

貯水池操作における渇水流況のパターン分類

神戸大学工学部 正員 神田 徹
三井造船 正員 森田 哲也
銭高組 正員 ○岡本 剛士

1. まえがき 利水用貯水池操作において、将来流入量時系列の時間変動に関する高度の長期予測が可能であると、渇水時の被害を最小限にとどめることができるが、現在の予測能力では困難であるといえよう。そこで将来流況の長い時間単位の流量変動パターンに着目して貯水池操作を行う次の方法が考えられる。①過去の流況を、長時間の流入量平均等のある条件のもとで分類する。②将来流況が①で分類するいずれのクラスに属するかを調べる。③将来流況が属するクラスを代表する最適放流ルールを将来の操作とする。

本研究では、上述のような分類（貯水池操作に有効な分類）を見つける一手法を提案し、模擬発生させた渇水流況への適用によって貯水池操作に有効な分類とはいかなるものかを検討した。

2. 貯水池システムの諸元 対象とした貯水池システムは利水を目的とした単一貯水池で、貯水池操作期間は36期間とする。操作開始以前、以後の事は全く考慮する必要のないものとし、単位期間内での貯水池流入量、放流量は一定とする。また、1次のマルコフ過程に従う貯水池流入量時系列を発生させ、それを無節水放流方式で操作を行い渇水被害が生じる流況（渇水流況）を1000組抽出する。その渇水流況を研究対象とした。

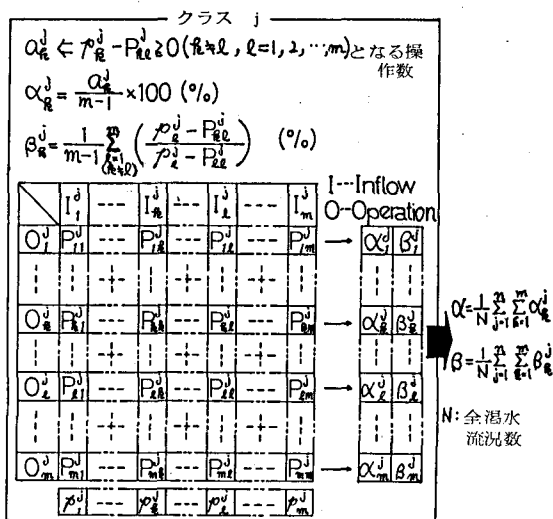
3. 渇水流況の分類手順 渇水流況の分類手順は次の通りである。①渇水流況を時系列特性量によりクラス分けする。②そのクラス分けの適切度がある指標で評価する。

まず、表-1に示す特性量の各々に上限値、下限値を定め、その間をいくつかのクラスに区分し、各クラスに渇水流況を振り分けることによりクラス分けを行う。このときのクラスの数を区分数という。

次に、クラス分けの評価を行う指標について以下に示す。①区分数 n のクラス j ($j=1, 2, \dots, n$) に属する渇水流況数を m とする。②渇水流況 I_{ℓ}^j の無節水放流方式による渇水被害を P_{ℓ}^j ($\ell=1, 2, \dots, m$) とする。③渇水流況 I_{ℓ}^j に対する最適操作を D, P により決定し、その放

表-1 特性量

特性量	記号
渇水終了時期	t_d
渇水開始時期	t_o
渇水継続期間	d
渇水期間の流入量平均	$\bar{Q}_d$
全期間の流入量平均	$\bar{Q}_a$
最大需加不足水量	V_d
渇水継続期間の流入量に対する $\bar{Q}_d$ からの分散	E_d
全期間の流入量に対する $\bar{Q}_a$ からの分散	E_a



流ルールを O_l^j とする。また、 O_l^j を渇水流況 I_l^j ($l \neq R$) に適用するときの渇水被害を P_{ll}^j とする。本研究では α 、 β の 2 種類の指標を設定するが、その算出のための概略を図-1 に示す。 α は全渇水流況 1000 組を対象とする α_{1000} と、渇水規模の小さい渇水流況を除いた渇水流況 780 組を対象とする α_{780} について算出し、 β は 780 組の渇水流況を対象とした。 α 、 β とも 100 % の分類が貯水池操作に対して最も有効な分類となるよう設定した。

