

(株) 日本水道コンサルタント 正員 徳田 裕平

〃

〃 中川 芳一

1. はじめに 従来、利水用貯水池の容量決定問題に対しては、必要渇水補給量を指標として定められた基準渇水年の流況をもとに計画策定を行なってきた。しかし、この基準渇水年に対しては、「基準渇水年の流況を忠実に再現し、それに基づいてダム容量及び調節ルールを決めてしまうことに対する疑問¹⁾」や、基準渇水年の流況の「再現性が何らかの方法で保証される必要がある²⁾」等の問題点が指摘されている。そこで本稿では、流況の再現性に着目して、ある非超過確率をもつ計画流況を作成し、貯水池容量を定める手順を提示し、計算例を示す。

2. 計画流況作成手順 貯水池の必要利水容量を規定するのは、基本的に流量が少ない状況であり、特に、流況を平滑化するという貯水池の機能を考慮すれば、補給開始以後の流量の累積値が問題となる。このため、ある時点からの流量の累積値をもとに、これの順序統計量をとることにより、流況の生起確率を表現し、計画流況を作成する。図-1 に半旬流量データの場合の計画流況作成手順を示す。

(i) 累積開始時点の設定： 渇水(補給)の始まる時点は年により異なり、特定できない。そこで、年度の種々の時点を累積開始時点にとり、各累積開始時点ごとに計画流況を設定する(N 個)。例えば、簡略化のため、各月の始めを累積開始時点にとる($N=12$)ことが考えられる。

(ii) 累積開始時点からの λ 半旬累積流量 $Q_{\lambda}^n(i)$ の算定： 累積期間 L (例えば、2年間で単位とすれば $L=144$)を定め、各累積開始時点について、流量資料より、年ごとに資料系列(J 個とする)を準備する。各累積開始時点について準備した資料系列 j^n ($j=1, 2, \dots, J$)により n 時点からの λ 半旬累積流量 $Q_{\lambda}^n(i)$ を次式で算定する。

$Q_{\lambda}^n(i) = \sum_{k=1}^{\lambda} g_{\lambda-k+1}^n(i)$ (i) ここに $g_{\lambda-k+1}^n(i)$ ：資料系列 j^n における k 番目の半旬流量

(iii) λ 半旬累積流量 $Q_{\lambda}^n(i)$ の順序統計量 $\tilde{Q}_{\lambda}^n(i)$ の算定： 累積半旬数 λ の各々に対して、(ii)で算定した λ 半旬累積流量 $Q_{\lambda}^n(i)$ の(j に関する)順序統計量を作成する。すなわち、各々について得られた $Q_{\lambda}^n(i)$ をその大きさの順に並べ、小さい方から k 番目($k=1, 2, \dots, J$)のものを $\tilde{Q}_{\lambda}^n(i)$ と表わす。よって

$$\tilde{Q}_{\lambda}^n(i) \leq \tilde{Q}_{\lambda}^n(i) \leq \dots \leq \tilde{Q}_{\lambda}^n(i) \leq \tilde{Q}_{\lambda}^n(i) \leq \tilde{Q}_{\lambda}^n(i) \leq \dots \leq \tilde{Q}_{\lambda}^n(i) \quad (2)$$

である。そして、 $\tilde{Q}_{\lambda}^n(i)$ の非超過確率 P_{λ} をワイブルプロットにより

$$P_{\lambda} = k/J + 1 \quad (3)$$

で与える。

(iv) 非超過確率 $P_{\lambda}(=1/T)$ をもつ丁年確率半旬流量系列(計画流況) $g_{\lambda}^n(i)$ の算定： (iii)で算定した、各累積半旬数 λ ごとの順序統計量 $\tilde{Q}_{\lambda}^n(i)$ より、次式によって、 n 時点から λ 半旬目の半旬流量 $g_{\lambda}^n(i)$ と算定する。

$$g_{\lambda}^n(i) = \tilde{Q}_{\lambda}^n(i) - \tilde{Q}_{\lambda-1}^n(i-1) \quad (\lambda=2, 3, \dots, L) \quad (4)$$

$$g_{\lambda}^n(1) = \tilde{Q}_{\lambda}^n(1) \quad \text{ただし、} 1/T = k/J + 1$$

すなわち、 $g_{\lambda}^n(i)$ を非超過確率 $P_{\lambda}(=1/T = k/J + 1)$ をもつ順序統計量(系列 $\tilde{Q}_{\lambda}^n(i)$ の λ 半旬目と $(\lambda-1)$ 半旬目の差として算定することになる。

