

貯水池の放流操作法からみた利水機能の評価

名古屋工業大学 ○学生員 川口篤昭, 正員 長尾正志, 学生員 鈴木正人

1. 研究の概要

著者らは2段階推移の手法を用いて、定常状態における放流量の同時分布を直接計算する手法を提案してきた¹⁾。本研究は、この放流量同時分布を用いた利水機能評価関数にしたがって、貯水池利用の各目的に応じた放流操作法をみいだそうとするものである。

2. 放流量同時分布を用いた利水機能評価関数

相関離散分布流量を受ける貯水池を、貯留と放流からなる2段階の推移を考えた推移確率行列を用いて表現する。ここで、放流操作法として実放流量を貯水量に対応した形式で表現しておけば、実放流量の同時分布 $\text{Prob}[R_t = i, R_{t+1} = j]$ が導かれる。(ただし、 M : 目標放流量、 R_t : t 期間での放流量、 $i, j = 0, 1, 2, \dots, M$) そこで、実放流量同時分布に対して、利水機能の評価関数を以下のように設定した。

$$\text{目標充足期待値} = M \times \text{Prob}[R_t = M, R_{t+1} = M] \quad (a)$$

$$\text{期待自乗不足率} = \sum_{i,j=0}^M \left[\{ (M-i) + (M-j) \} / 2M \right]^2 \times \text{Prob}[R_t = i, R_{t+1} = j] \quad (b)$$

(a)式の目標充足期待値は、時間的に連続して目標放流量を放流できる確率に目標放流量を乗じたもので、この値が大きいほど、平均的にみて、目標放流量に対して満足する量を放流できる。また、(b)式の期待自乗不足率は、連続した期間における放流量の組み合わせの確率に、目標放流量に対する不足率の自乗を乗じたもので、この値が小さいほど渇水の厳しさを抑えることができる。

3. 放流操作法

貯水量が目標放流量より多ければ目標放流量を、それ以下であれば貯水量全部を放流する

表-1 放流操作法 (Z : 貯水量, M : 目標放流量)

操作法名	無節水	25%節水	50%節水	75%節水	節水
放流量 ($Z > M$)	M	M	M	M	M
放流量 ($Z \leq M$)	Z	$3Z/4$	$Z/2$	$Z/4$	0

とした操作を無節水操作とし、他方、貯水量が目標放流量以下であるときは放流しないという、節水を考慮した操作を節水操作と呼ぶ。また、この両極端な操作法の間に対応する操作を3段階に分けて表1のように表現した。これを、中間節水操作と呼ぶ。

4. 計算結果

(1) 放流操作法と利水機能評価関数との関係

流入量分布に、上限 $N = 8$ 、形状母数 $\alpha = 0.3$ 、相関係数 $\rho = 0.6$ の相関二項分布を用い、貯水池容量を $K = 30$ として、各操作法に対する利水評価関数を計算した。

まず、操作法の違いによる目標放流量と目標充足期待値との関係を図-1に示す。どの操作法も、目標放流量が流入量平均2.4の近傍で最大となる。また、どの目標放流量に対しても節水操作が最大値となり、無節水操作が最小の値を示している。また、中間節水がその間にくる。これより、節水、中間節水、無節水の順に、平均的にみて目標放流量に対して満足する量を放流できる操作法である

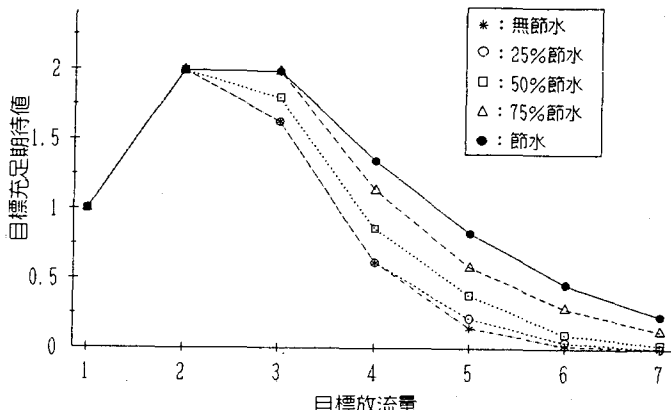


図-1 各操作法による目標放流量と充足期待値

といえる。

つぎに、各操作法による目標放流量と期待自乗不足率との関係を図-2に示す。どの操作方法についても、目標放流量が流入量平均以下である $M=1$, 2の場合は自乗不足率はほぼ0となっているが、流入量平均を上回ると自乗不足率は増加する。また、どの目標放流量に対しても無節水操作と25%節水操作がほぼ同じ値で最小、節水操作が最大となる。さらに、やはりその間に中間節水がくる。これから、渇水の厳しさを低くすることのできる操作は、無節水操作および25%節水操作であるといえる。

