

大阪大学工学部 正員 室田 明
 同上 正員 神田 徹
 兵庫県 正員 ○白井信雄

1. まえがき

利水を対象とする貯水池の管理、運用および今後の貯水池による水資源開発において重要な課題は、河川流量の長期的推測および水需要に対する貯水池からの供給水に関する合理的な評価関数を設定することである。筆者らは前報¹⁾において、1ヶ月内での流量変動特性を半旬流量時系列を解析することにより明らかにし、各月に対して低水半旬流量時系列のシミュレーション・モデルを作成した。

本研究では、この低水半旬流量をインプットとし、放流方式を仮定した場合、1ヶ月内での貯水量変動特性を示す。そして貯水量変動にもなる水供給の信頼性および現実と放流が期待される水量の特性を検討する。評価関数を定める場合、放流量とともにその供給期間つまり信頼性も評価関数の要素と考えられ、これらの特性を明らかにすることは関数決定の基礎として重要であろう。

2. 貯水池放流方式

(i) 1ヶ月を6半旬に分割し、0より0.5半旬までの単位期間を考える。(ii) 総貯水容量 V を一定容量 ΔV ごとに等分割し、各々の貯水量の状態を $V_1, V_2, \dots, V_{50}$ とする。ここに V_1 は貯水池空、 V_{50} は満杯の状態である。(iii) 放流量は1ヶ月にわたって一定の目標放流量を仮定する。(iv) 流入量には前報において解析作成された半旬流量とその発生確率を用いる。(v) 各半旬の放流量は目標放流量を放流する(完全放流とよぶ)か、全く放流しない(ゼロ放流とよぶ)かのいずれかの方式とする。よって目標放流量の一部分を放流する(部分放流)方式はとらない。すなわち、0.5半旬はじめの貯水量 z^k がこの半旬に流入量を期待しなくとも目標放流量 C を完全に放流できるだけの貯水量である場合には、この半旬で放流を行なう。一方、0.5半旬で流入量がゼロであるとき0.5半旬はじめの貯水量 z^k のみでは目標放流量を供給できない場合には、この0.5半旬では放流を行わない。完全放流が可能である貯水量とゼロ放流を行なう貯水量との限界の貯水量を限界貯水量と呼ぶことにする。

0.5半旬はじめより0.5半旬 $(k+1)$ 半旬はじめへの貯水量変化の式は次式で表わされる。

$$z^{k+1} = z^k + q^k - C$$

z^k, z^{k+1} ; 0.5半旬はじめ、0.5半旬 $(k+1)$ 半旬はじめの貯水量

q^k ; 0.5半旬の流入量 C ; 一定の目標放流量、またはゼロ

ただし、上式は貯水池が満杯となり目標放流量を越える無効放流が行なわれる場合には成立しない。(この場合には $z^{k+1} = V_{50}$ である。以下貯水量 z^k が状態 V_i にあるとき、 $z = i$ と簡略に表示する。)

貯水量 z^k から z^{k+1} への推移確率行列 $[P_{k,k+1}]$ は貯水量 z^k , 流入量 q^k の確率および上

式より求められる。ある月の初期貯水量 z^m を与えれば、 K 半旬はじめの貯水量 z^K ($K=2, 3, \dots, 7$) は高次の推移確率行列 $[C_{K, K+1}]^{K-1}$ より計算できる。ここに z^7 は K 半旬の終り、つまり翌月の初期貯水量である。計算例として高山ダムの有効貯水容量 $4.92 \times 10^7 \text{ m}^3$ 、半旬平均一日流量に換算して 113.9 萬 day $\Delta V = 2.27 \text{ 萬}^2 \text{ day}$ を用いる。月平均流入量は $\bar{q}$ で表わす。

3. 貯水量変動パターン

異なった目標放流量、初期貯水量に対して1ヶ月内での貯水量変動のパターンを図-1に示す。以下のような2つの特徴がある。(1) 目標放流量が比較的大であるために幾度かゼロ放流が行なわれる場合には、月末において貯水量は初期貯水量に影響されず、低い貯水量状態で同じ分布形に収束してゆく。(図-1(a)) (2) どの半旬においてもゼロ放流を行なわない場合には、目標放流量の大きさにより分布形のmodeの位置は半旬が進むにつれ移動してゆくが、その分布形は初期貯水量の位置に関係なく同様に变化してゆく。(図-1(b)) 前者を一定分布、後者を平行移動の状態とよぶ。初期貯水量と目標放流量の関係からこれらの領域およびその中間的な貯水量の変動する領域を図-2に示す。

