

自己組織化マップを用いた全国一級水系の渇水流況パターン分類

首都大学東京 都市基盤環境工学専攻 学生会員 ○梶井 剛
 首都大学東京 都市基盤環境工学専攻 正会員 河村 明
 首都大学東京 都市基盤環境工学専攻 正会員 天口 英雄
 首都大学東京 都市基盤環境工学専攻 学生会員 岡元 宏薫

1. はじめに

近年、世界的な人口の増加、途上国の急激な経済成長に伴う都市化などの影響により世界的に水需要が増大している。日本においても、近年の少雨化や降水量の変動幅の増大によって、全国各地で渇水が頻発傾向にあり、水資源の確保は急務となっている。一方で、大都市圏では人口集中に伴い河川周辺への人口・財産の集中が進んでおり、洪水による被害は規模に関わらず甚大なものとなっているため治水対策もまた急務となっている。しかし、治水対策や水資源開発の計画には河川の正確な流況把握が必要不可欠である。特に、豊水・渇水時の流況パターン分析は重要であり、全国の河川について地域性や気候にとらわれない流況パターン分類を行い、渇水・洪水に対する河川の脆弱性の把握が望まれている。現在、パターン分類手法である自己組織化マップ(SOM)は、入力データの類似度をマップ上に描画し、一般的には捉えにくい多次元のデータ群を二次元マップ上に可視的に分類することができる特徴を有しており、経済・医療・工学分野などで幅広く利用されており、その有用性が認められている分類手法である。そこで、本研究では流量年表¹⁾より抽出した、日本全国 109 一級水系の代表地点における日流量データを基に確率流況曲線を作成し、SOM を用いて、10 年確率渇水年の流況パターンを分類し、渇水に脆弱な流況パターンを抽出することを試みている。さらに、これらの流況パターンと年間降水量分布との関連性についても考察を加えている。

2. データの概要

本研究では、日本河川協会発行の流量年表より収集した日平均流量²⁾を水系ごとに基準化するため流域面積で除した比流量を解析対象としている。対象とした観測点は各水系の幹川における代表観測点であり、独自の基準を設けて最適な観測点を選定している²⁾。期間は観測開始から 2004 年までである。さらに、収集したデータを精査し、必要に応じて欠測データを線形補完している。本研究では、このデータから確率流況曲線を作成し、10 年確率渇水年を抽出している。更に流況パターン分析では、確率渇水年における代表値として、1 年の日流量を降順に並べた場合の、それぞれ 1, 95, 185, 275, 355, 365(ないし 366) 日目の日流量、

すなわち最大・豊水・平水・低水・渇水・最小比流量の 6 つの流量データを SOM の入力としている。

3. 自己組織化マップの適用

本研究で用いた SOM は、まず図-1 に示すように二次元マップ上にニューロンと呼ばれる六角格子が規則正しく配置する。各ニューロンは参照ベクトルと呼ばれる入力ベクトルと同次元のベクトルを持ち、入力ベクトルの特徴に漸近するように学習を繰り返させた。最終的に各入力ベクトルは、最も近い参照ベクトルを持つニューロンに分類された。本研究では、109 水系それぞれに対して、入力ベクトルは前述のように抽出した確率渇水年の代表値(6 次元のベクトル)であり、 8×8 の 64 個のニューロンを持つマップに分類した。その結果、類似性の高い水系はマップ上で近く、そうでない水系は遠くに分類され、視覚的に入力ベクトル間の特徴を把握することができるが、ここでさらに、各ニューロンを K-means 法を用いてより客観的に 7 つのグループへ分類した。K-means 法は、非階層的なクラスタ化のシンプルな手法として、幅広い分野に利用されている。図-2 に SOM による各水系の分類結果、図-3 に各グループの参照ベクトルの昇降順対数確率流況曲線³⁾を示している。図-3 に示した曲線と図-2 の色は対応している。

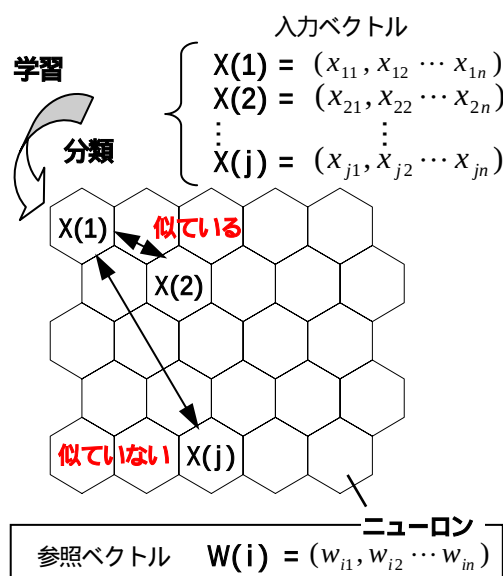


図-1 自己組織化マップの概念図

キーワード：自己組織化マップ、全国一級水系、渇水年、流況パターン

連絡先：〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 都市基盤環境工学専攻 E-mail: kajii-go@ed.tmu.ac.jp

