

貯水池最適操作のもとでの流量調整機能の評価

大阪大学工学部 正 員 室田 明
 神戸大学工学部 正 員 神田 徹
 大阪大学大学院 学生員 福岡成悟

1. まえがき : 筆者らは前報において、貯水池流入量の時系列変動にともなう貯水量の挙動を調べ、この貯水量変動に対応する最適放流操作を決定する方法を報告した。^{1,2)}

本研究は求められた最適放流ルールを用いて貯水池操作を行ない、流入量の特性がどのように放流量の特性に変換されるかを調べ、貯水池による流量調整機能と評価関数形、初期貯水量との関係を検討したものである。

2. 貯水池操作方式 : 1ヶ月間一定の目標放流量 C を仮定し、半月ごとに完全放流かゼロ放流かを行なうという放流方式を用いる。ある月における完全放流の確率を目標放流量 C に対するその月の信頼性 M と定義する。この C と M を用いて評価関数を次式のごとく設定する。

$$f(C, M) = C^a \cdot M^b$$

a, b ; 定数

この評価関数を用いて、貯水池最適操作をDynamic Programmingによって求めた。ある年次の初期貯水量を与えれば、このルールを用いることにより各月の貯水量の変動と放流量が算定できる。流入量は確率量であるから貯水量および放流量は確率分布として求められる。

3. 最適操作ルール : 最適目標放流量 C^* と初期貯水量 Z との関係は図-1のごとくである。最適目標放流量を初期貯水量に關係する流量 C_z と流入量に關係する流量 C_q との和からなるものとして次式で表わす。

$$C^* = C_z + C_q = \alpha g_z + \beta \bar{q}$$

ここに $g_z = (1/6)Z$, $\bar{q}$ は月平均半月一日流入量である。 α は各貯水位が受け持っている潜在価値の大きさの比を表わす係数、 β は流入量の変動に關係する係数である。図-2に α と初期貯水量、図-3に β と半月流入量の標準偏差との關係を示す。図-2より $\alpha \approx 1$ の場合は初期貯水量の増大とともに α の値は減少し、その低減率の値は月ごとに若干異なるがほぼ同一のパターンを示しているといえる。 β については3月は終端条件のために他の月と異なった傾向を示している。

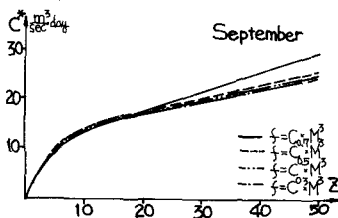


図-1 最適放流ルール

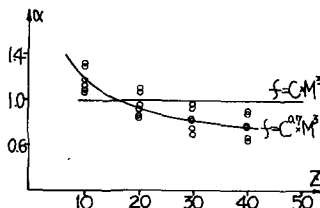


図-2 α と初期貯水量の關係

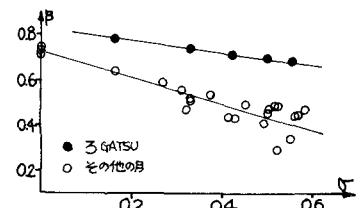


図-3 β と半月流入量の標準偏差

4. 貯水量の分布 : 4月の初期貯水量を与えて最適操作を行なったときの貯水量の分布を10月の評価関数 $C^a \cdot M^b$ ($a=1.0, 0.7, 0.5, 0.3$) の場合について図-4に示す。流入量の分布は対

数正規分布をなすが、この貯水量の分布は貯水池操作が行なわれたことによりかなり正規化しており、 α 値が小さい程多く貯留する傾向のために貯水量分布は高い貯水位にある。この傾向は年間を通じて一定している。

5. 放流量の分布 : この分布は、貯水量分布が正規分布をなし、また初期貯水量で決定される放流量が貯水量とほぼ一次的な関係にある(図-1参照)ことよりほぼ正規分布をなす。よって各月ごとの放流量の特性として平均値と標準偏差を求め、それぞれの月別変化を図-5・6に示す。図には同時に流入量の平均値と標準偏差を示してある。放流量の平均値は $\alpha=1.0$ の評価関数の場合、流入量の変動パターンに追従して変動しているが、 $\alpha<1.0$ のときには年間の変動は小さくなり、評価関数による差も小さくなっている。放流量の標準偏差は流入量のそれに比べて非常に小さくなっており、その度合は α 値が小さくなる程大きい。

