日本全国 51 地点における月降水量分布の長期変動特性

九州大学工学部 学生会員 水本真輝 九州大学大学院工学府 学生会員 井芹慶彦 九州大学大学院工学研究院 正会員 西山浩司 九州大学大学院工学研究院 正会員 神野健二

1. はじめに

気候変動や異常気象の発生に伴い、渇水や豪雨など日本の降水パターンの変化に対する懸念が近年高まっている。従来の研究では日本全域における月降水量の長期変動を対象とした研究はほとんどなく、限定された地域で分析されがちであった。本研究では日本全国 51 地点、104 年分の日降水量データを基に月降水量データを作成し、多次元データの分類が可能な SOM を用いて日本全国の月降水量分類し、そのデータを基に長期変動特性を検討した。

2. 使用データ

本研究では気象庁発表の全国 51 地点,104 年分の日降水量データを基に月降水量データを作成し,解析対象期間を 1901 年 1 月~2004 年 12 月までの計 1248 ヶ月として解析を行った。また,気象庁発表データには一部欠損が見られため,欠損データがあった場合はその地点の該当月における月平均降水量を用いて補間した。

<u>3.解析手法</u>

本研究では、51 地点、1248 ヶ月のデータを分類するため、自己組織化マップ(SOM) りを用いて解析を行った。SOM とは入力層と競合層の二層からなる教師データを持たないニューラルネットワークである。入力層は入力ベクトルが 格納される。競合層にはニューロンが格子状に二次元配列されており、各ニューロンには入力ベクトルと同次元の参照ベクトルが割り当てられる。参照ベクトルは入力ベクトルに近づくように修正される。修正後、入力ベクトルはそれぞれ、最も性質の似たニューロンに配置される。マップ上において、近いニューロンには性質の似た入力ベクトルが、遠いニューロンには性質の異なる入力ベクトルが配置される。その結果、多次元情報を二次元マップに分類することができる。本研究ではマップサイズを 20×20 とし、入力ベクトルは 1248 個 51 次元である。各入力ベクトルは 1901 年 1 月~2004 年 12 月までの各月における 51 地点の雨量からなる 51 次元のデータとした。また、異常降水を

見定めるために、各地点の各月ごとに非超過確率へと変換し、データの基準化を行った。本研究では非超過確率 $F(\mathbf{x}_i)$ の値としてトーマス・プロット、 $F(\mathbf{x}_i) = \frac{i}{n+1}$ を用いた。具体的には、各地点各月の降水量の少ない順に 1 から 104 まで順序を付け、それを 105 で割ることにより 0~1 の間に基準化した。0 がその月の異常少雨、1 がその月の異常多雨を表わす。

4. 分類結果

前述した 1248 個の入力ベクトルをマップサイズ 20×20 の SOM で分類した結果を図 -1 に示す.また参照ベクトルの一例として,矢印で示した 5 行 5 段目のニューロンにおける参照ベクトルを図 -1 に示した.図 -2 には,K-means 法を用いて図 -1 のマップを 3 つの領域にクラスター化した結果を示す.図 -3 にはクラスター化した各領域の中心ベクトルを示した.中心ベクトルとは,領域内の参照ベクトルの平均を表わしたベクトルである.その結果,マップ左上方(領域(a))には渇水を表わすパターンが分類され、右下方(領域(c))には多雨を表わすパターンが分類されていること

5.解析

がわかった.

過去104年間(1248ヶ月)の降水変化を調べるため、104年間を4つの期間へと分割し、各期間に属する月のうちいくつの月が渇水側の区域、あるいは多雨側の区域に分類されているかを調

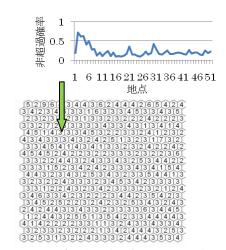


図-1 分類結果(下図)と参照ベクトル(上図)

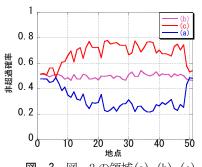


図-3 図-2の領域(a), (b), (c) における中心ベクトル

(b)

