

山梨大学工学部 正会員 竹内邦良
山梨大学大学院 学生員 富田 茂

1. はじめに

筆者らは、貯水池の合理的な管理方法として漏水持続曲線の利用を検討してきた。その一環として、福岡市の貯水池群について、漏水持続曲線にもとづいた貯水池操作ルールカーブ（以下DDCルールカーブと略す。）と確率DPによるルールカーブ（以下SDPルールカーブと略す。）を作成し、シミュレーションにより両者の比較を試みた¹⁾。本報ではさらに両手法によるルールカーブの形を特徴づけている要因を明らかにするために、各要因について感度分析を行なった。

2. DDCルールカーブとSDPルールカーブ

DDCルールカーブは季節別漏水持続曲線から算定される。その大きな特徴は漏水の持続性を考慮し、貯水池の将来のこの漏水確率を常に一定に保つことを基準として作られることである²⁾。この方法では、 t 時点で貯水量が V である時の給水制限率 $\alpha(t, V)$ はこの漏水確率 β をパラメータとして、

$$\min \alpha(t, V) \quad \dots (1)$$

$$\text{s.t. } \text{Prob}(S_v < 0) < \beta \quad v = t+1, \dots, t+N_s \quad \dots (2)$$

となるように決められる。ここに、 S_v : t 時点以降の給水制限率を $\alpha(t, V)$ と固定したときの v 時点での貯水量、 N_s : t 時点での管理に際して考慮する将来期間長である。

一方、SDPルールカーブは漏水の持続性は考慮せず、経済的損失を基準として作られる。つまり、適当な評価関数を用いて将来の期待損失を表わし、これを最小にするように決定する³⁾。このとき、 $\alpha(t, S_t)$ は、

$$\min \sum_t g_t(\alpha(t, S_t)) \quad \dots (3)$$

$$g_t(\alpha(t, S_t)) = [\alpha(t, S_t)]^m \quad \dots (4)$$

となるように決められる。ここに、 $g_t(\alpha(t, S_t))$: t 時点の貯水量が S_t であるとき、 $\alpha(t, S_t)$ の給水制限を行なった時の直接損失（評価関数）である。

3. 感度分析の方法

両手法でどのような要因がルールカーブに大きい影響を及ぼすかを感度分析により調べた。変化させた要因は貯水池容量・需要量・評価関数(SDPの場合)・この漏水確率(DDCの場合)である。貯水池容量(以下 S とする。)と需要量(以下 D とする。)は、福岡市上水用貯水池への年平均流入量($I \approx 1$ 億 m^3/year)に対する比、つまり S/I 、 D/I を変化させて検討した。評価関数については(4)式の m の値を2, 3, 4と変化させ、この漏水確率については(2)式の β の値を $1/20$, $1/10$, $1/5$ と変化させ検討した。(表-1)

なお、ルールカーブは月流量で算定し、 N_s は3年とした。

4. 結果と今後の課題

要因の種々の組み合わせについて得られた知見を、以下に代表的なルールカーブの図とともに示す。

- (1). 両手法とも需要が多くなると、より早期に給水制限に入る。(図-3, 図-6)
- (2). DDCルールカーブは S/I の値に關係なく形は同じであり、貯水池容量はDDCルールカーブに影響しない。(図-1, 図-2)
- (3). SDPにおいては m の値が大きくなるほど、DDCにおいては β の値が小さくなるほど、より早期に給水制限に入る。(図-4, 図-5, 図-6)

S/I	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3
D/I	0.5	0.5	0.7	0.7	0.9	0.9
m	2, 3, 4					
β	$1/5, 1/10, 1/20$					

表-1. 変化させた要因

- (4) SDPの方は3～6月から給水制限実施水位を徐々に高くしていくが、DDCの方は同時期同程度の水位でも給水制限に入らず、それ以降、急に給水制限実施水位を高くしている。(図-4, 図-5, 図-6)
- (5) 貯水量が少ない時、SDPでは高率の給水制限を行なうが、一方DDCではSDPほどには制限率を上げない。(図-4, 図-5, 図-6)