4. シミュレーション結果と考察 図-2、図-3 は特性量 1 種類を用いた分類 (1 次元分類) において区分数を変化させたときのグラフであり、渇水開始時期 t_0 、渇水終了時期 t_d が他の特性量に比べ高い値を示している。図-4 は 1 次元、2 次元分類において区分数を 9 としたときの指標値の高い順に並べたグラフである。ここで RANDOM は、特性量の値に無関係 (ランダム) に渇水流況をクラス分けした場合の値であり、最も不適切なクラス分けに相当すると考えられる。この図から、 t_0 、 t_d が含まれる分類は他の特性量どうしの組み合わせより上位に集まっていることがわかるが、特に α において星印のところで明確な段差がついている。以上のことから、 t_0 、 t_d は貯水池操作に対して有効な分類を行うための特性量であるといえるであろう。

次に、図-5 と 3 次元、4 次元分類における同様のグラフを検討した結果、貯水池操作に対して非常に有効な分類は、全区分数を同一に保つという条件下では渇水開始時期 t_0 と最大累加不足水量 V_d 、または渇水終了時期 t_d と渇水期間の平均流入量 $\bar{Q}_d$ の組み合わせによる 2 次元分類であることがわかった。

そこで、 t_0 と V_d の組み合わせによる分類で区分数を 9 としたときの、代表的な 3 クラスの平均渇水流況を時系列表示したのが図-5 である。この図から本研究で提示した手法による分類は、渇水流況を時系列表示したときのパターンにより分類を行う場合と同様の結果となることがわかった。

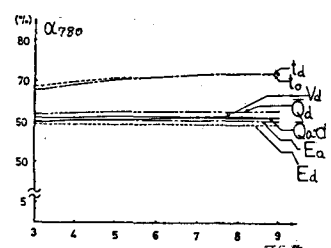


図-2 1次元分類 α_{780} 区分数

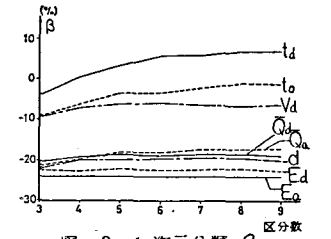


図-3 1次元分類 β 区分数

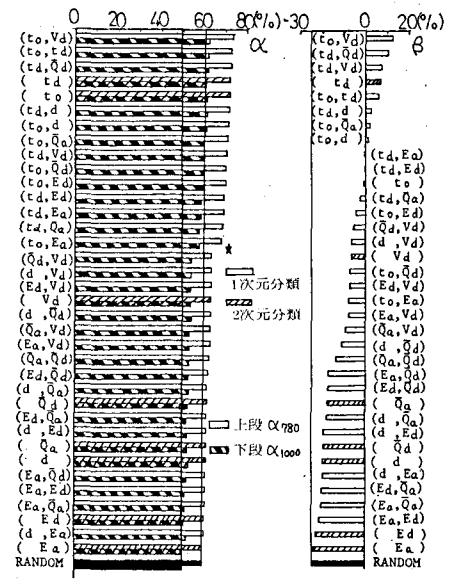


図-4 区分数9 の分類

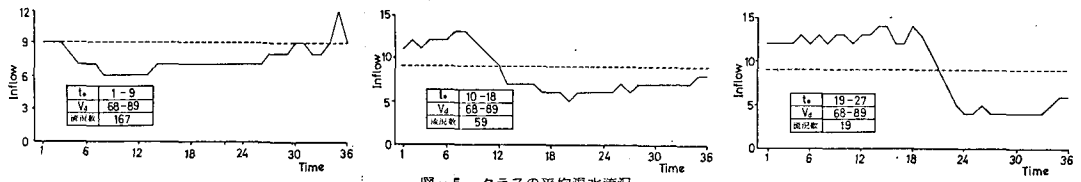


図-5 クラスの平均渇水流況