

## V-37 貯水池容量の治水、利水への配分に関する研究

京都大学防災研究所 正員 矢野勝正  
京都大学防災研究所 正員 ○石原安雄

洪水による災害が毎年のように繰返えされ、その惨状は容易なうさるものがあるが、こうした災害を防止または軽減する一つの有力な手段として、貯水池による洪水調節が大きくとりあげられ、とくに特定多目的ダム法の制定以来、各所に多目的ダムが計画され、大規模な洪水調節池が築造されて、かなりの成果をあげている。このような貯水池は治水および利水の両目的に使用するわけであるが、的確な洪水予報が期待しにくい現段階においては、貯水容量を洪水調節という治水の目的に使用する部分と各種の利水の目的に使用する部分とに分けて、いわゆる制限水位を設定するのが普通である。本研究はこうした貯水池容量の治水、利水への配分方法をオペレーションズリサーチの考え方から考察を加えたもので、一つの水系に単独に多目的貯水池が存在する場合を対象とした。

### 1. 多目的貯水池と計画高水流量

治水工事を行うに当たってまず第一に計画高水流量を定めるが、建設省河川砂防技術基準によると、計画高水は既往の最大洪水および河川の重要度に応じた年超過確率から算出されるものを基準とし、事業の経済効果をも勘案して総合的に決定するが、さらに計画高水に対処するに要する事業費ができるだけ小さくなるように、計画高水のピーク流量を洪水調節ダムと河道に配分することによって計画高水流量を定めるように述べられている。すなわち、計画高水の考え方には、人命尊重の立場から最大可能高水をとるものと、純企業的立場から経済効果を最大にするものの二つに大別される。前者の立場をとるときには、洪水調節のための貯水容量は、河川堤防によって防護することができるピーク流量が年間を通じて一定であるので、1年の各期間ごと(たとえば月ごと)の最大可能高水から河道で受けもつことができる流量を差引いた残りの流量を調節できるだけの大きさがあればよいわけであって、この場合の制限水位は調節方式を定めると容易に求められる。後者の立場をとるときにはかなり複雑であるが、以下ではこうした場合について述べる。

### 2. 河川流量の特性

ここにいう河川流量は日々の自然流下量および洪水量を意味する。さて、出水期全期間を通じて一定の制限水位とすることは、出水期期間中でも洪水の頻度およびその大きさが変わっており、また、1週間程度の短期間で区切って各期間ごとに制限水位を定めることは洪水の発生頻度および洪水調節操作などから短か過ぎると考えられ、不都合のように思われる。そこで本研究では1か月ごとに区切って制限水位を定めることとした。各月の最高流量を抽出して各月ごとの洪水の発生頻度を求めたところ、ほぼ対数正規分布に従うことがわかり、また各月ごとの総流出量についても同様の特性が認められた。また、月間総流入量とその月の洪水流量とは無相関に近かったので、以下では各月の自然流下量のうえにランダムに洪水が重なると考えたのである。

### 3. 容量配分方式

純企業的立場から容量配分を考えると、治水および利水上の利益が最大となるような配分方式をとればよいはずである。すなわち1年を12か月に分けた場合の*i*番目の月を含めて、それ以降12番目の月までの治水および利水上の期待利益額が最大となるように、*i*番目の月における制限水位を決定すればよい。

(a) 治水上の利益額 *i*番目の月において、洪水流量  $Q$  が生起する確率密度関数を  $f_i$ 、 $Q$  なる洪水が下流部の河道に流下したときの被害額を  $X$ 、一定率調節を考へ貯水池への流入量に対する放流量の比率を  $m$  とすると、被害軽減額の期待値  $X_i$  は次式で与えられる。

$$X_i = \int_{Q_i}^{Q_f} \{X(Q) - X(mQ)\} f_i dQ$$

ここに、 $Q_i$  および  $Q_f$  はそれぞれ無被害流量およびある仮定された洪水調節容量によって調節が可能な最高の流入洪水流量である。

(b) 利水上の利益額 利水上の利益額の期待値を厳密に計算することは、河川の自然流量の実態を把握したうえでかなり複雑な計算をしなければならぬので、以下では河川流量を平均的に取扱った場合のみを述べる。いま、*i*番目の月の初期水位を  $H_i$ 、最終水位を  $H_{i+1}$ 、平均流量を  $\bar{Q}_i$  とすると、*i*番目の月における増加利益額の期待値  $\bar{y}_i$  は  $\bar{Q}_i$ 、 $H_i$  および  $H_{i+1}$  の関数となる。この関数の形は発電、農業用水、工業用水などの利水の条件によって容易に求められるが、ここでとくに注意しなければならないのは各種の制約条件があることである。たとえば、発電では最大使用水量以上の水は無効放流となり、また、自然流量以上の流量を放流していわゆる渇水補給を行ったときのみ農業上の利益が増加する。

(c) 容量配分の計算式 いま、*i*+1番目の月において12番目の月までの治水、利水の総利益増加額の期待値が最大となるように定められた容量配分方式のときの総利益額の期待値を  $E_{i+1}$  とすると、*i*番目以降における総利益増加額の期待値の最大値  $E_i$  は上述の関係から次式で与えられる。

$$E_i = \left[ \bar{y}_i(\bar{Q}_i, H_i, H_{i+1}) + \int_{Q_i}^{Q_f} \{X(Q) - X(mQ)\} f_i dQ + E_{i+1} \right]_{\max}$$

上式は漸化式であるので  $E_{12}$  から  $E_{11}$ 、 $E_{10}$ 、………  $E_1$  と年のはじめに向って計算を進めなければならぬ。また、上式の計算は任意に仮定された  $H_i$  に対し、 $H_{i+1}$  を適当に選んで  $E_i$  を求め、そのうち  $E_i$  の値が最大となったときが所要の解となる。なお、上式の右辺第2項を計算するための  $Q_f$  は  $H_i$  と  $H_{i+1}$  のいずれが大ききものを制限水位としたときの調節可能最高流入洪水量としなければならぬ。以上のようにして  $E_i$  が求まると  $E_i$  のうちの最大値に対応する各月の初期水位を結んだものが所要の制限水位を与えるわけである。実例として、ある多目的ダムについて計算を行ったところ、かなり妥当な結果がえられたが、詳細は講演時に述べる。

終りに、上述のような純企業の見地から求められたものは、人命尊重の立場からこうした防災事業計画の最低基準であるとする著者の見解を明記するとともに、本研究は昭和34年度建設技術補助金の交付を受けて行ったもので、関係当局に謝意を表する。