

山梨大学工学部 正会員 竹内邦良
山梨大学工学部 学生員 小沢英二

1.はじめに 本報では貯水池への月流入量の確率分布を各月ごとの貯水池への流入量が1ヶ月前の流入量の影響を受ける条件付き確率分布で与えた場合と貯水池の月流入量の確率分布を各月独立と仮定した場合との確率 $D \cdot P$ による貯水池操作ルールを求め、それ等を用いて福岡渇水当時の貯水池操作をシミュレーションして両手法を比較検討する。

2. 確率 $D \cdot P$ による貯水池操作ルール

i) 貯水池流入量を各月相互に独立と仮定した場合の操作ルール

$$\text{最小累加損失関数} \quad f_n(S_n, X_n) = \text{MIN} \quad (L_n(K_n; S_n, X_n) + h_n(S_{n+1})) \quad (1)$$

$$\text{最小累加損失の期待値} \quad h_n(S_n) = \sum P_{n+1}(X_{n+1}) \cdot f_{n+1}(S_{n+1}, X_{n+1}) \quad (2)$$

$$\text{連続式} \quad S_{n+1} = S_n + X_n - K_n \quad (n=1, N) \quad (3)$$

$L_n(K_n; S_n, X_n)$; 第 n 期において期首の貯水量 S_n 、期内の流入量 X_n 、の時 K_n なる放流を行なった場合の直接損失の評価関数、 $h_n(S_{n+1})$; 第 $(n+1)$ 期に S_{n+1} なる貯水量であった場合の将来の累加損失の期待値、 $f_n(S_n, X_n)$; その期の貯水量 S_n 流入量 X_n の時、それ以後最終期 N まで最適に放流を行なった場合の直接損失の期待値を累加したもの。 $P_{n+1}(X_{n+1})$; 第 $(n+1)$ 期に X_{n+1} なる流入量が生じる確率 (X_{n+1} は時系列的に独立)。終端条件 $f_{N+1}(S_{N+1}, X_{N+1}) = 0$ 、計算単位水量は 100 万 m^3 として後進型の計算を進め年間の S_n, X_n, K_n の組み合わせが定常となれば計算を打ち切る。

ii) 貯水池流入量を条件付き確率分布で与えた場合の操作ルール

i) の操作との相違は、(2) 式の最小累加損失の期待値を (4) 式で与える。

$$h_n(S_{n+1}, X_n) = \sum P_{n+1}(X_{n+1} | X_n) \cdot f_{n+1}(S_{n+1}, X_{n+1}) \quad (4)$$

計算方法は i) と同様に行なう。ただし (4) 式の $P_{n+1}(X_{n+1} | X_n)$ は n 期内の流入量 X_n の時 $n+1$ 期内の流入量 X_{n+1} になる条件付き確率を使う。

3. 1978年福岡渇水のシミュレーション

以上のように求められた2つの操作ルールを用いて福岡渇水時の貯水池操作に当てはめてみる。操作ルールの条件として、(a) 月流量 DATA は 1957-1976 年までの20年間のものを用いた。(b) 需要量としては1977年の福岡市の月別実績値を用い、河川からの取水量は一率 18 万 m^3 / 日を用いた。(c) シミュレーション期間は1977年1月から1979年2月まで1ヶ月単位で行なった。(d) 渇水被害原単位と節水率との関係(図-1)より評価関数を5個作成した。(ただし100%不足量の損失を全ての評価関数に関して等しいものとする。)(d) 表-3は各月別相関係数を示している。

4. シミュレーション結果と考察

表-1は不足% DAY, 被害額, こ渇日数について、表-2は各給水制限率について、各評価関数を用いた操作 i) と操作 ii) の結果を示している。これより操作 ii) は (c) の評価関数を用いた場合を除いて不足% DAY, 被害額, こ渇日数どれを取っても操作 i) より少ない値を示しているし、各給水制限率に対する日数を見ても操作 i) より緩やかな給水制限率で操作している。評価関数 (C) を用いた場合、操作 i) は操作 ii) より不足% DAY, 被害額が少ない値になっている。図-2は評価関数 (C) について、操作 i) と操作 ii) に従った場合の1977年1月-1979年2月までの貯水量の変化と当時の実際と比較したものである。この理由を考えるため図-2を見ると操作 ii) は操作 i) よりかなり貯水量を上回っていることより操作 ii) は大渇水を恐れて早期より給水制限しすぎ

