

南方振動指数(SOI)とトレンドを除去した福岡市月平均気温との相関関係に関する考察

九州大学大学院工学府 学生員 江口 聡一郎
九州大学工学研究院 正会員 河村 明
九州大学工学研究院 正会員 神野 健二

1. はじめに

ペルー沖から日付変更線付近にかけての東部太平洋赤道域で、海面水温が平年よりも上昇する現象をエルニーニョ現象、反対に平年よりも下がる現象をラニーニャ現象と一般に呼んでいる¹⁾。エルニーニョ・ラニーニャ現象はテレコネクションを通して世界各地の気象に影響を及ぼしている¹⁾。このような気候変動や異常気象の発生は、将来の水資源確保という点から見て不安定な要因として懸念されており、これに伴い気候変動の定量的解析・予測及び水資源への影響評価が重要な課題となっている。エルニーニョ・ラニーニャ現象の指標である南方振動指数 (Southern Oscillation Index, 以下 SOI と記す) と世界各国の水文気象要素との関係については精力的に研究が行われている (例えば文献(2))。日本のような中緯度における気候へのエルニーニョ・ラニーニャ現象の明瞭な影響はあまり認められていない^{1),3)}が、著者らはこれまでに、SOI と福岡市月降水量及び月気温データを用いて解析を行い、SOI をカテゴリ分類することにより、両者間の有意な相関関係を抽出する事に成功している^{4)~6)}。

本報では、福岡市月平均気温時系列に都市化や地球温暖化等に依ると考えられる顕著な気温上昇トレンドが見出されたので、この影響を除去した。そして、トレンドを除去した福岡市月平均気温データを用いて SOI との相関関係について解析・検討を行っている。

2. 用いた SOI 及びトレンドを除去した福岡市月平均気温データ

SOI はタヒチ(西経 149.6°, 南緯 17.5°)及びダーウィン(東経 130.9°, 南緯 12.4°)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、正であればラニーニャ現象が起こっていると大まかに判断される。本報では、Troup の方法[タヒチ及びダーウィンの月平均海面気圧の差を平均 0, 分散 1 に正規化したものとして表される]により SOI を 1866 年から 2000 年まで算定した (詳しくは文献(7)を参照)。

一方、福岡市月平均気温データは 1890 年 1 月より存在する。図-1 に福岡市年平均気温 (各年について、1~12 月の月平均気温データの平均値) の時系列を細線で示している。なお、点線・太線はそれぞれ年平均気温時系列の 5, 30 年移動平均を示している (例えば、1921 年から 1950 年までの 30 年間の平均値を 1950 年の 30 年移動平均値として表示している)。

図-1 から、福岡市の年平均気温は 1930 年過ぎから一貫して上昇傾向にあることが分かる。本報では、30 年移動平均時系列である太線より、1937 年から気温の上昇傾向が始まったと判断し、それ以降の月平均気温データについては最小 2 乗法により算定したトレンドを除去した。判断基準として 30 年間を用いた理由は、WMO (世界気象機関) では、30 年間の平均値を平年値と定義していることを考慮したためである⁸⁾。図-2, 3 はそれぞれトレンドを除去する前後の月平均気温のヒストグラム (ここでは例として 3 月を示す) である。これらの図より、トレンドを除去することによって正規分布により近くなっていることが分かる。他の月についても同様の傾向が見られた。さらに、各月毎に平均値を引き標準偏差で割って平均 0, 分散 1 に規準化し、1 年周期の影響を取り除いた。本報の以下の解析では、福岡市月平均気温のデータ数に合わせて 1890 年 1 月から 2000 年 12 月までの 111 年間 (1332 ヶ月) の SOI データとトレンドを除去後規準化した福岡市月平均気温データを用いて解析を行った。

3. SOI と規準化した福岡市月平均気温との相関

まず、SOI と規準化した福岡市月平均気温データ時系列全体の相互相関 (SOI を基準として月平均気温を遅れ時間にとる) を算定した結果、相関係数がほとんど 0 であった。

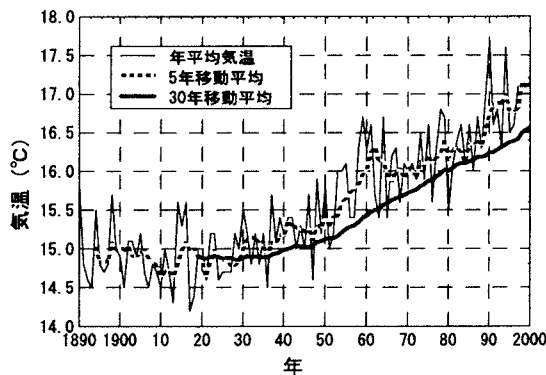


図-1 福岡市年平均気温時系列

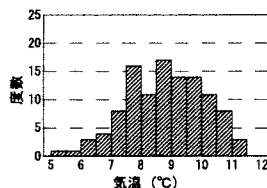


図-2 月平均気温ヒストグラム(3月)

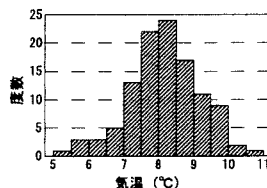


図-3 トレンド除去後月平均気温ヒストグラム(3月)