最後の二点は、DDCルールカーブが持続性を考慮しているためであり、両手法の違いを顕著に示す結果といえよう。さらに両者の関係を明確にするためには、持続性を考慮したSDPルールカーブを作成すること、両手法を用いて貯水池システムをシミュレーションすることなどが必要である。

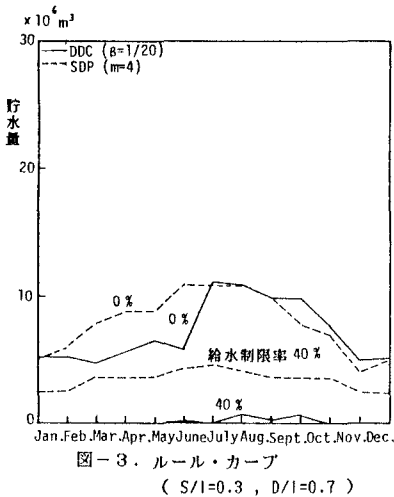
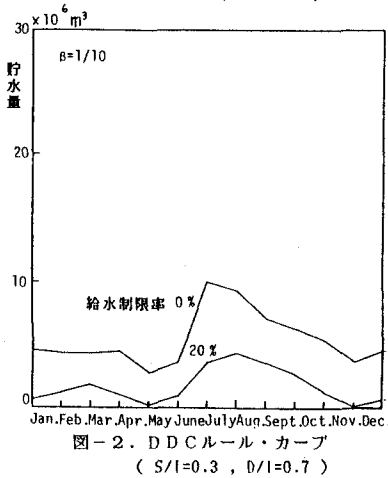
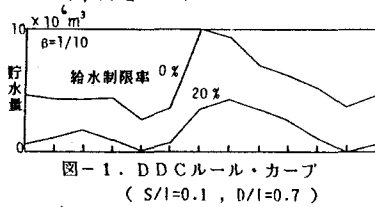


図-4.
ルール・カーブ
($S/I=0.3$, $D/I=0.9$)

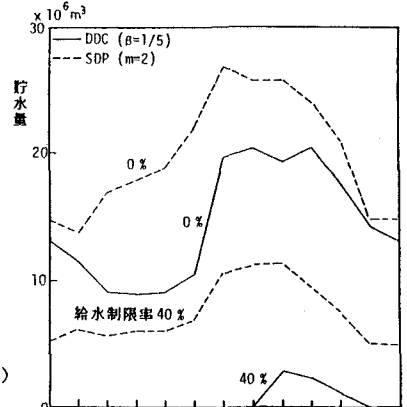


図-5.
ルール・カーブ
($S/I=0.3$, $D/I=0.9$)

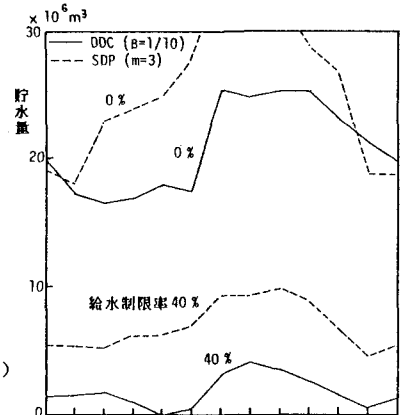
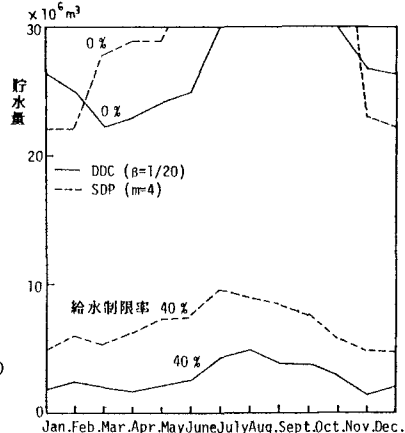


図-6.
ルール・カーブ
($S/I=0.3$, $D/I=0.9$)



参考文献

- 1) 竹内・山本・富田, 第39回年講要集, 1984, PP.137~138
- 2) 竹内・富田・伊藤, 第28回水議論文集, 1984, PP.21~26
- 3) 竹内, 土木学会論文報告集, NO.222, 1974, PP.93~103