一郎, 河村 明, 神野健二: 南方振動(SOI)およびその気圧データの統計的特性について, 水工学論文集, 第 45 巻, pp.169-174, 2001.
- 3) Mantua, N.J., Hare, S.R., Zhang, Y., Wallace, J.M. and Francis, R.C. : A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production, *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol78, pp.1069-1079, 1997.
- 4) Xu, Z.X., Takeuchi K., Ishidaira, H and Li J.Y. : Long-term trend analysis for precipitation in Asian Pacific FRIEND river basins, *Hydrological process*, Vol 19, pp.3517-3532, 2005