

II-21

渇水持続曲線と持続性を考慮した確率DPによる貯水池操作ル-ル-フの比較

山梨大学大学院 学生員 小沢英二

山梨大学工学部 正会員 竹内邦良

1. はじめに 本報では福岡市の貯水池群について渇水持続曲線に基づいた貯水池操作ル-ル-フ(DDCル-ル-フ)と貯水池流入量の持続性を考慮に入れた確率DPによるル-ル-フ(SDPル-ル-フ)を作成し、両手法によるル-ル-フの形の類似点および相違点を明らかにする。確率渇水年 $T_k=20$ 年に対するDDCル-ル-フと、種々の評価関数に対するSDPル-ル-フを作成し、比較検討する。

2. DDCル-ル-フとSDPル-ル-フ i) DDCル-ル-フは季節別渇水持続曲線より算定され、以下のよう

$$fk(m|\tau) = k\text{-th smallest.} \quad \min_m \frac{1}{m} \sum_{t=\tau}^{\tau+m-1} q_t \quad (1)$$

$$j=1, \dots, N \quad (j, \tau-S/2) \leq t \leq (j, \tau+S/2)$$

ここに (j, t) は j 年目の t 時点を表わす。また S は季節早遅の考慮期間である。季節別渇水持続曲線を流入量の想定に用いる方法は次の通りである。 t 時点より始まる m 時間間隔目の危険率 P_k (あるいは渇水確率年 $T_k=1/P_k$)での想定流入量を $\hat{q}_k(m|t)$ とすれば次式が導ける。

$$\hat{q}_k(m|t) = fk(m|\tau) \cdot m - fk(m-1|\tau) \cdot (m-1) \quad (2)$$

T_k 年渇水年時の予想流入量は上式で与えられるので、 τ 時点を現時点として第 m 時間間隔目の水需要を $W(m|\tau)$ とすれば節水率を α とする限り、 T_k 年渇水でも今後 N_s 時間間隔内に貯水池がこぼさないためには現時点で

$$V_k(m|\tau) = \max_{1 \leq n \leq N_s} \sum_{m=1}^n [(1-\alpha) \cdot W(m|\tau) - \hat{q}_k(m|\tau)] \quad (3)$$

だけの貯水量を保持していればよい。選択された T_k 年に対して、各時点 t に対し、節水率 α をパラメータとして $V_k(m|\tau)$ を結べばル-ル-フが描かれる。

ii) SDPル-ル-フは、竹内(1972)がDCL手法の中で使った持続性を考慮に入れた以下の確率DPの基本式より算定される。

$$f_n(S_n, I_n) = \min_{0 \leq X_n \leq S_n + I_n} [g_n(X_n; S_n, I_n) + h_{n+1}(S_{n+1}, I_{n+1})] \quad (4)$$

$$h_{n+1}(S_{n+1}, I_{n+1}) = \sum_{I_{n+1}} P_{n+1}(I_{n+1} | I_n) \cdot f_{n+1}(S_{n+1}, I_{n+1}) \quad (5)$$

$$S_{n+1} = S_n + I_n - X_n \quad (6)$$

(4)式は第 n 期以後の最小累加損失関数 f_n かつ期首の貯水量 S_n と期内の流入量 I_n に依存することを示している。ここに $h_{n+1}(S_{n+1}, I_{n+1})$:第 $n+1$ 期首に S_{n+1} の貯水量、第 n 期内に I_n の流入量であった場合の将来の累加損失の期待値、 $P_{n+1}(I_{n+1} | I_n)$:第 n 期内に流入量 I_n の時第 $n+1$ 期内に流入量 I_{n+1} になる条件付き確率、 $g_n(X_n; S_n, I_n)$:第 n 期に S_n, I_n であった時 X_n の放流を行なった時の直接損失である。年間の S_n, I_n, X_n の組み合わせが定常となれば計算を打ち切りル-ル-フを決定した。

3. ル-ル-フの作成条件 a)流入量DATAは1957-76年までの20年間のものを用いた。b)需要量としては1977年の福岡市の実績値を用いた。c)ル-ル-フはDDC, SDPとも1ヶ月毎に算出した。d)DDCル-ル-フ(Fig-2)では $S=27$ 月, $T_k=20$ 年, $N_s=3$ 年に対しSDPル-ル-フ(Fig-3, 4, 5)では、各月流入量の20年渇水に相当する流入量とFig-1で示す評価関数を用いて比較する。e)SDPル-ル-フでは計算単位水量100万 m^3 とした。また後進型で計算を行なった。f)評価関数についてはFig-1で示すように給水制限率がある値以