6. 貯水池の流量調整機能とその評価 : 貯水池の流量調整機能の指標として放流量の標準偏差を考える。流入量分布の標準偏差 σ_m と放流量分布の標準偏差 σ_f との関係の評価関数 $f=C \times M^{\alpha}$ ($\alpha=1.0, 0.7, 0.5, 0.3$)の場合について各月ごとに求めた。その一例として $\alpha=0.5$ の場合を図-7に示す。この流入量に対する放流量の標準偏差の低減率 σ_f/σ_m と α 値との関係を図-8に示す。図より貯水池最適操作により放流量の標準偏差は流入量の約3/4弱となることとわかる。

7. 初期貯水量の影響 : 4月の初期貯水量が平均放流量にどのような影響を及ぼすかについて考える。4月の初期貯水量が満杯のときと空のときの平均放流量の差を縦軸にとって各評価関数の場合について月別変化を示したのが図-9である。 $\alpha=1.0$ の場合は2ヶ月で初期貯水量の影響はなくなるが $\alpha<1.0$ の場合は4ヶ月を要している。

8. あとがき : 今後、貯水池の流量調整機能が貯水池規模によっていかなる影響を受けるか検討を進めたい。

最後に、本研究に際して、協力していただいた大阪大学大学院生高橋聖利君に謝意を表します。

参考文献

- 1) 室田・神田「貯水池による水供給の信頼性」(ホ1報), (ホ2報), (ホ3報)
ホ25, ホ26, ホ27(国年次学術講演会, 図45, 11, 図46, 10, 図47, 10)
- 2) 室田・神田・高橋「貯水池最適操作における評価シミュレーション」(国年次学術講演会, 図47, 6)

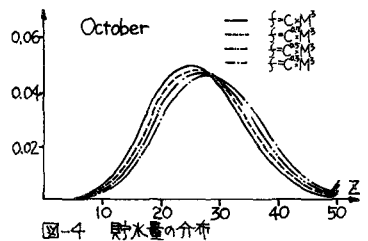


図-4 貯水量の分布

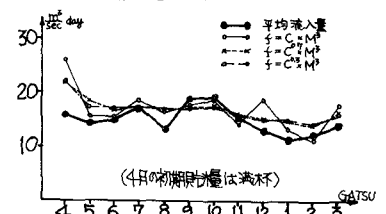


図-5 放流量分布の平均値

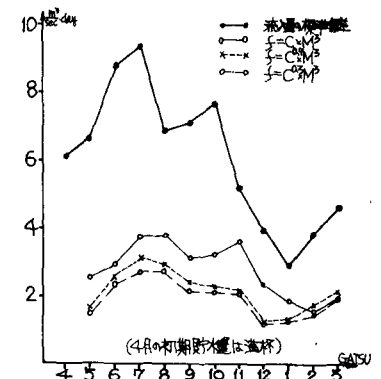


図-6 放流量分布の標準偏差

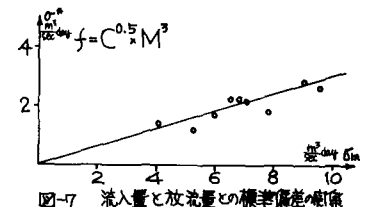


図-7 流入量と放流量の標準偏差の相関

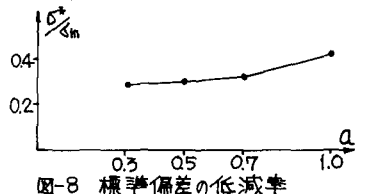


図-8 標準偏差の低減率

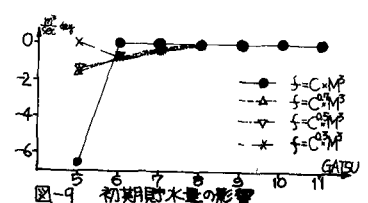


図-9 初期貯水量の影響