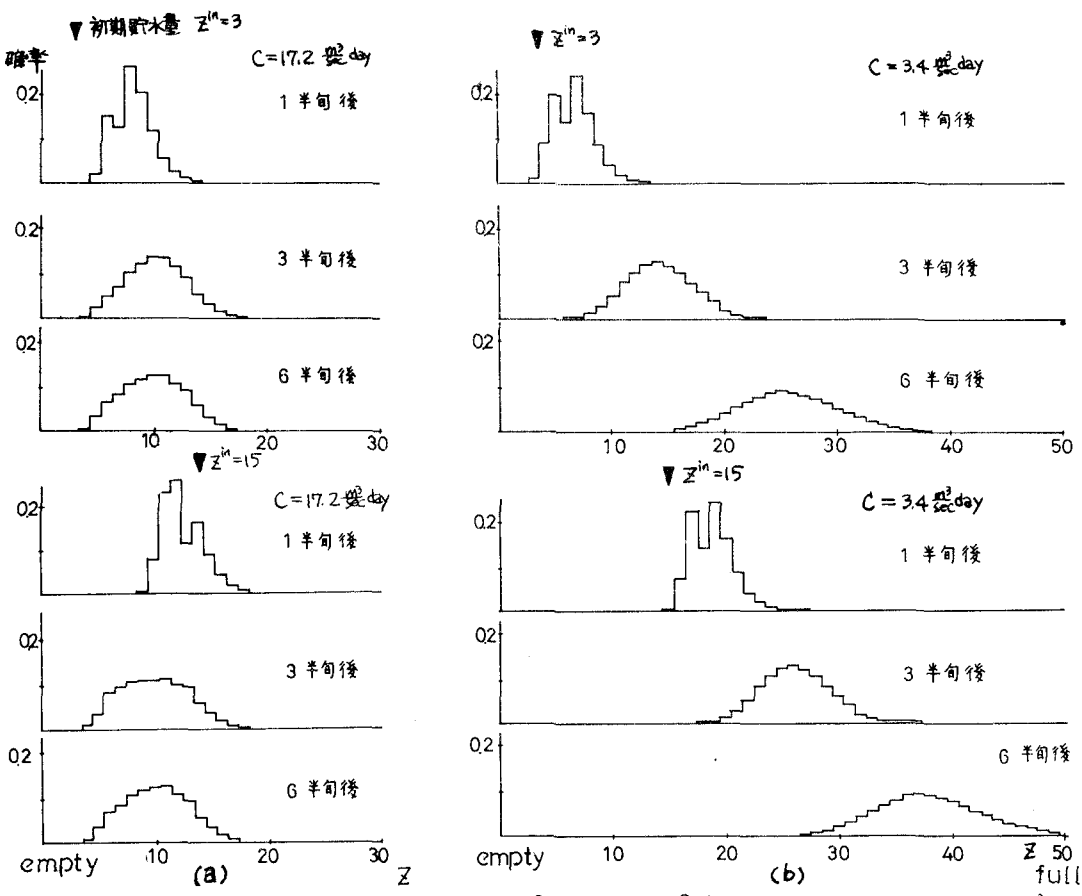


図-1 種々の目標放流量、初期貯水量に対する貯水量変動のパターン (2月; $\bar{q}=12.12 \text{ 萬 day}$)

