

II-119 パターン分類による低水流況の分類と渇水管理

岐阜大学大学院 学生員 高野直樹
 岐阜大学工学部 正 員 小尻利治
 株式会社MDI 関野 学

1. はじめに

近年各地で渇水が生じているが、こうした渇水は総流量の少なさだけでなく、流況パターンと利用パターンのくいちがいによって引き起こされるといえよう。また、水利用、特に、節水時は一日もしくは半旬単位で規制されており、渇水流況の特徴抽出もそれにあわせて展開する必要がある。そこで本研究では、パターン分類化方法を導入して、流況からみた渇水生起要因を抽出すると共に、分類されたハイドログラフをもとに今後の流況予測を行うものである。さらに貯水池操作を加え、実時間での渇水管理手順を提案する。

2. 低水流況の分類

(1) 豊川水系における流況の分類 昭和44年から平成元年までの豊川宇連ダムに入ってくる流入量データを用いて、ISODATA法により形状の相違を重視したパターン分類を行おう。ここで、分類化の目的関数は、次式のように設定する¹⁾。

$$OFa(X(i), Z(j)) = \max \left\{ \frac{|X(i, t) - Z(j, t)|}{Z(j, t)} \right\} \quad (1)$$

ただし、 $X(i, t)$ は時刻 t 、サンプル番号 i の流量観測値、 $Z(j, t)$ は時刻 t 、クラスター（分類された代表ハイドログラフ） j の流量値である。さらに、分類されたクラスター内（図-1参照）で1期間（15日）ごとに、対数正規の分布を仮定してパラメータの同定を行う。

(2) クラスターの安全度

信頼度：(1)で求めた確率密度関数を用い、需要量以上で積分すると、クラスター別、期間別信頼度 $REL(j, t)$ が得られる。

回復度：渇水が回復する確率であり、渇水期間の平均値の逆数として $res(j, t)$ で表すことができる。クラスター j での回復度は、属するハイドログラフ集合の平均値とし、全クラスターでの回復度は、クラスターのデータ数 N_j を重みとし、重み付け平均とする。

3. 低水時における貯水池の渇水操作

低水時におけるダム貯水池放流量は、固定された放流規則を基に異常現象（渇水）に対するダム管理者の経験や気象予測を加味し、水利用者間で協議し決定されている。本研究では、貯水池操作のエキスパートシステム化を図るべく、推論機構に曖昧性を評価しうるFuzzy理論を導入するものである²⁾。すなわち、現在までの供給パターンの経過状況（流入ハイドログラフの形状）、現貯水量の2点に注目し、次のような節水率の決定手順を設定する。

(1) 放流ルールの作成 ある同じ流入量パターンが今後一年以上続とした場合、ある任意の期間において貯水量が仮定されたとき、1年経っても渇水が起こらなければその貯水量は必要量を満たしていたことになる。その最小量を必要貯水量と呼ぶと、必要貯水量より現貯水量が多ければ節水の必要はない

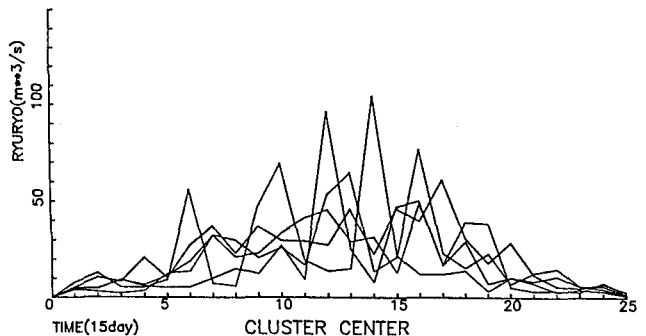


図-1 分類された代表ハイドログラフ

が、将来や次期間の流入量が少ない場合は不足水量を補わなければならない。予め分類されたハイドログラフ、分割された貯水量ごとに不足水量に見合った放流ルール（節水率）を求めておき、渇水対策の操作ルールとする。ここに1期間は15日に相当し、節水は一次（10%）、二次（20%）、三次（40%）と、異常渇水対策のため4次（50%）、5次（60%）、6次（70%）を想定する。将来に節水率が強化される組合せを排除すると、表-1のような15通りのルールが考えられる。

