

パターン分類による低水流況の分類と渇水管理

岐阜大学工学部 正会員 小尻利治
 岐阜大学工学部 正会員 宝 馨
 岐阜大学工学部 学生員 ○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で引き起こされるといえる。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、ISODATA法により形状の相違を重視したパターン分類を行う。ここで、分類化の目的関数は、次式のように設定する。

$$OFa(X(i), Z(j)) = \max_t \left\{ \frac{|X(i, t) - Z(j, t)|}{Z(j, t)} \right\} \quad \text{ただし、} X(i, t) \text{は時刻} t, \text{サンプル番号} i \text{の観測値}$$

さらに、分類されたクラスター内（図-1参照）で1期間（15日）ごとに取り出し、対数正規の分布を仮定してパラメータの同定を行う。

(2) クラスターと渇水の相関

分類されたハイドログラフ（クラスター）と渇水現象の相関を示すための中率の概念を導入する。すなわち、クラスター j の渇水頻度を $N1j$ 、非渇水の頻度を $N2j$ 、クラスター j 以外の事象を $N1k$ 、 $N2k$ とすると、

$$\frac{N1j}{N1} > \frac{N1k}{N2} \quad (2)$$

のとき渇水とクラスター j は相関を持つことになる。的中率を各期間、及び全期間で求め、流況の渇水可能性とする。（図-2参照）

(3) 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 $p_s(j, i)$ が得られる。（図-3参照）

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 $res(j, i)$ 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 $Nj \cdot$ を重みとし、重みは平均とする。

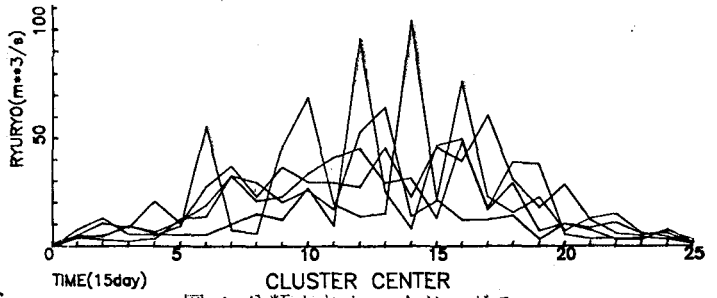


図-1 分類されたハイドログラフ

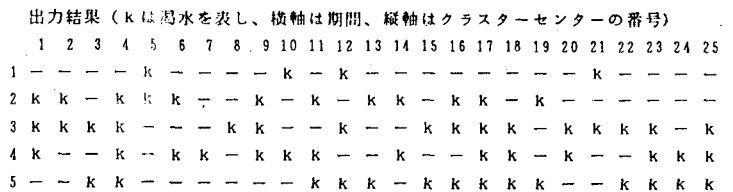


図-2 クラスターと渇水の相関

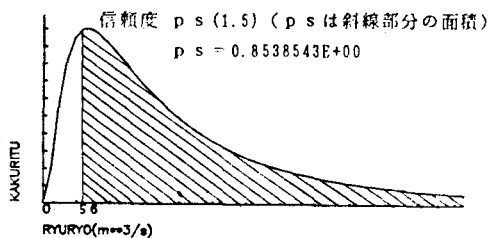


図-3 クラスター1、期間5(2/15~3/1)の信頼度

3. 渇水時における貯水池の渇水操作

現在、ダム貯水池の放流量は、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、水利用者間で協議されて決定している。本研究では、このあいまいな部分をFuzzy理論を用いて処理し、将来の流入量を考察した渇水時のダムの操作方法を提案する。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

必要貯水量より現貯水量が多ければ節水の必要はないが、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。そこで、予め各クラスター、各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%)に限定する。将来に節水率が強化される非現実的な組合せを排除すると、表-1のような7通りのルールが考えられる。

表-1 放流ルール

①	1 期間 1 次節水
②	1 期間 2 次節水
③	1 期間 1 次節水 + 1 期間 2 次節水
④	2 期間 1 次節水 + 1 期間 2 次節水
⑤	1 期間 1 次節水 + 2 期間 2 次節水
⑥	1 期間 1 次節水 + 1 期間 2 次節水 + 1 期間 3 次節水
⑦	1 期間 2 次節水 + 1 期間 2 次節水 + 1 期間 3 次節水

いま、需要パターン $D(t)$ 、供給パターン $Z(j, t)$ 、渇水になる時点を t_a 、渇水から回復する時期を t_b とすると、時点 t_c の必要貯水量 $N_j(t_c)$ は

$t_a \leq t_c < t_b$ のとき

$t_c < t_a, t_b \leq t_c$ のとき

$$N_j(t_c) = \int \{ D(t) - Z(j, t) \} dt \quad (3) \quad N_j(t_c) = \int \{ D(t) - Z(j, t) \} dt - \int \{ Z(j, t) - D(t) \} dt_1 \quad (4)$$

(ただし、 $N_j(t) < 0$ のときは、 $N_j(t) = 0$)

となる。

(2) 類似度の算定

現時点における現在までの流入量データと各クラスターとの形状の相違より、類似度は次のように算出される。

$$DS(j) = \max | X(t) - Z(j, t) | / Z(j, t) \quad (5)$$

(3) Fuzzy推論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は、節水率に対応し、どの放流ルールを用いればそれ以上の渇水が発生しないかを目的として求めることができる。しかし、これは設定された貯水池条件下で成立しており、現流入量に対する放流は定かではない。そこで任意の条件に対応するため、

$$IF \text{ (流況パターン、貯水量) }, THEN \text{ (放流ルール)} \quad (6)$$

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、各クラスターセンター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推論によって、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 $(f_m(\alpha, v))$ は、 $(f_m(ds) + f_m(\alpha)) / 2$ となり、後件部のメンバーシップ関数 $f_m(q_0)$ とすると、放流量は重心法より、

$$QO = \int \{ f_m(\alpha, v) \vee f_m(q_0) \} q_0 dq_0 / \int \{ f_m(\alpha, v) \vee f_m(q_0) \} dq_0 \quad (7)$$

と表される。

4. おわりに

貯水池の渇水操作に関しては、現在適用中であり、その結果は講演時に述べる。

5. 参考文献

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、岐阜大学卒業論文、1989