4. 水供給の信頼性

ここで水需要に対する貯水池からの水供給の信頼性をつぎのように定義する。つまり、前述の放流方式を用いると流入量は確率分布をもつので、ある半月期間（ K 半月）において目標放流量 C が供給可能である確率が求められる。これを K 半月での信頼性 M_K とする。ゼロ放流の確率 N_K は $1 - M_K$ である。初期貯水量（月はじめ貯水量） z^{in} ($=1, 2, \dots, 50$) を与えると各半月での信頼性が求められる。なお、 $K=1$ 半月での信頼性 M_1 はゼロまたは 1 である。月平均信頼性 $\bar{M}$ は各半月での信頼性の算術平均とする。月平均信頼性 $\bar{M}$ と初期貯水量の関係と種々の目標放流量に対して図-3(a), (b) に示す。各月について特性を検討し、要約すればつぎのようである。(1) 目標放流量が月平均流入量に対して小さく、初期貯水量が限界貯水量以下である場合には放流を行わず貯留するために信頼性が 1 よりもかなり低下している。(2) 目標放流量が月平均流入量にほぼ等しい場合には放流方式による影響はほとんどなく、なめらかに初期貯水量の増加にしたがって信頼性は増大している。(3) 目標放流量が月平均流入量よりも相当に大と仮定した場合には信頼性は小さい値となるが初期貯水量に対しなめらかに増大している。(4) また、2 月（平均流入量 $\bar{q} = 12.12$ ㎥/day）と 6 月（ $\bar{q} = 15.41$ ㎥/day）とも比較すると、目標放流量 $C = 13.11$ ㎥/day 以下では信頼性はほとんど変わらないが、6 月では平均流入量が大であることが影響して $C = 17.24$ ㎥/day 以上に対し信頼性はすべての初期貯水量にわたって 2 月より大きな値をとっている。

5. 初期貯水量と放流可能率

図-3 に示したグラフ上から月平均信頼性 $\bar{M} = 0.90$ また $\bar{M} = 0.95$ に対応する目標放流

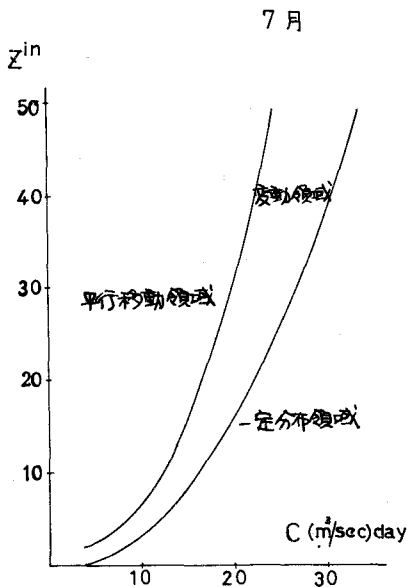


図-2 貯水量分布状態の領域区分

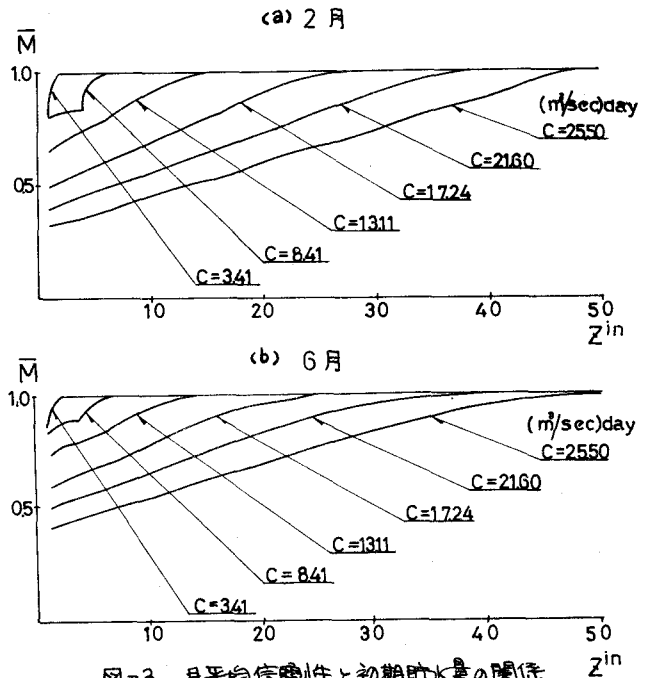


図-3 月平均信頼性と初期貯水量の関係

量が各初期貯水量に対して求められる。これを図-4に示す。この図は目標放流量の放流を行なうために必要な貯水量を合理的に決定するために用いられるべきであろう。2月と6月の比較では、2月の場合平均流入量が小さいので、ある目標放流量を定めたときの必要貯水量は急激に大きくなり、また流入量の分散が小さいため必要貯水量の変動範囲は小さい。

