

II-113 直列、並列に接続された貯水池の利水機能の統合的評価

名古屋工業大学 学生員 倉井秀樹
 名古屋工業大学 正員 長尾正志
 日本工営 正員 川口篤昭
 名古屋工業大学 学生員 小西宏和

1. はじめに

わが国の水需要は、都市化に伴い増加傾向にある。この水需要増大に対処すべく、貯水池建設などによる水資源新規開発が必要となるが、特に近年、開発適地の減少、水源地域問題等により新規開発は非常に困難となってきた。したがって、既存の貯水池の効率的な運用により需要量の増加に対処していくことが期待される。そこで、本研究の目的は、単一あるいは複数の貯水池からなる貯水池系の利水機能の評価を的確に行い、合理的な利水補給操作方法を検討するものである。なお、放流量系列の継続量の結合分布などは2段階推移法を、また利水機能評価には継続放流量の期待値や期待自乗不足率を採用しているが、紙数の関係上詳細は文献に譲る。

2. 複数貯水池における適用

2.1 直列に接続された貯水池系

(1) 直列貯水池系のモデル化

図-1のように2つの貯水池を直列に接続された貯水池系を考える。すなわち、貯水池Aからの総放流量 D_A がそのまま貯水池Bの流入量 Q_B となる($D_A = Q_B$)。計算条件は、流入量分布として流入量上限 $N=8$ 、形状母数 $a=0.3$ 、相関係数 $\rho=0.6$ の二変数二項分布を用い、貯水池容量の配分は、上流、下流の貯水池容量の合計を30とし、配分比を(2:1), (1:1), (1:2)とする。ただし、比較検討のための単一貯水池の貯水池容量は $K=30$ とする。

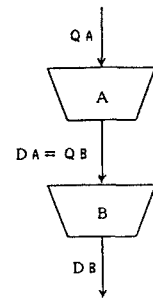


図-1 直列貯水池の概念図

(2) 単一貯水池との比較

まず、下流側貯水池の目標放流量を $M=2$ に固定して、上流側貯水池の目標放流量と目標充足期待値、期待自乗不足率との関係を図-2, 3に示す。ただし、上流、下流ともできるだけ目標放流量に近い放流量を流す無節水操作法を用いる。

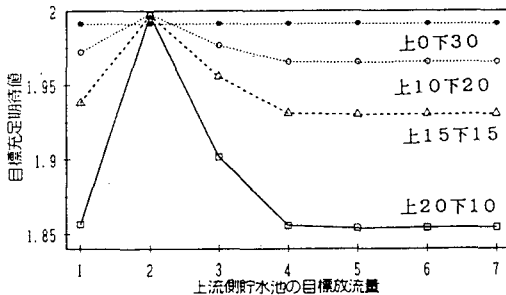


図-2 上流側目標放流量と目標充足期待値との関係

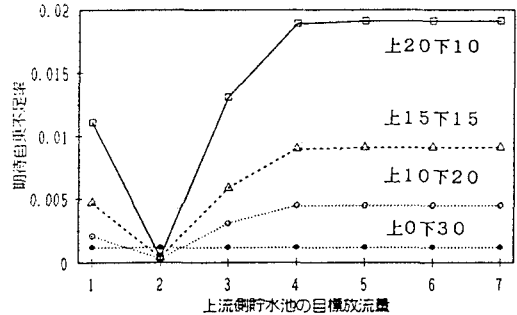


図-3 上流側目標放流量と期待自乗不足率との関係

図-2によると、上流側目標放流量 $M=2$ の場合に限って、単一の貯水池よりも2つの貯水池を用いるの方がわずかに目標充足期待値が大きい。貯水池を2つにした場合の比較では、(上流10:下流20)が最大で、そのつぎは(上流15:下流15)、(上流20:下流10)の順になる。したがって、下流の貯水池に容量を大きく配したものが値が大きい。自乗不足率が充足期待値とは逆に、小さいほど渇水の厳しさが少ないことを考えると、図-2と図-3とは、同じ傾向を示しているといえよう。以上により、直列貯水池の利点を出すには、上流側目標放流量の設定に慎重な配慮が、とくに上流側貯水池容量の比率が大きい場合には必要であるといえよう。

2.2 並列に接続された貯水池系

(1) 並列貯水池系のモデル化

図-4のように2つの貯水池が並列に接続された系を考える。ここで、利水機能の評価に際して実放流量系列の継続量の結合分布を用いる。なお、溢流量 L_A, L_B は分離して流される。他方、このような合流前の各地点において利水操作を行ったものに対して、図-5のように合流後の地点において単一貯水池による利水操作を行う場合を考える。ただし、ここでも、実放流量 R_C のみを機能評価に用い、合流前の並列貯水池と合流後の単一貯水池との利水機能評価量を比較する。なお、並列での計算条件としては、表-1の4ケースを設定する。また、単一貯水池の貯水池容量を $K_C = 30$ 、流入量分布は $N = 12, a = 0.3, \rho = 0.6$ の二変数二項分布を用いる。