次に SOI のデータをその大きさによって、①SOI<-2(強いエルニーニョ)、②-2≤SOI<-1(弱いエルニーニョ)、③-1≤SOI≤1(通常状態)、④1<SOI≤2(弱いラニーニャ)、⑤2<SOI(強いラニーニャ)の5つのカテゴリーに分類した^{4)~6)}。そして、そのカテゴリーごとのデータに対し、ある月のSOIとそのSOIからnヶ月後(n=0~24)の月平均気温との相関関係について解析を行った。図-4にその結果を示す。図-4(a)より、エルニーニョおよびラニーニャ現象が生じていない通常状態(カテゴリー③)の場合にはほとんど相関が見られないが、SOIの絶対値が大きくなるにつれて、図-4(b)、(c)のように相関係数の絶対値も大きくなるという傾向が見て取れる。特に、強いエルニーニョ(カテゴリー①)の場合、n=12ヶ月の相関係数は0.31であり有意水準2%で有意である(トレンドを除去せずに解析した場合、相関係数は0.28であり有意水準5%で有意であった⁵⁾)。また、強いラニーニャ(カテゴリー⑤)については、n=4ヶ月の時相関係数-0.34で最も相関は強い(トレンドを除去せずに解析した場合、相関係数は-0.48であり有意水準1%で有意であった⁵⁾)。次に、図-5に、有意水準5%で有意である強いエルニーニョ(カテゴリー①)時で遅れ時間n=12ヶ月の場合の散布図を示す。なお図-5では、春(3月~5月)、夏(6月~8月)、秋(9月~11月)、冬(12月~2月)に気温を区分して示している。この図より、SOIが小さくなる(エルニーニョ現象が顕著になる)程、12ヶ月後の福岡市月平均気温は平年に比べ低下する傾向にあることが認められる。季節別に見てみると、どの季節についても同様な傾向が見られる。つまり、季節変動に伴う月平均気温の1年周期はきちんと除去されており、SOIが小さくなる(エルニーニョ現象が顕著になる)程、12ヶ月後の福岡市月平均気温は、季節に関わらず低下する傾向にあることが見て取れる。

4. むすび

SOI とトレンドを除去後規準化した福岡市月平均気温との相関関係について解析・検討を行った結果、時系列全体を対象とすると相関はほとんど抽出できないが、SOIをその大きさによって分類した場合には、トレンドを除去しないデータを用いた場合⁵⁾と同様、有意な相関が得られることが確認できた。なお、本論文で得られた有意な相関関係のより深い原因については、今後の研究課題であると考える。

【参考文献】

- 1) 気候影響・利用研究会編：エルニーニョと地球環境，成山堂書店，1999。
- 2) McKerchar, A.I., Pearson, C.P. and Fitzharris, B.B. : Dependency of summer lake inflows and precipitation on spring SOI, *Journal of Hydrology*, Vol.205, pp.66-80, 1998.
- 3) 吉野文雄：エル・ニーニョ現象と四国の月降水量の関係について，平成11年度土木学会四国支部研究発表会講演概要集，pp.90-91,1999。
- 4) 江口聡一郎，河村明，神野健二：南方振動指数(SOI)と福岡市月気温との相関について，水文・水資源学会2000年研究発表会要旨集，pp.120-121, 2000。
- 5) Kawamura, A., Eguchi, S. and Jinno, K. : Cross-Correlation Between Southern Oscillation Index and Precipitation / Temperature in Fukuoka, Japan, *Proc. of Fresh Perspectives Symposium 2000*, Christchurch, New Zealand, 2000.
- 6) 河村 明，江口聡一郎，神野健二：南方振動と福岡市月降水量の相関関係について，土木学会論文集，No.691/II-57, pp.153-158, 2001.
- 7) Kawamura, A., McKerchar, A.I., Spigel, R.H. and Jinno, K. : Chaotic characteristics of the Southern Oscillation Index time series, *Journal of Hydrology*, No.204, pp.168-181, 1998.
- 8) 河村 明，上田年比古，神野健二：降水時系列の長期的パターン変動の解析，土木学会論文集，第363号/II-4, pp155-164, 1985.

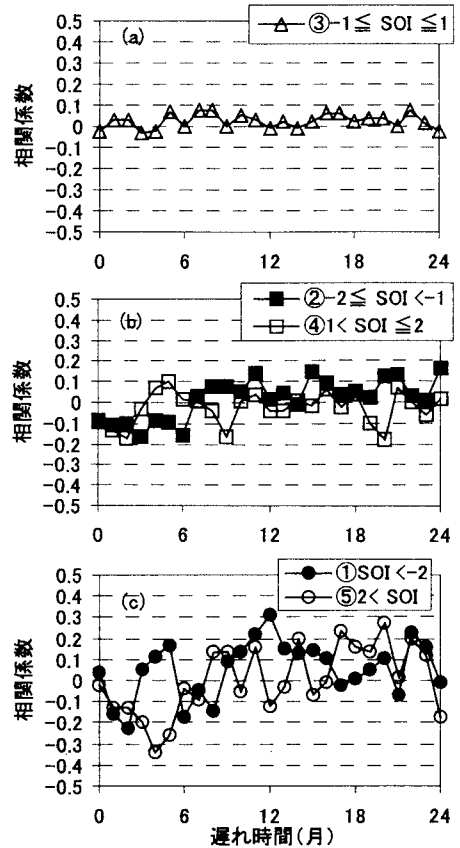


図-4 分類した SOI と規準化月平均気温の相互相関

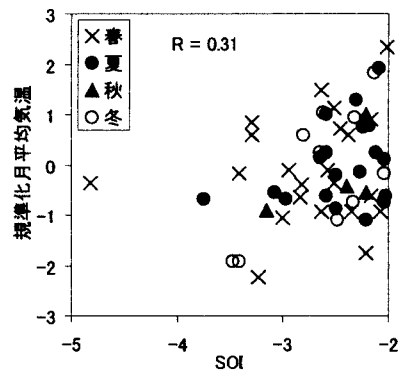


図-5 SOI (<-2)における遅れ時間n=12ヶ月の規準化月平均気温散布図