

II-119 多地点・多種データのパターン分類による渇水評価

岐阜大学工学部 正会員 小尻利治
京都大学大学院 学生員 ○横山正治

1. はじめに 今日、降水・気温・流出流量・降雪に関する多種類の水文データが、テレメーターやレーダー、人工衛星などによって多地点・多期間で測定されるようになった。これらの水文データは気象学、水文学的にみても、空間的・時間的な相関構造を有し、時系列としての取り扱いが要求されている。そこで本研究では、流量、降雨量時系列をベクトルパターンとしてとらえ、水文事象に適した分類手法の検討と、その分類されたパターンをもとに渇水評価を行おうとするものである。

2. パターン分類化の目的と方法 観測点において得られる多種・多期間の時系列的データをベクトル形状として処理するためには、統計的方法ではなくパターン分類化の概念を用いることが必要になる。ここでは、パターン分類化手法の1つであるrandom K-means手法とISODATA手法¹⁾を適用して水文事象の分類化をはかるとともに、その結果を比較・考察し、水文事象に適した分類手順を明らかにする。目的関数は渇水から見た水文事象の分類であるから、次の形状と変動を組み合わせたものを採用する。すなわち、

$$\begin{aligned} OF_1(X(i), Z(j)) &= \max_t \frac{|X(i, t) - Z(j, t)|}{Z(j, t)} \\ OF_2(X(i), Z(j)) &= \max_t \frac{|(X(i, t) - X(i, t+1)) - (Z(j, t) - Z(j, t+1))|}{|Z(j, t) - Z(j, t+1)|} \\ OF_0(X(i), Z(j)) &= \max \{OF_1(X(i), Z(j)), OF_2(X(i), Z(j))\} \end{aligned} \quad (1)$$

である。ここに、 $X(i, t)$ は時刻 t 、サンプル番号 i の観測値で、 $Z(j, t)$ は時刻 t 、クラスター j のクラスターセンターの値である。 $X(i)$ と $Z(j)$ はそれぞれ $X(i, t)$ と $Z(j, t)$ から構成された集合を意味する。なお、その距離はクラスターセンターの値によって正規化される。

3. 多地点・多種データのパターン分類 流域の多観測地点を包含した形で評価を行うことを試みる。各地点間で重みが同一だとすると、評価基準は次のようになる。

$$H = \max \{h_1, h_2, h_3, \dots, h_i\} \quad (2)$$

ここで、 h_i は地点 i の評価値、 H は流域全体の評価値を表す。式(2)は、多地点で得られた評価値のうち、一番評価の悪い地点での値を取り上げることを意味する。また、流量と降水などデータ間の相関性を適中率の概念²⁾によって表現する。相関性の高い地点、種類では、特定のデータしか得られない場合においても渇水の評価が行えるようになる。

4. 渇水流況の評価 従来は、年間総流量分布を対象として、現流況における総流量の非超過確率をもって、渇水の発生確率としてきた。しかし、この方法は総流量の大小のみを評価しており、ハイドログラフ形状の異常性については、何も考慮されていない。従って、流況の異常性を基準にした渇水評価を行うため、次式より発生確率 PC_i を算定する。すなわち、

$$PC_i = Ph_j * P_{Dj} * P_{qj} + PS_j \quad (3)$$

である。ここに、 Ph_j はクラスター j 自身の発生確率、 P_{Dj} は内部距離の非超過確率、 P_{qj} は流況の総流量 q のクラスター j 内での非超過確率、 PS_j はクラスター j より小さい総和(年間総流量)をもつクラスターの発生確率の総和である。

5. 適用と考察 South Saskatchewan

riverを対象としてSaskatoonとLemsfordにおける75年間の月平均流量で適用しよう。パターン分類するにあたって、1月から12月までの月平均流量を一つの期間として取り扱うことにする。分類の結果、両方法とも、4月にピーク流量を持つハイドログラフ、6月のピーク流量が最も小さいハイドログラフが抽出されているので、多数のデータから極小数の異常流況を検出できたことになる。しかし、ISODATA手法の方が内部距離が小さく、解の収束も早く計算時間も短くて済むため効率的といえよう。