た結果といえる。また被害額については評価関数(B)を用いた場合かなりの開きが生じた理由は、操作ii)では節水率が20%以下で操作されていることによる。以上の結果より操作ii)は操作i)よりこ渴日数を減らし早期に緩やかな給水制限をしてSHOCKの強い操作を避けている。しかし評価関数(C)を用いた場合のように操作ii)のほうが過剰節水をして被害を大きくすることがあるので適切な評価関数の設定の調査検討が必要とされる。

表-1 各評価関数を用いたi),ii)の操作比較

評価関数	i)を用いた操作		ii)を用いた操作	
	被害額	こ渴日数	被害額	こ渴日数
(A)	4608477	150	3511711	90
(B)	478430	60	108	30
(C)	16552	0	49320	0
(D)	237	30	217	0
(E)	230	150	175	90

注) 被害額は1単位 100万円

表2 各給水制限率に対する日数

評価関数	操作方法	1%～10%	11%～20%	21%～30%	31%～40%	41%～50%
(A)	i)	0	30	0	31	61
	ii)	0	31	30	121	0
(B)	i)	0	274	0	61	0
	ii)	0	396	0	0	0
(C)	i)	0	31	0	159	0
	ii)	0	122	0	31	92
(D)	i)	0	61	0	62	62
	ii)	0	31	30	93	30
(E)	i)	0	30	0	62	61
	ii)	0	31	30	123	0

表-3

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
月別相関係数	0.22	0.05	0.31	0.35	0.31	0.03	0.28	0.17	0.55	0.67	0.42	0.38	

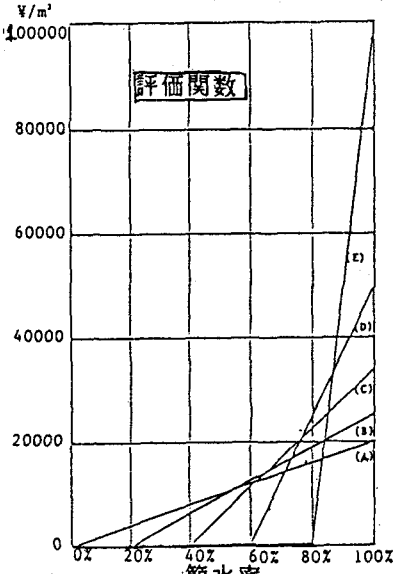


図-1 渴水被害原単位

*参考文献

竹内・富田・伊藤：給水用貯水池のためDCL-Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ、第28回水理講演会論文集、PP・21-26
 竹内：DCL手法による貯水池操作、水工学シリーズ 85-A-9・PP・A-9-1 -A-9-17

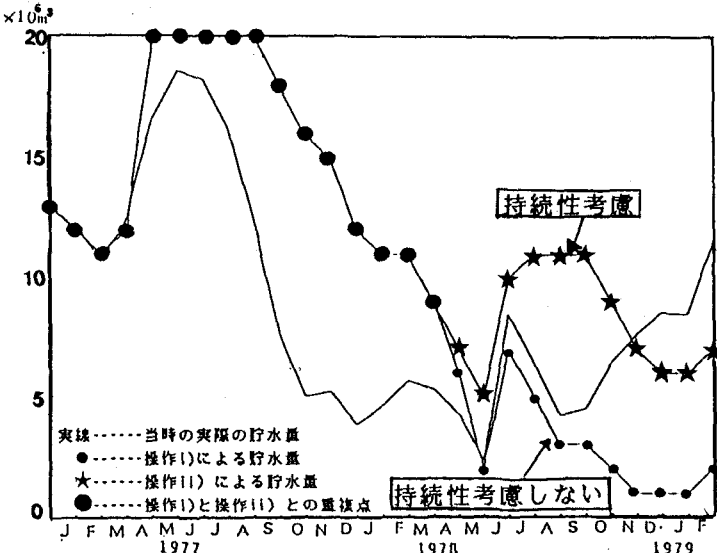


図-2 評価関数(C)を用いたシミュレーション