6. 実放流量

貯水池から実際に放流される流量は目標放流量 C と月平均信頼性 $\bar{M}$ の積で表わすことができ、これを実放流量とよび Q で表わす。その一例を図-5(a),(b)に示す。(1) 目標放流量が小さい場合には、ほぼすべての初期貯水量に対して放流可能であり、したがってそのまま実放流量となる。(2) 目標放流量が増大してゆくと、信頼性 $\bar{M}$ が低下してゆくために実放流量はある値以上には増大しない。(3) 2月と6月の実放流量は目標放流量 $C=13.11$ $\text{m}^3/\text{sec}/\text{day}$ 以下の場合にはほぼ同様であることが示されている。 $C=17.24$ $\text{m}^3/\text{sec}/\text{day}$ の曲線では6月の場合、2月に比べ低い初期貯水量から実放流量が大であることがわかる。

初期貯水量を定めた場合、図上で曲線が盛となるのはいかに目標放流量を大きくとっても、実際に放流可能な水量はある値に収束することを示している。

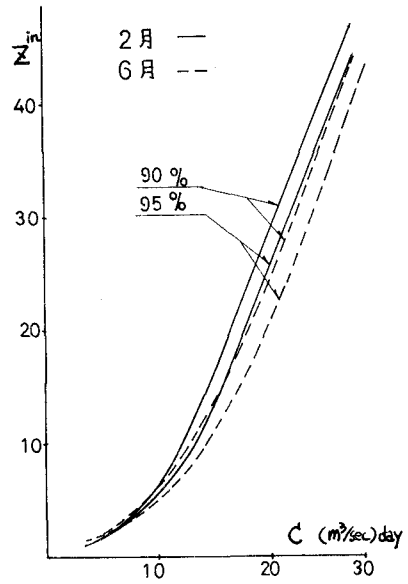


図-4 放流量可能率

各月の流入量変動にともなう貯水量の挙動と放流量の信頼性を求めたうえで評価閾値を設定すれば、閾値値を最大ならしめることにより年間にわたる最適貯水池放流方式が決定できると考える。計算例は講演時に示す。

本研究に対する大府、足立正紀君の協力に謝意を表します。

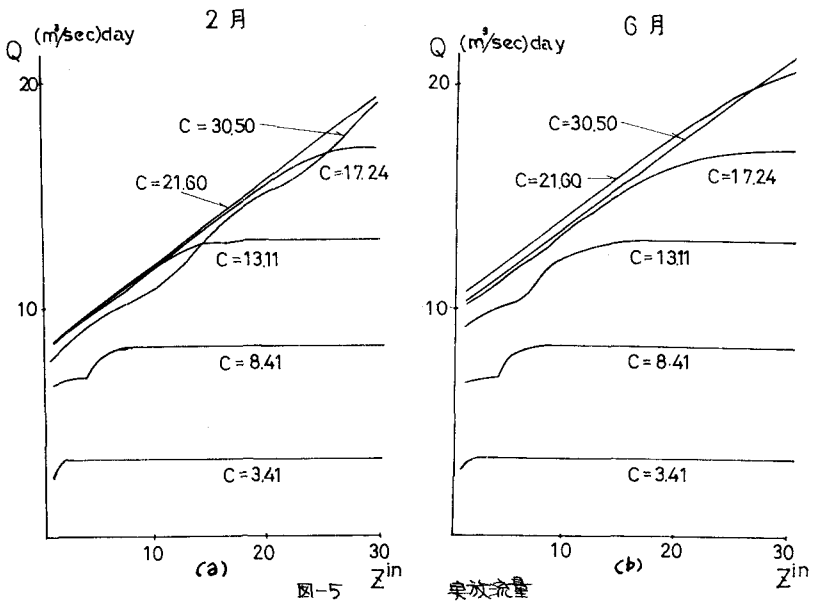


図-5 実放流量

参考文献：1) 皇田、神田、白井 貯水池操作を対象とした平均流量変動特性の解析 昭和45年關西支部講演概要