(17)　日本の月降水量分布の出現頻度と大気海洋指標との対応関係について

東京工業大学大学院情報理工学研究科　○井芹慶彦
九州大学大学院工学研究院　西山浩司
九州大学大学院工学研究院　神野健二
首都大学東京大学院都市環境科学研究科　河村明

１．はじめに

渇水や豪雨の頻発といった降水パターン変動が世界各地で報告されており，降水パターンの変動傾向の把握や，降水パターンの変動をもたらす大気海洋循環場の同定は重要な課題だと考えられる．本研究では,長期の降水データが存在する日本の 51 地点を解析対象地点として，非超過確率へと変換された 51 地点の月降水量分布に対して自己組織化マップ手法を適用し，日本全国の月降水量分布パターンを抽出した．更に，南方振動指数(SOI)，太平洋十年規模振動指数(PDOI)，北太平洋指数(NPI)，ダイポールモード指数(DMI)，北大西洋振動指数(NAOI)といった，大気海洋循環場を表す指標と，日本の月降水量分布の出現頻度との対応関係について解析を行った．

２．用いたデータ

本研究では,気象庁管轄の日本全国 51 地点における気象台および測候所を解析対象地点とし，1901 年 1 月～2004 年 12 月までの 104 年間(計 1248 ヶ月)における全国 51 地点の月降水量データをまず作成した．なお月降水量データの作成には，財団法人・気象業務支援センター発行の 1901 年 1 月 1 日～2004 年12 月31 日における全国51 地点の日降水量データを用いた．また，月に 10 日以上欠測がある月は，その地点の該当月における 1901 年～2004 年の月平均雨量を用いて補間した．また本研究では，太平洋，インド洋，北大西洋の大気海洋循環場を表す指標として 5 つの大気海洋指標を用いた．SOI はエルニーニョ・ラニーニャ現象を，PDOI は太平洋における十年規模の海面水温変動を，NPI は北太平洋における海面気圧変動(アリューシャン低気圧の変動)を，DMI はインド洋ダイポールモード（インド洋の東西における海面水温の二極構造）を，NAOI は北大西洋振動を表す指標である．

３．用いた手法

３.１．非超過確率

本研究ではまず，1901 年 1 月～2004 年 12 月までの計 104 年間（1248 か月）における日本全国 51 地点の月降水量を各地点各月毎に，Jin *et al.*[1)]が提案した非超過確率を用いた方法で基準化した．なお，非超過確率の計算には下式で表わされるワイブルプロット（Weibull plot）を用いた．

$$F(x_i) = \frac{i}{N+1} \qquad (1)$$

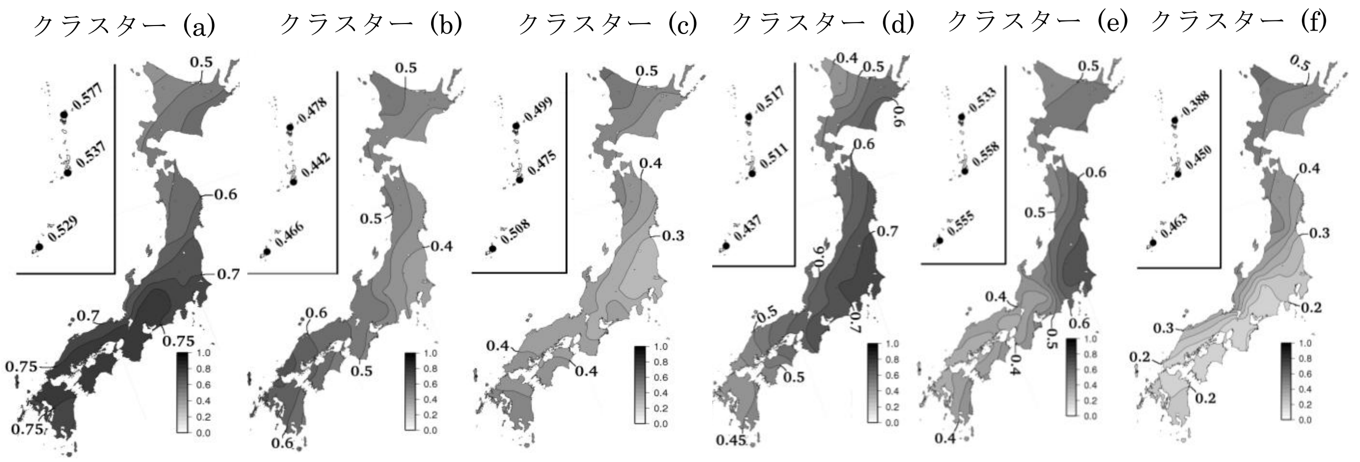
(1) 式において，N はサンプル数，x_i は小さいほうから数えて i 番目に位置する i 番目順序統計量であり，$F(x_i)$ は x_i が非超過確率に変換された値である．

３．２．SOM

本研究ではパターン抽出手法として，自己組織化マップ[2)]（SOM; Self-Organizing Maps）を用いた．SOM アルゴリズムは, 入力層から取り出した入力ベクトル（分類したいデータ）を基に反復学習することで，入力ベクトルのパターンを学習する．SOM アルゴリズムを適用すると①反復学習による一般化されたパターンの抽出，②抽出されたパターンの 2 次元平面上での相互比較，③抽出されたパターンを基にした入力データの分類，等を行うことができる．