べた(表 - 1). また, 104年間の分割方法として, 太平洋の海面水温の変化を表わす指標である PDOI(Pacific Decadal Oscillation index)²⁾ より PDO が負の相(日本沿岸の海水温が低い)となった, 1901-1924, 1947-1976と PDO が正の相(日本沿岸の海水温が高い)となった 1925-1946, 1977-2004へと分割した. ここで, 渇水領域, 多雨領域に属しているニューロンの特徴を明らかにするため, 図 - 2 の各領域を更に 4 つに分割した(図 - 3). 4 つに分割された各領域の中心ベクトルを図 - 4 (a), (b) にそれぞれ示す. また, 表 - 2 には記録的な少雨・多雨年において各月がどの区域に分類さ

れたかを示す. 図 - 3, 図 - 4, 表 - 2 に使用している色は全て対応している. 図 - 5 には日本の年降水量の時系列を 示した. 図中に年号を付した雨量は表 - 2 の記録的な渇水年・多雨年の雨量 である.

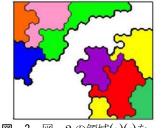


図-3 図-2の領域(a)(c)を それぞれ4分割した結果

6. 結果と考察

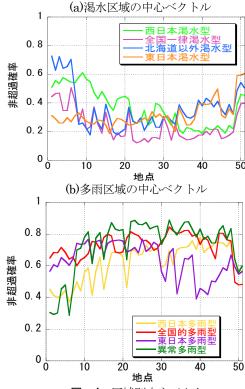
表 - 1 より,1977年以降は渇水区域に分類された月が著しく増加していることがわかる.このことから近年は全国的な渇水の発生頻度が高くなる傾向にあるといえる.ここで,表 - 2 より過去に類を見ない1977年以降の3つの記録的な渇水年について考察すると,3つの記録的な渇水年における多くの月が渇水区域に分類されている.このことから,1977年以降は日本全国的な渇水の発生頻度が高くなると供に,記録的な渇水

に直面する危険性も高くなっている. 多雨に関しては、1977 年以降は多雨区域に分類されている月が著しく減少しているに も関わらず、図-5からわかるように1977年以降にも日本全国 の平均年降水量が平年値を大きく上回る年がある. そこで、表 - 2 の右部に注目すると, 1977 年以前の多雨年では, 全国的な 多雨を表わす赤や広域的(西日本全域または東日本全域)な多雨 を表わす黄、紫の区域にほぼ全ての月が分類されている. しか し、1977年以降の多雨年では、異常多雨が見られる緑区域が増 加していた. そこで緑区域に属する参照ベクトルを調べてみる と,局地的な異常降水を表わすパターンが多く示されていた. その上、多雨年であるにも関わらず年間の4分の1程度が渇 水を表す区域に分類されていた. これらの結果から, 近年は 全国的な渇水傾向であるが、多雨年となる場合は以前より短 い期間に局地的な非常に多量の降水となることにより、平均 降水量を上回ることがわかった. このような降水パターンの 長期変動の物理的要因を探ることは今後の研究課題である. [参考文献]

- 1) Kohonen, T: The self-organizing map, *Neurocomputing*, vol21,pp1-6, 1998.
- 2) 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.

表 - 1 渇水・多雨区域に分類された月の割合

期間(年)	渇水区域	多雨区域		
1901-1924	26.74%	38.19%		
1925-1946	32.95%	30.30%		
1947-1976	25.83%	35.00%		
1977-2004	37.50%	27.08%		



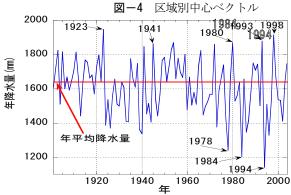


図-5 日本全国平均年降水量時系列

表-2 記録的な渇水年・多雨年の挙動

	1978	1984	1994	1923	1941	1980	1993	1998
黄緑	2	2	4				1	1
ピンク	2	3	2		1	1		1
青	2	1			1	1	1	
橙	1	2	3	1		1	1	
黄色			1	2	3		3	1
赤				4	3	4	1	1
紫				2	1		2	1
緑						2	2	3
渇水計	7	8	9	1	2	3	3	2
多雨計	0	0	1	8	7	6	8	6
標準	5	4	2	3	3	3	1	4