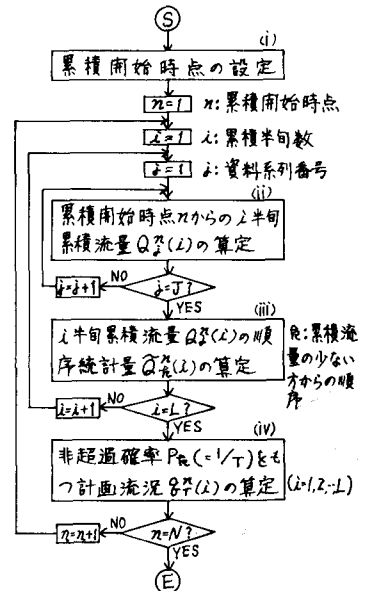


図-1 計画流況作成手順

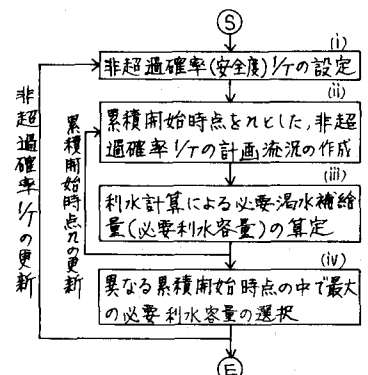


図-2 貯水池容量決定手順

3. 貯水池容量決定手順 2、で述べた手順により得られる計画流況を用いて、所定の基準点確保流量を満たす貯水池容量を以下の手順で算定する。この手順を図-2に示す。

(i) 非超過確率 $1/\eta$ の設定: 貯水池容量決定に際して、考慮すべき非超過確率(いわゆる利水計画で言う安全度)をいくつか設定する。

(ii) 非超過確率 $1/\eta$ の計画流況の作成: 2、で述べた手順により、非超過確率 $1/\eta$ をもつ計画流況を、各累積開始時点について作成する。このとき、利水計算の対象となる流域モデルが、複数の貯水池あるいは残流域流入量を有する場合は、それぞれの計画流況を作成することが必要となる。

(iii) 必要渇水補給量の算定: 各累積開始時点について、利水計算を行ない、必要渇水補給量を算定する。

(iv) 貯水池容量の決定: (iii)で算定した必要渇水補給量の中で最大のものを選び、貯水池(利水)容量とする。

4. 計算例 図-3に示す流域モデルを対象に、上述した手順により貯水池容量を決定する。条件としては、各月はいじめを累積開始時点とし($N=12$)、2年間($L=144$ 半月)を累積期間とする。また非超過確率として $1/5$, $1/10$, $1/50$ の3つを考え、30年間の資料($T=29$)より、計画流況を作成することとする。図-4に累積流量の例を示す。これによれば、非超過確率が大きくなるにつれ、梅雨期、台風期の流量の増加が著しくなることがわかる。次に、利水計算により得られた貯水池空容量曲線の例を図-5に示す。なお、並列貯水池間の放流ルールはスペースルールに準ずることとした。各累積開始時点について、利水計算を行なった結果、図-6に示す最大空容量が得られた。各貯水池について、3通りの非超過確率(安全度)に対する必要利水容量は図-6に示す通りであり、無論、非超過確率の小さい流況ほど大きな利水容量を必要としている。また、必要利水容量はいずれも夏期や冬の渇水期を累積開始時点としたケースにおいて生じている。この原因は次のように考えられる。すなわち、2年間の最初の渇水期における計画流況について考えれば、渇水期を累積開始時点としたもののみが、他のものより流量が少なく、この時期における空容量が大きくなるためである。さらには、このために初期の空容量が梅雨期・台風期において十分に回復されない可能性が高く、以後の渇水期における累積補給量が底上げされるためである。

5. おわりに 本稿で提示した方法は、基準渇水年に対する再現性の問題に着目し、これを累積流量の順序統計量の差として、計画流況を設定することにより解決を試みたものである。計算例で示したような複数の計画流況が必要となる流域モデルに対しては、同時性の検討が今後の課題として残る。

[参考文献] 1) 藤吉三郎: 利水計画の安全度に関する二、三の考察, 土木学会誌 Vol. 56-11, 1971 2) 南部三郎他: 利水計画における安全度に関する一考察, 第26回建設省技術研究会報告, 1972

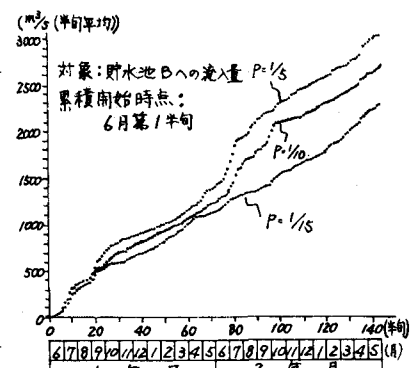
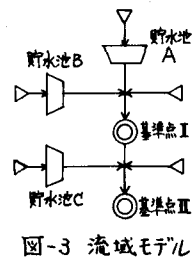


図-4 累積流量の例

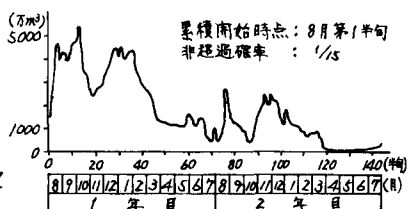


図-5 貯水池空容量曲線(3貯水池合計)の例

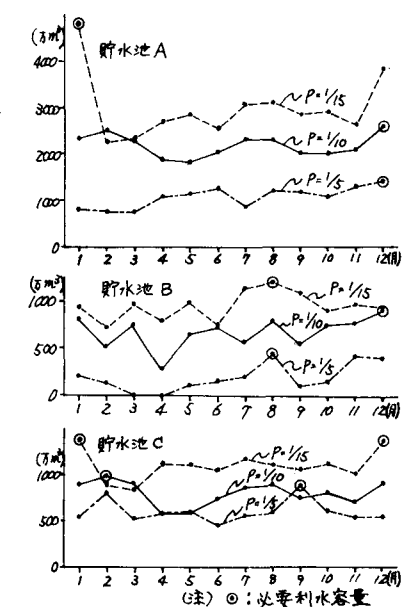


図-6 累積開始時点ごとの最大空容量