次に、降水データについても同様のパターン分類を試みた。降水の形状(ハエトグラフ)はハイドログラフに比べて

かなり激しく変動をしたパターンとなった。さらに、流量と降水の相関性を調べた結果、Saskatoonで観測される流量は、その上流で降った降水によるものであり、Saskatoonでの降水傾向が上流の降水傾向と同じ場合は相関性が現れることがわかった。つづいて、分類されたハイドログラフと1988年のLemsfordの流量データを使って渇水流況評価を試みよう。式(3)に基づきパターンの異常性を基準にして渇水評価を行うと、1988年の流況の発生確率は0.1009、渇水のReturn Periodは9.9年となった。この結果は、従来の総流量分布を対象にした方法による結果とあまり変わらないものであった。

6. 期間分割の考察 1年を2期間に分割し、第1期間を5~8月、第2期間を9~4月に分割して分類化手法を利用する。また、この期間分割では、第1期間(season1)に流量の多い時期が、第2期間(season2)に流量の少ない時期が分類されている。流量が多い時期と少ない時期に分割した場合は目的関数に正規化項を加える意味が薄れるため、流量の大小も考慮できる目的関数を設定する。すなわち、分母をはずした目的関数を使って2つの期間のそれぞれでパターン分類を行った。分類されたクラスターセンターを見れば、season1においてもseason2においても、前述の結果より特徴のあるセンターが得られている。最後に、Lemsfordにおける1988年のデータを使って、期間分割したパターンでの渇水評価をはかろう。その結果、1~4月までの流況の発生確率は0.0138、渇水のReturn Periodは72.3年となった。また、season1においては、1988年のseason1の流況の発生確率は0.0694、渇水のReturn Periodは14.4年となった。これらの結果は、1期間の時の評価より深刻な渇水であると評価している。パターンの広がり少ない時期に、クラスターセンターからの距離が大きい流況が表われ、特に小さい発生確率となったのであろう。

7. おわりに 本研究では水文事象のパターン分類を行うため、目的関数の設定、分類化手法の決定を行った。さらに、データ間の相関性、流況の分類・渇水の評価手法についても検討したが、今後水利用状態との対応を考え、渇水評価の妥当性を検討していきたい。

参 考 文 献: 1) J.T.Tou, R.C.Gonzalez: Pattern Recognition Principles

2) 鈴木栄一: 気象統計学、地人書館

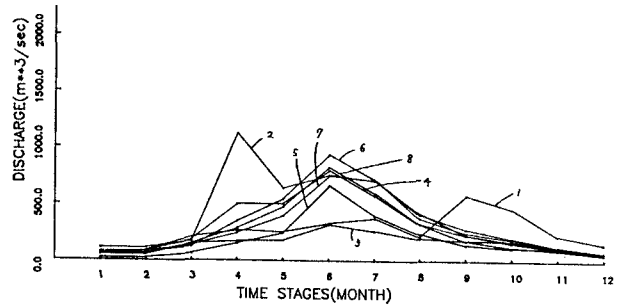


図-1 分類されたクラスターセンター (ISODATA手法)

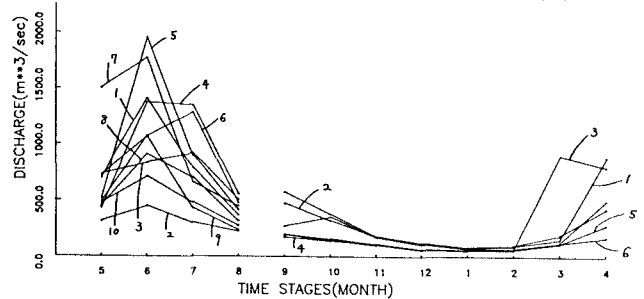


図-2 分類されたクラスターセンター (2期間)