4. パターン分析結果

図-2 に示した渇水年の水系分類マップ上の各参照ベクトル(図-3)より、最小比流量がほとんど $0 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ で最も渇水に対して脆弱なのはグループ 4 であることが分かる。このグループには安倍川(静岡県に河口を持つ)・日野川(鳥取県)・土器川(香川県)・山国川(福岡県)などの東海地方より西側に位置する河川が分類される結果を得た。これらの河川は、流域面積が最大でも 860 km^2 と小規模な特徴を持っていた。また、このグループ内の参照ベクトルから昇降順対数確率流況曲線³⁾を作成すると、図-4 に示すように 2 つの代表的な渇水パターンを確認することができる。渇水時の特徴として、低水比流量からの落ち込みは緩やかであるが、渇水比流量以下の落ち込みが激しい流況パターン(渇水パターン A)と、低水比流量から渇水比流量の落ち込みが激しく、その後ほぼゼロとなる流況パターン(渇水パターン B)の 2 つのパターンがあることが分かった。特に、パターン B では流量がゼロとなる日が多くなり、深刻な渇水傾向があることが分かった。

5. 年間降水量との関連性

渇水年の水系分類マップ(図-2)から、年間降水量が少ない地域に属している河川においては、最大比流量が最も小さく最小比流量が最も大きい、すなわち年間を通じて流況変動が最も小さいグループがおおむね対応していることが分かった。これらのグループには年間降水量が少ない地域に属する北海道の大半の河川と東北～関東地方の太平洋側の河川が主に分類された。また、前節において取り上げた最小比流量が最も小さい渇水パターン A・B に分類された河川における対象流域内の年間降水量は、土器川(香川県)を除いておおむね日本の平均降水量の約 1700 mm を大きく上回っており、年間降水量との関連性は確認できなかった。この結果から、年間降水量は最大比流量と関連性は認められるものの、最小比流量とのそれはなく、一概に降水量の少ないところは渇水傾向にあるとは言えないことが分かった。

6. むすび

SOM を用いることにより、日本全国 109 一級河川の全体的な流況パターンを分類することができた。その結果、同じく最小流量がゼロでも、渇水の深刻さの異なる 2 つのパターンを確認することができた。さらに、最小比流量と年間降水量の関連性は低いことが分かった。今後は、流量のみならず流域面積、降水量や気温などの諸データも含めた分類結果から河川のパターン分類を行い、諸データだけで流況が判別できるようなマップの作成が課題であるが、様々な流況パターンを持つ河川の流量および諸データが必要となる。

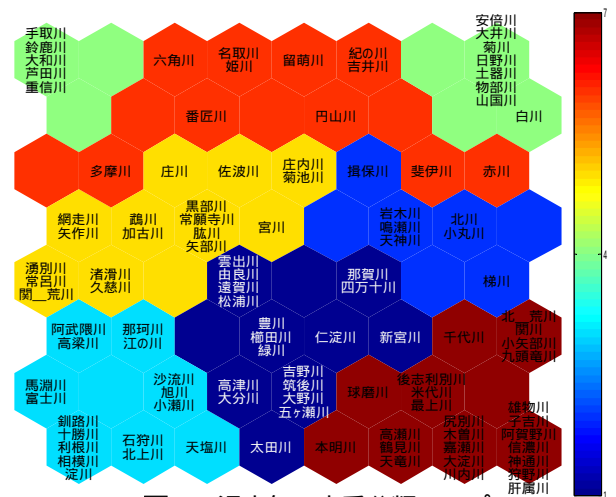


図-2 渇水年の水系分類マップ

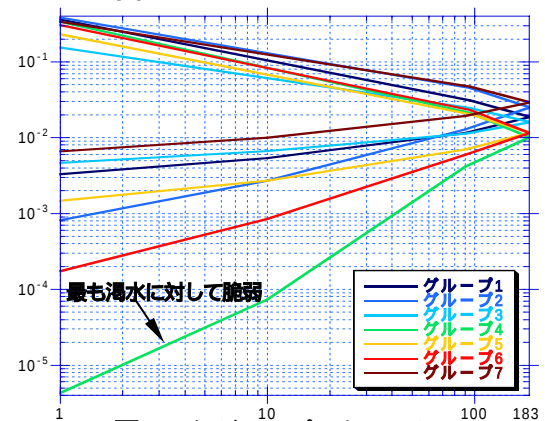


図-3 各グループの参照ベクトル

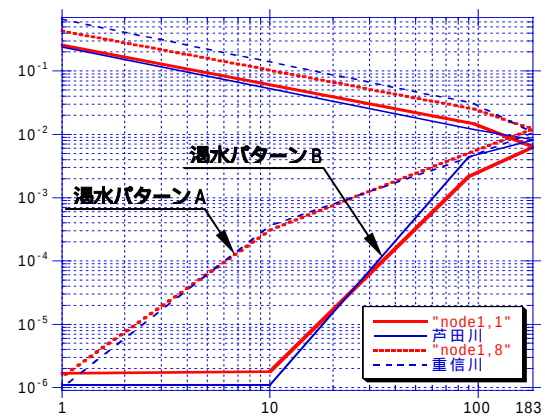


図-4 渇水パターン A・B の参照ベクトル

謝辞: 本研究に使用した相模川の日流量データについて、神奈川県企業庁水道電気局利水課よりデータの提供を受けました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省・建設省河川局：昭和 13 年度～平成 15 年度流量年表，日本河川協会，1938-2003。
- 2) 岡元宏薫，梶井剛，河村明，天口英雄：一級水系代表観測点における流量年表データベースの信頼性について，第 37 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集，CDROM，土木学会関東支部，2009。
- 3) 河村明，久野祐輔，神野健二：昇降順対数流況曲線の提案，土木学会論文集 No761，pp.91-94，2004。