II-148 貯水池による水供給の信頼性(第3報)

大阪大学工学部 正員 室田 明
同上 正員 ○神田 徹
大阪大学大学院 学生員 福岡成悟

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しらべるとともに，この貯水量変動に対応する最適放流操作の決定手法を報告した。[1),2),3)] その際，評価関数を放流水量とその供給期間すなわち信頼性との関数として設定したが，各種需要水によってその関数形は異なるはずであるから，より一般性を有する関数形に関して最適解を得ることが課題であった。さらに，流入量の変動特性および貯水池規模による最適解の相異を定量的に明らかにする必要がある。

本研究は以上の観点から，貯水池最適操作と評価関数形，流入量変動特性，貯水池規模との関係を検討し，これらの要素を導入した最適放流ルールの定式化を行なわんとするものである。

1. 放流方式および評価関数

1ヶ月間一定の目標放流量Cを仮定する。半旬ごとに，貯水量Zが$Z \geqq C$ならばこの目標放流量を放流し(完全放流)，$Z < C$ならば全く放流しない(ゼロ放流)，という放流方式を採用する。第k半旬における完全放流の確率を水供給の信頼性と定義しこれをM^kで表わせば，初期貯水量(月のはじめの貯水量)を定めると貯水量の確率分布からM^kが求められる。1ヶ月内の各半旬の信頼性の平均値を，その月における目標放流量Cに対する信頼性Mとする。

目標放流量Cおよび信頼性Mを用いて評価関数を次式のごとく設定する。

$$f(C, M) = C^a \cdot M^b, \tag{1}$$

ここに，a，bは需要水によって異なった値をとる定数である。本研究では$a = 1.0, 0.7, 0.5, 0.3$，$b = 1.0, 2.0, 3.0$として，放流水量とその信頼性からなる評価関数に一般性を与えることにした。

上記の評価関数を用いて，4月から翌年3月までの1水年間の貯水池最適操作をDynamic Programmingの手法によって決定した。[2)]

2. 最適操作と評価関数との関係

2.1 評価関数の値

種種のa，b(式(1))の値に対する，1ヶ月間の評価関数と目標放流量との関係を図-1に示す。図のごとくfが最大となる流量すなわち最適目標放流量はaの減小とともに減小する。bの値は，$b = 1.0 \sim 3.0$の範囲では最適目標放流量の決定には大きな影響を与えないと考えられる。

2.2 最適目標放流量

最適目標放流量C^*と初期貯水量Zとの関係を図-2(a)に示す。$a = 1.0$の場合にはC^*は貯水量とともに直線的に増加するが，aが小さな値になればC^*は小さな貯水量では$a = 1.0$の場合に比して増

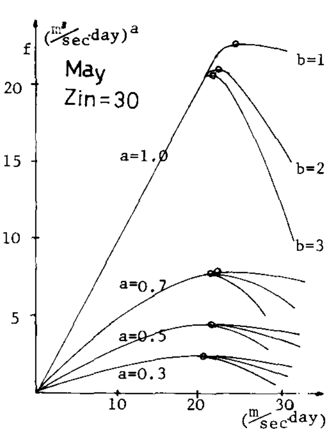


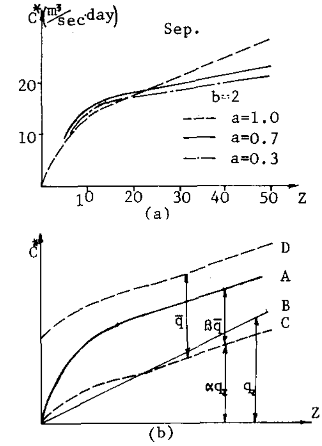
図-1. 評価関数と目標放流量との関係

大し，大きな貯水量では減小して，貯水量に関係しない一定の目標放流量に近づく傾向が示されている。この最適放流ルールを模式的に示せば図−2(b)のごとくである。図において曲線Aは最適目標放流量曲線，直線Bは初期貯水量を流量に換算したものであり，この直線より下の放流量は貯水量のみで完全放流が可能である。