４．SOM による月降水量分布パターンの抽出

1901 年 1 月から 2004 年 12 月までの計 1248 ヶ月間における 51 地点の月降水量の非超過確率分布を SOM へ入力し，1248 個の入力ベクトルをノード数 15×15（計 225 ノード）の SOM で分類した（以降，ここで得た SOM マップを降水マップとよぶ）．なお入力ベクトルに用いた各地点・各月の降水量は，3.1 節で述べた方法で各地点各月毎に非超過確率へと変換している．次に，降水マップに抽出された降水分布の特徴を把握するため，ウォード法を用いて，降水マップを 6 つのクラスターに分割した．また，各クラスター内の参照ベクトルを平均して得た，クラスター(a)~(f)がそれぞれ表す降水分布パターンを**図－1** に示す．なお，得られた各降水分布の詳細については論文[3)]を参照されたい。次に、抽出された 6 つの月降水量分布に対し，それぞれ季節別の発生頻度を調べたところ，降水分布(e)は春～夏にかけて，降水分布(f)は冬に比較的出現しやすい傾向が見受



図－1　クラスター(a)～(f)が表す月降水量の非超過確率分布

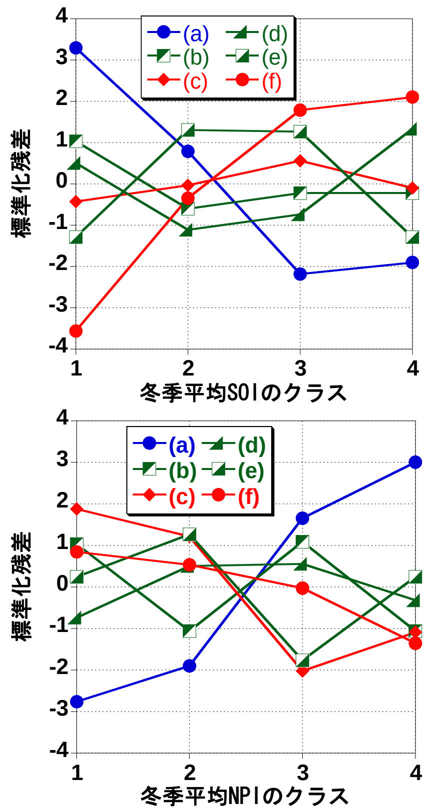
けられた．

5．月降水量分布の出現頻度と大気海洋指標の対応

ここでは，各季節別に 6 通りの降水分布の発生頻度と大気海洋の状態との対応関係を調べた．ここでの解析は，5 つの各大気海洋指標毎に以下の手順で行った．まず，1901 年～2004 年の各年における，大気海洋指標の季節平均値を求めた．次に，各季節別に，104 年を指標の季節平均値が小さい順に上位 1～25%，26～50%，51～75%，76%～100%の 4 つのクラスに分けた．更に，6 通りの月降水量分布の発生回数を，4 つの各クラス別にそれぞれ集計することで，大気海洋指標の季節平均値と 6 通りの月降水量分布の発生頻度との関係を表す表を作成した．以上の手続きを 5 指標×4 季節=計 20 回行った．そして，20 個の表それぞれに対してカイ二乗検定[4]を適用した結果，冬季の SOI が最も高い有意確率 (1%有意) を示し，冬季については NPI も有意水準 5%で日本の降水分布に対して有意な対応を示した．ここで，冬季の SOI, NPI の集計表における，各降水分布の出現頻度の標準化残差をプロットしたものを，**図－2** にそれぞれ示す．図中で横軸は左から，指標の上位 1～25%，26～50%，51～75%，76～100%の各クラスに対応する．この図より，冬季に SOI が高い値をとる程クラスター(f)の「全国的に厳しい少雨」の発生頻度が高くなり，NPI が高い値をとる程クラスター(a)の「全国的多雨」の発生頻度が高くなる傾向が見て取れる．

6．まとめ

日本全国 51 地点における月降水量データに対して SOM を適用し，抽出された月降水量分布と種々の大気海洋指標との対応関係をカイ二乗検定で調べた．その結果，冬季の SOI, NPI と日本の月降水量分布の出現頻度との間に有意な対応関係があることが示唆された．



図－2　冬季平均した SOI，NPI と 6 つの降水クラスターの標準化残差

1) Jin, Y.H., Kawamura, A., Jinno, K. and Berndtsson R. : Quantitative relationship between SOI and observed precipitation in southern Korea and Japan by nonparametric approaches, *Journal of Hydrology*, Vol.301, pp.54-65. 2005.
2) Kohonen, T., Self-Organized Formation of Topologically Correct Feature Maps, *Biological cybernetics*, Vol.43, pp.59-69, 1982.
3) 井芹慶彦，水本真輝，神野健二，西山浩司：自己組織化マップを用いた日本全国月降水量分布の変動特性解析，水文水資源学会誌，Vol.22, No. 6, pp.466-478, 2009.
4) 広津千尋：統計的データ解析，日本規格協会，p.321，1983.

[キーワード]　月降水量分布，日本，大気海洋指標，SOM，カイ二乗検定