(2) 目標放流量の組み合わせの検討

各ケースにおいて、目標放流量 M_A, M_B の和が4となる M_A と M_B すべての組み合わせの中で、実放流量平均、期待自乗不足率、目標充足期待値が最適値となる目標放流量の組み合わせと評価量を表-2に示す。これより、どのケースにおいても流入量平均の比率に最も近い目標放流量の組み合わせが最適として選出されている。したがって、 M_A, M_B の設定要因として、貯水池容量の比率の影響はごく小さく、流入量の比率に大きく依存することが分かる。

(3) 単一貯水池との比較

つぎに、目標放流量 M_A, M_B の和が8の場合、評価関数によって最適な M_A, M_B の組み合わせが異なる。そこで、期待自乗不足率について最適な組み合わせを表-3に、目標充足期待値については表-4に示し、並列貯水池系と単一貯水池とを比較する。合流後の単一貯水池における目標放流量 $M_C = 4$ と $M_C = 8$ の場合の各評価量を表-5に示す。まず、 $M_C = 4$ の単一貯水池（表-5）と $M_A + M_B = 4$ の並列貯水池（表-2）との各評価量を比較する。並列貯水池のケース2における $(M_A, M_B) = (2, 2)$ の期待自乗不足率だけは、わずかに単一貯水池より小さい。しかし、それ以外の評価量はすべて単一貯水池の方が優れている。つぎに、 $M_C = 8$ の場合、表-4と表-5を比較すると、目標充足期待値は並列貯水池のどのケースよりも単一貯水池の方が大きい。しかし、表-3と表-5との比較では、期待自乗不足率は並列貯水池のほうがどのケースについても小さい。したがって、渇水状態において、渇水の厳しさを抑えるといった観点からは、単一貯水池よりも詳細な目標放流量の組み合わせが可能な並列貯水池の方が、大きな利水効果が期待できよう。

参考文献 鈴木正人：利水用貯水池系における機能評価と合理的操作方法の研究，名古屋工業大学博士論文，1991

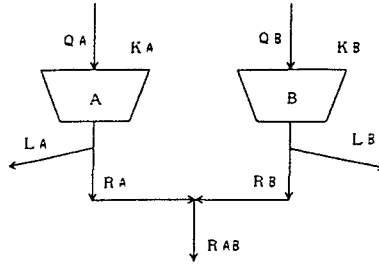


図-4 並列貯水池の概念図

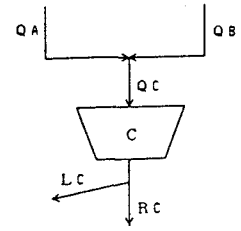


図-5 単一貯水池の概念図

表-1 並列貯水池系における各ケースの計算条件

ケース	1	2	3	4
貯水池容量(K_A, K_B)	(10, 20)	(15, 15)	(15, 15)	(10, 20)
流入量分布(Q_A, Q_B)	(Q 2, Q 2)	(Q 2, Q 2)	(Q 1, Q 3)	(Q 1, Q 3)

Q1: $N = 4, a = 0.3, \rho = 0.6$ の二変数二項分布（平均=1.2）

Q2: $N = 6, a = 0.3, \rho = 0.6$ の二変数二項分布（平均=1.8）

Q3: $N = 8, a = 0.3, \rho = 0.6$ の二変数二項分布（平均=2.4）

表-2 各ケースにおける最適な目標放流量の組み合わせと各評価量（合計目標放流量=4）

ケース	1	2	3	4
(M_A, M_B)	(2, 2)	(2, 2)	(1, 3)	(1, 3)
実放流量平均	3.4643	3.4826	3.3576	3.3509
期待自乗不足率	0.0512	0.0492	0.0680	0.0691
目標充足期待値	2.1651	2.2221	2.0430	2.0226

表-3 各ケースにおける最適な目標放流量の組み合わせとその期待自乗不足率（合計目標放流量8）

ケース	1	2	3	4
(M_A, M_B)	(6, 2)	(2, 6)(6, 2)	(4, 4)	(4, 4)
期待自乗不足率	0.3272	0.3304	0.3312	0.3313

表-4 各ケースにおける最適な目標放流量の組み合わせとその目標充足期待値（合計目標放流量8）

ケース	1	2	3	4
(M_A, M_B)	(4, 4)	(4, 4)	(3, 5)	(3, 5)
目標充足期待値	0.0107	0.0107	0.0103	0.0103

表-5 合流後単一貯水池における目標放流量 $M_C = 4, 8$ の場合の各評価量

目標放流量	4	8
実放流量平均	3.5703	3.6000
期待自乗不足率	0.0509	0.3339
目標充足期待値	2.7898	0.0228