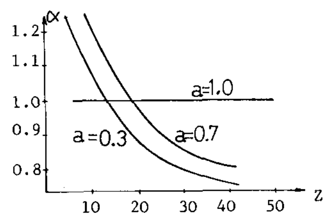
最適目標放流量が初期貯水量に関係する流量C_z，流入量に関係する流量C_qおよび一定流量C_cの和からなるものとして次式で表わす。

$$C^* = C_z + C_q + C_c = \alpha q_z + \beta \bar{q} + C_c, \qquad (2)$$

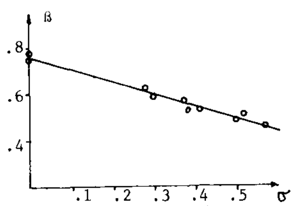
ここに，$q_z=(1/6)z$，$\bar{q}$は月平均半旬流入量である。βは流入量の変動に関係する係数であり，αは各貯水量が受け持っている潜在価値の大きさの比を表わす係数と考えることができる。$a=1.0, 0.7, 0.3$，$b=1.0, 2.0, 3.0$ に対して，αと初期貯水量，βと半旬流入量の標準偏差との関係を図示すれば，それぞれ図−3，4のごとくである。$a=1.0$の場合には$\alpha=1.0$，$C_c=0$となり，貯水量によって確保される流量q_z以上の流量は流入量のみに依存している。aの値の減小とともにαは貯水量によって異なった値をとり，各貯水位の潜在価値の差が生ずる。しかし，βはa，bにほとんど関係せず流入量の標準偏差の増加とともに直線的に減小する。



図−2. 最適放流ルール

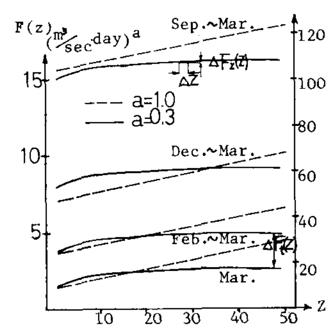


図−3. αと初期貯水量との関係


図−4. βと半旬流入量の標準偏差

2.3 評価関数の最大値F(z)

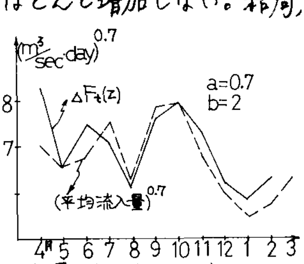
任意の月から最終月までの総利益$\Sigma f(C,M)$の最大値$F(z)$とその月の貯水量zとの関係を図−5に示す。$a=1.0$の場合にはzに関して$F(z)$は直線的に増加するからΔzが受け持つ潜在価値$\Delta F_z(z)$は一定値をとるが，aが1.0より小さい場合にはΔzが受けもつ潜在価値はその増加とともに徐々に減小する。$F(z)$の1ヶ月ごとの変化量$\Delta F_t(z)$は図−6のごとく平均流入量による評価関数値とほぼ等しい。



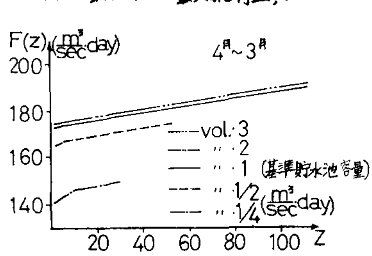
図−5. 最終月までの最大総利益，F(z)

3. 貯水池規模による比較

$a=1.0$，$b=3.0$の場合に，4月〜3月の一年間の総利益$F(z)$を貯水池容量をパラメータにして示せば図−7のごとくである。基準貯水池容量以下になれば無効放流のために$F(z)$は減小するが，貯水池容量を規準容量の2，3倍にしても$F(z)$はほとんど増加しない。結局，この評価関数($a=1.0$，$b=3.0$)に関する限り，基準貯水池の規模はほぼ妥当なものと言えるだろう。



図−6. 最大総利益の月別変化



図−7. 貯水池容量による総利益の比較

1),2) 室田・神田“貯水池による水供給の信頼性(第1報),(第2報)”，第25,第26回年次学術講演会，昭45.11，昭46.10.
3) 室田・神田・福岡“貯水池最適操作における評価とシミュレーション”，関西支部年次講演会，昭47.6.