（2）類似度の算定 現在までの流入量

データと各分類されたハイドログラフとの形状の相違より、類似度は次式で算出される。

$$DS(j) = \max \{ |X(t) - Z(j, t)| / Z(j, t) \} \quad (2)$$

（3）Fuzzy制御を利用したダム貯水池操作

特定の流況パターン、貯水量に対する放流量（節水率）を任意の条件に対応するため、

IF（流況パターン、貯水量）， THEN（放流ルール） （3）

なるIF-THENルールベースを定義する。この時、前件部（流況パターン、貯水量）は、必要貯水量と現貯水量の差、各分類された代表ハイドログラフと現流入ハイドログラフ度の差を変数とした類似度が相当する。また、後件部は供給パターンであり、Fuzzy 制御によって放流量として算出される。具体的には、流況の相違からくるメンバーシップ関数値を $f_m(ds)$ 、貯水量からくるメンバーシップ関数値を $f_m(\alpha)$ とすると、前件部の類似度（ $f_m(u, v)$ ）は相加平均法より、 $(f_m(ds) + f_m(\alpha)) / 2$ となる。また、後件部のメンバーシップ関数を $f_m(qo)$ とすると、放流量は重心法より、

$$QO = \frac{\int V \{f_m(u, v) \wedge f_m(qo)\} qo dqo}{\int V \{f_m(u, v) \wedge f_m(qo)\} dqo} \quad (4)$$

で求められる。ここに、 V は最大化、 $\wedge$ は最小化演算を表す。ある年の適用結果では、代表ハイドログラフとの距離が $DS=3.6, 12.1, 3.5, 6.8, 0.02$ となり操作ルール4, 5, 11, 12が対象となった。これは、節水率2、3、4次に相当しその適合度は $w=0.34, 0.80, 0.87, 0.63$ となり後件部のメンバーシップ領域は図-2のようになった。その結果、節水率は12.0であった。

4. おわりに

本研究は、渇水現象が流況パターンと供給パターンの食い違いから生じると考え、パターン分類による代表ハイドログラフの設定と仮定された貯水池操作ルールのもとでの実時間管理方法を提案した。ルール

の設定やメンバーシップ関数の取り方に考察を加え、渇水時の管理支援システムを構築して行きたい。

《参考文献》

- 1) 横山正治：多地点、多種データのパターン分類による渇水評価に関する研究、岐阜大学工学部卒業論文1989
- 2) 菅野道夫；ファジィ制御、日刊工業新聞社、1988

表-1 設定された操作ルール

ルール番号	節水方法（期間割）
放流ルール1	1次
放流ルール2	2次
放流ルール3	2次 1次
放流ルール4	2次 1次 1次
放流ルール5	2次 2次 1次
放流ルール6	3次 2次 1次
放流ルール7	3次 2次 2次
放流ルール8	3次 3次 2次 2次
放流ルール9	3次 3次 3次 2次 2次
放流ルール10	3次 3次 3次 3次 2次 2次
放流ルール11	3次 3次 3次 3次 3次 3次
放流ルール12	4次 4次 4次 3次 3次 3次
放流ルール13	5次 5次 5次 3次 3次 3次
放流ルール14	5次 5次 5次 5次 5次 5次
放流ルール15	6次 6次 6次 6次 6次 6次

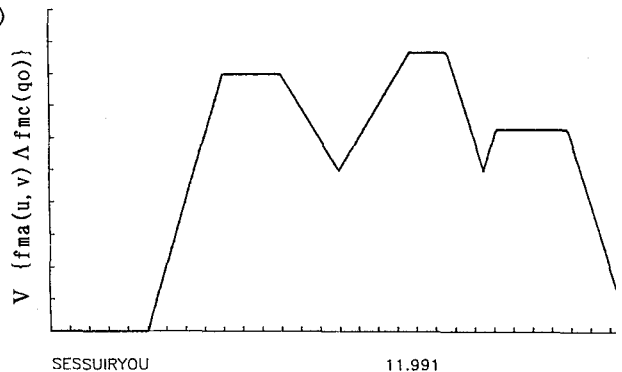


図-2 後件部のメンバーシップ関数