(2) 放流操作方法の選定

今回設定した2つの利水機能評価関数は、2.で述べたように意味合いが異なるので、各評価関数に対する最適な操作方法が違う。そこで、各評価関数を基準化した値の加重平均値を総合評価関数とし、これを用いて放流操作方法の選定を行った。評価関数値の基準化の方法は、充足期待値を例にとると、各目標放流量において最小値を示す操作法を基準に改善率を求め、その中の最大値を100として値を変換した。このようにして基準化したものを表-2, 3に示すが、目標放流量は、渇水状況のなかでの利水効果を見るため流入量平均以上のものを対象としている。

まず、重み付けを同じにした場合の総合評価関数の値を表-4に示す。どの目標放流量に対しても50%節水操作が最大値となっている。充足期待値と自乗不足率の評価量を同等に扱ったため、無節水と節水のちょうど中間にあたる操作法が選ばれたことになる。

つぎに、充足期待値1に対し自乗不足率3の重みを付けた場合の総合評価関数の値を表

-5に示す。平均値でみると25%節水が最大であり、目標放流量別に検討すると、 $M=3$ の場合は、わずかに無節水操作が大きい、それ以上では25%節水が最大になっている。自乗不足率の重みを大きくしたため、渇水の厳しさを最も抑えることのできる操作法が選定された。以上のように、重み付けを変えて総合的な評価関数を設定することにより様々なダムの目的に適した操作方法を選定することが可能である。

5. 参考文献 1) 川口篤昭・長尾正志・鈴木正人：貯水池における溢流量を勘案した放流量の同時分布の導出，第45回年次学術講演会概要集，pp.288-289,1990

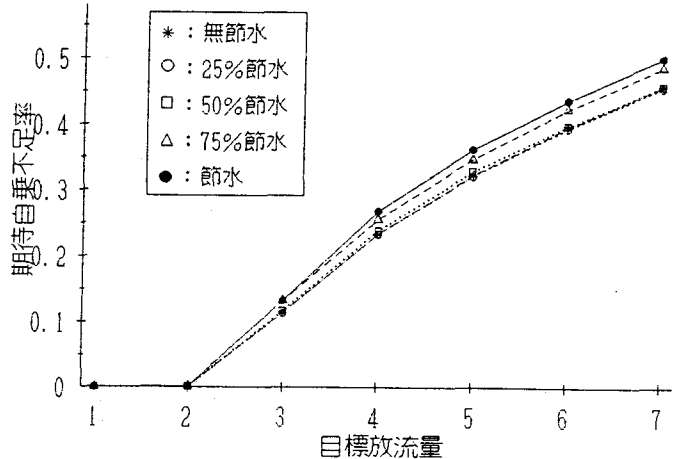


図-2 各操作法による目標放流量と期待自乗不足率

表-2 基準化した目標充足期待値

目標放流量	3	4	5	6	7	平均
無節水	0	0	0	0	0	0.0
25%節水	0	0	10	6	2	3.6
50%節水	48	34	35	19	11	29.4
75%節水	100	72	64	60	54	70.0
節水	100	100	100	100	100	100.0

表-3 基準化した期待自乗不足率

目標放流量	3	4	5	6	7	平均
無節水	100	100	96	95	95	97.2
25%節水	99	100	100	100	100	99.8
50%節水	79	86	82	89	93	85.8
75%節水	0	36	36	32	32	27.2
節水	0	0	0	0	0	0.0

表-4 総合評価関数 (充足1:不足1)

目標放流量	3	4	5	6	7	平均
無節水	50	50	48	47	47	48.4
25%節水	50	50	55	53	51	51.8
50%節水	*63	*60	*58	*54	*52	*57.4
75%節水	50	54	50	46	43	48.6
節水	50	50	50	50	50	50.0

*:最大値

表-5 総合評価関数 (充足1:不足2)

目標放流量	3	4	5	6	7	平均
無節水	*75	*75	72	71	71	72.8
25%節水	74	*75	*78	*76	*75	*75.6
50%節水	71	73	70	72	73	71.8
75%節水	25	45	43	39	37	37.8
節水	25	25	25	25	25	25.0