II－37 貯水池計画における補給水量の信頼性について

京都大学防災研究所　正員　石原安雄
同　正員　長尾正志
神戸市役所　正員　○雄井昭彦

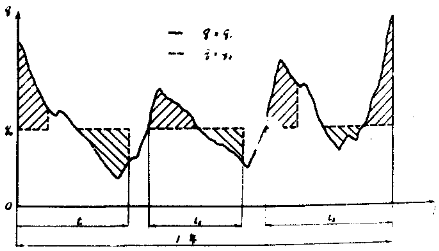
1. まえがき

従来，渇水補給を目的とした貯水池を計画するに当っては，過去10年程度の流況を用い，その中の最大渇水年または第2番目の渇水年を対象として，貯水池容量，補給水量，貯水池操作法などを決定していたようである。このような計画では，それに使用した過去の流況が将来とも不変であれば支障はないが，これを確率論的にみると1年間の流況が1つの標本と考えることができるので，10ヶ程度の標本を用いて貯水池計画を行なうことになる。このことを治水問題にたとえていえば，過去に十五程度の出水記録のうちの最大のものを対象として計画高水とすることに対応するわけで，その不合理性はいまさらいうまでもない。そこで，本研究は，計画した貯水池の操作によって起る流況の変化から，所期の利水目的である計画流量を確保しうる信頼度といったものを確率的に評価するための基礎的考察を行なったもので，洪水の確率評価と同じような意味をもつものである。

ところで，利水を目的とした貯水池には大規模のものと小規模のものとに大別して考えることができるはずである。すなわち，大規模の貯水池とは，計画流量が渇水年のときの年平均流量より大きく，したがって数年にわたって水の収支を考えなければならないものであり，小規模のものとはいかなる年においてもその年内で水の収支が可能であるような普通の貯水池を意味する。大規模の貯水池を対象とするときは，1年間の流況を1つの標本と考えることができないのに対し，小規模のものでは1年間の流況を1つの標本とすることができるところから，ここでは研究の第1段階として小規模の貯水池計画を対象とした。

2. 確率標本とその確率分布

いま，貯水池計画において，計画流量を q_0（一定）とし，貯水池容量を V（可変）とする。ある操作法を定めると，自然流況 $q_1(t)$ に対して貯水池通過後の流況 $q_2(t)$ が決定されるが，q_1 と q_2 とを比較することによって計画の信頼性を定義づけることができるはずである。たとえば，過去の流況のある年の流量があると，q_0 および V を与え，さらに貯水池が満水状態にあるときの過剰流量は無効放流し，空の状態でかつ $q_1 < q_0$ の場合は無価値の流量と考えると，貯水池操作後の流況は図－1のようになるはずである。この図において，計画流量 q_0 が確保されている期間を $t_s = \sum t_i$ とすると，$\tau_s = t_s / 1$年 が期間的な充足率と考えてよいだろう。つぎに，対象とする年が変わるとこの充足率が変わるわけで，この充足率または不足率 $\tau_d = 1 - \tau_s$ をもって信頼度の指標とすることができるだろう。しかも特定の年に対しては充足率が 1 : 1 に対応し，また自然流況 $q(t)$ の



図－1　流況の変化

形を確率過程における1つの相と考えることができるので，この充足率を1つの確率標本として取り扱うことができるものと考えられる。

つぎに，q_0 および $V = V_1$ を固定した過去の流況に対して各年の τ_d を計算し，縦軸に確率密度 f，横軸に不足率 τ_d をとって図示すると図-2 のようになる。この確率密度分布において $\tau_d = 0$ において f が大きくなっているのは，豊水年では不足率が必ず0となることに対応している。さらに異なった $V = V_2$ (> V_1) に対しては，違った分布を示すわけであるが，その場合，自然の流況を全く random な事象と仮定すると，図-2 において縦軸を右方にずらせ，もとの縦軸と新しい軸とにはさまれた部分の確率が新しい軸上の標本として集中し，他は前とほぼ同じ分布となるであろう。図で $V = V_1$ に対応するものを実線で，$V = V_2$ に対応するものを点線で示してある。このように考えた場合，原理的には不足率は0以下とはならないが，不足率を図-2の1点鎖線で示すように τ_d の負の部分にも分布するものと仮定することによってその分布関数を決定することができるであろう。こうして τ_d の分布関数が V に無関係に定められると，標本上では τ_d がすべて0となるような従来の計画の信頼度の評価を行なうことができる。

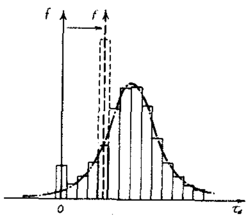


図-2　τ_d の確率密度分布

3. 紀ノ川水系吉野川における計算例

吉野川寺尾地点に対して行なった計算例を示そう。使用した流量記録は昭和8～34年の28年間である。計画流量 $q_0 = 12\ m^3/sec$ とし，前記と同じ操作法によって各種の貯水容量に対して不足率 τ_d を，9月末の満水期を初期条件とし5日毎に計算した結果が図-3の上半分である。図は正規確率紙に示したもので，上で仮定したように，各 V に対して，不足率 τ_d の分布はほぼ正規分布でかつ分散が等しく，したがって同じ確率分布に従っているといえよう。

以上で不足率の分布関数が定まったので，従来から行なわれている方法によって決定される貯水池容量に対する信頼性を検討する。まず，昭和24～33年の10年間の記録を用い mass curve 解析によって必要容量を計算すると，$V_{des} = 12.7 \times 10^7 m^3$ となる。この V_{des} に対する分布関数は，図-3 の上半分には直接示されていない。そこで，$F = 50\%$ に対する不足率 $\tau_{d,50}$ と V との関係を下半分のように求めておき，図示のように外挿的方法を用いて V_{des} に対する分布関数を上半分に描き，(図中の点線)，この直線が丁度 $\tau_d = 0$ と交わる点に対する確率を求めることによって信頼性が評価できるものと考えられる。すなわち，この例では，不足率が0を超える確率が 4.5 %，または 1/22 ということになる。

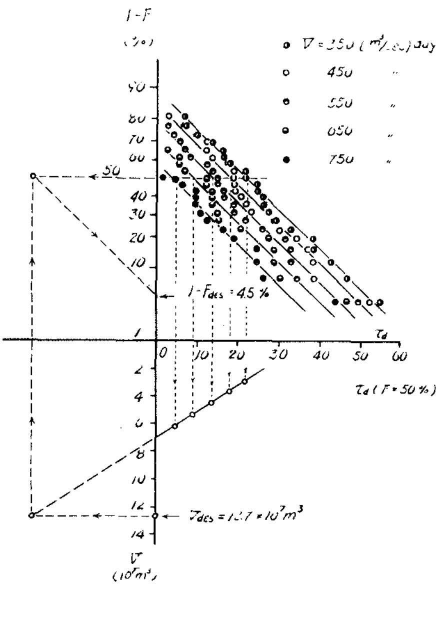


図-3　吉野川における計算例