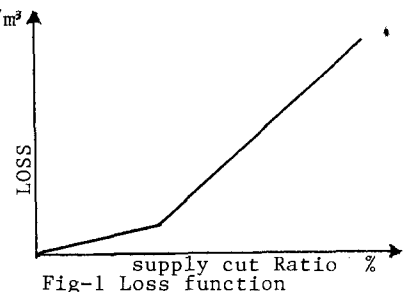


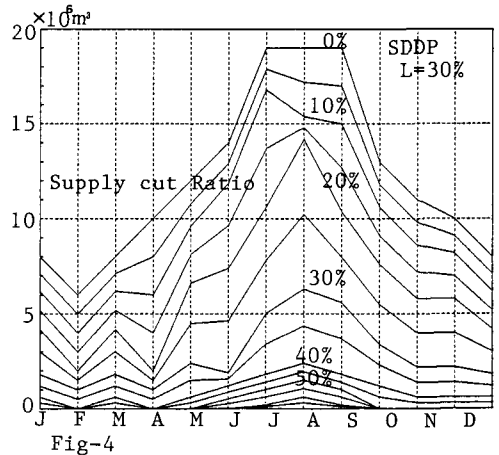
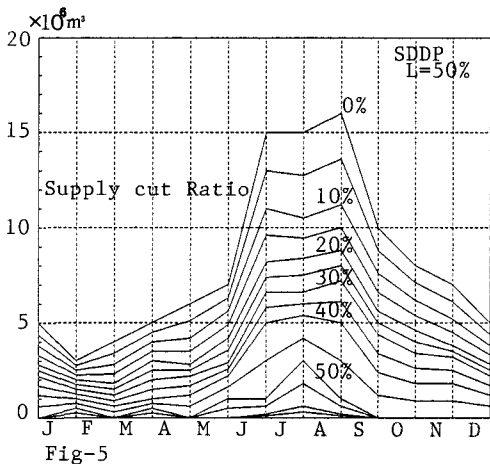
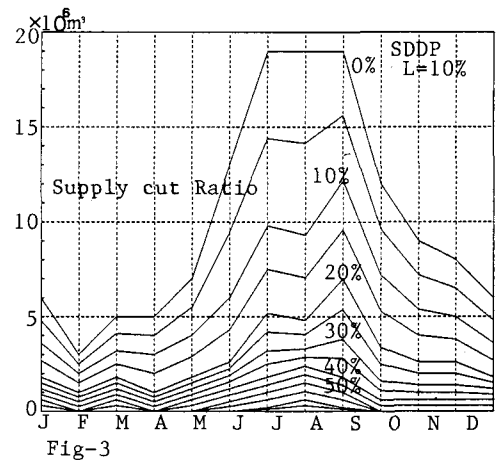
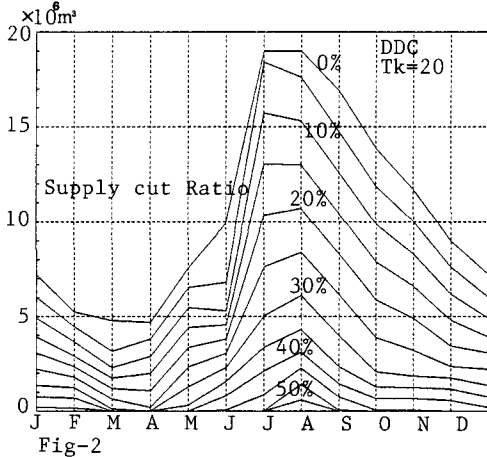
Fig-1 Loss function

上になると被害が急激に増大する形のものを用いた。また評価関数の勾配が急激に上がる境界値の給水制限率を $L=10\%, 30\%, 50\%$ と与え、評価関数を作成した。g) Tabel-1 は月流入量DATAの月別相関係数を示す。

4. 結果と今後の課題 1)SDP($L=30\%$) ル-ルカ-フが最も早期に給水制限に入る。2)DDC($Tk=20$)ル-ルカ-フとSDP($L=30\%$) ル-ルカ-フは、夏期から冬期にかけての各給水制限水位がほぼ一致している。3)各SDPル-ルカ-フは、夏期に備えて2月から6月にかけて水位を上げているが、DDC($Tk=20$)は、4月まで水位を落とし4月以降夏期に備えて急激に水位を上げている。4)DDC($Tk=20$)では、水位を下けている期間が9月に対しSDPでは5ヶ月しか下げていない。5)SDPル-ルカ-フでは、かなり評価関数の影響を受けている。6)各SDPル-ルカ-フとDDC($Tk=20$)ル-ルカ-フは、月別相関係数の高い月(9月-1月)までの形が似ている。今後の課題として、DATAを模擬発生させ評価関数、月別相関係数および渇水確率率を変化させ感度分析をし、DDCル-ルカ-フとSDPル-ルカ-フの類似点および相違点を探る。

Table-1

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	



参考文献 1)竹内、富田、伊藤：給水用貯水池のためのDDCル-ルカ-フ、第28回水理講演会論文集1984, PP.21-26、2)竹内：DCL 手法による貯水池操作、水工学シ-ズ'85-A-9: PP:A-9-1-A-9-17