

97. 雨量より洪水流量の推定について (20分)

建設省中國四國地方建設局 中 安 米 藏

本研究は治水計畫の基礎をなす計畫洪水流量について、千代川を中心として行つた著者の研究の中、降雨量より洪水流量を推定する問題に關する部分を要約したものである。

まず洪水流量に影響する要素として、雨量の資料を超過確率をもつて整理し、降雨の時間的分布及び平面的分布を求めて、その特性把握につとめ、流域の特性は出水の遅れの時間によつて總括的に表示されることを確め、それと流路延長などとの一般關係式を求めた。

次に出水機構を研究して、初期滲透、地表面貯溜及び地下水補給を損失雨量とし、その残りを有効雨量として河道貯溜と直接河川流出とに分類した。しかして損失雨量の累計を總雨量の函數と考へてその算定式を導き、有効雨量の總雨量に對する比を流出係數とし、これらを用いて有効時間雨量を合理的に求める方法を見出した。

一方有効雨量は河川流出量との間に一定の關係を有し、全流域に單位時間降つた有効雨量による河川の流量時間曲線は全體として有効雨量に比例し、しかも流量の時間配分は同型であるとの前提に基いて、いわゆる單位流出量曲線が作られるが、著者は出水の遅れの時間、あるいはその1/2の時間を單位時間と考へることによつて、普遍性をもつた單位流出量曲線の作製に成功した。

連續降雨に對する流量時間曲線は單位流出量曲線を用い、それぞれの單位時間の有効雨量に應ずる流量時間曲線を求め、それらを單位時間ずつ遅らせて加算して求められるが、千代川に對する適用結果により相當良好なことを實證した。なお以上の關係を用いて雨量から洪水流量を求める實用公式を導いてその有効性を確かめた。これらによつて確率雨量より確率洪水量及び確率洪水曲線の推定を可能ならしめた。

この研究の特徴は雨量より最大洪水流量はもとより洪水曲線をも合理的に推定しようとしたことであつて、從來至難とされた本邦河川の雨量よりの洪水豫報を可能ならしめるとともに計畫洪水流量の算定を合理化せしめた。

98. 單位圖の研究 (20分)

正員 京都大學工學部 石 原 藤 次 郎

准員 同 ○上 山 惟 康

石狩川、千代川、斐伊川等への單位圖法の適用を通じて、次のような結論がえられた。

1) 大支川の横流入がなく、かつ最大流量における誤差を 200 m³/sec まで許せば、單位圖は流域面積 4,000 km² までは充分適用することができる。

2) 流出係數は雨量の増加とともに漸増するが、一方損失雨量はある雨量以上は一定となり、それ以後の降雨は 100%流出するものと考えてよい。したがつて流出係數を一定とする從來の方法を根本的に改め、各河川ごとに實測檢討する必要がある。

3) 表面流出に及ぼす前期降雨の影響は次式に示す y_i の總和を主體降雨に加算して前期降雨のない場合の流出係數曲線を用いればよい。

$$y_i = \left(1 - \frac{1}{n}\right) h_i / x_i \dots \dots \dots (1)$$

但し y_i : 前期降雨の影響として主體降雨に加算すべき雨量。

n : 單位圖の流出期間と單位時間との比で常數とする。

h_i : 單位時間ごとに分割した前期雨量。

x_i : 前期降雨後主體降雨までの無降雨の時間と單位時間との比。

4) 單位圖の最大流量 q_0 は次式によつて任意の實測洪水曲線より近似的に求めることができる。

$$q_0 = Q_m + \frac{S'_n t}{\bar{r}} \{ (n-1)r_1 + (n-2)r_2 + \dots + r_{n-1} \} / \bar{r} \dots \dots (2)$$

但し Q_m : 最大流量, n : 分割降雨量數, t : 單位時間, S'_n : 最大流量の點と t 時間後の點とを結ぶ直線の勾配, r_i : 分割雨量と單位降雨量との比, $\bar{r}$: r_i の總和, すなわち總雨量と單位降雨量

との比、

5) 単位圖の各縦距は逐次計算法により實測洪水曲線より容易に推定することができる。

6) ある単位時間、単位降雨量に對する単位圖が求まれば、他の任意の単位時間、雨量に對する単位圖は前者を合成分解して求めることができる。

7) 単位時間は出水の遅れ t_d 時間以内であれば任意にえらんでよい。精度は単位時間が短いほどよいはずであるが、努力と現在の記録不備の點より最大流量、洪水曲線の推定の場合は t_d にとつて充分である。

8) 単位圖を用いれば、洪水豫報を水位法に比しはるかに迅速かつ組織的に行うことが理論的に可能である。この場合の単位圖は単位時間の短いほどよく本邦では1時間をとるべきであろう。

9) 単位圖(流出係数を含む)によつて各河川の流出に關する特性を明確にすることができる。特に単位圖の流量及び流出期間が流域面積の平方根に比例して變るものとすれば、各河川の流出状態を標準の雨量(繼續時間一定)、流域面積について一元化することができ、その比較が可能である。流域面積 $1,000 \text{ km}^2$ 、単位時間 4 hr 、単位降雨量 10 mm についてそれぞれの単位圖より流出に關する特性値を求めると表-1 のごとくである。ここで K は遞減部が $q_{at} = q_0 K^t$ に従うとした場合の係數、平均上昇及び遞減率は洪水曲線の上昇、遞減部の1時間平均の上昇及遞減流量である。

表-1 流出に關する特性値

特 性 値	單 位	千代川	斐伊川	石狩川
出水の遅れ t_d	hr	7	10	11
最大流量 q_0	m^3/sec	280	264	210
流出期間 T	hr	52	60	82
遞減率 K	—	0.857	0.860	0.893
平均遞減率 d_{m1}	$\text{m}^3/\text{sec}/\text{hr}$	6.0	5.3	3.0
平均上昇率 r_{m1}	$\text{m}^3/\text{sec}/\text{hr}$	40	26	19

99. 順序統計學による確率洪水 (20分)

正員 京都大學工學部 岩 井 重 久

洪水確率問題における今までの考え方は、母分布として特定の分布函數を想定し、その函數の未知母數につき推定又は檢定を行わんとしたものであつた。しかしこの分布函數自體は無限の觀測標本によらない限り正確に判斷し決定することはできず、實際上種々の困難を生ずる。このような場合確率標本として順序統計量を選ぶならば特定の型の分布函數を前提としなくてもよい。順序統計量として數値の大きいものより小さいものへ並べた次の如き數列を考える。

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_m, \dots, x_n,$$

このうち、 m 番目の値 x_m の起る確率は、 x_m より小さい値の確率を $F(x_m)$ とし、 x_m の確率を $f(x_m)$ として次の確率密度で表わされる。

$$d\theta_{(m)} = \binom{n}{m} m [F(x_m)]^{n-m} [1-F(x_m)]^{m-1} f(x_m) \dots \dots \dots (1)$$

この分布に基づいて2系統の統計理論を展開することができる。

1. 式(1)の分布の理論的代表値として平均値 $\frac{n-m+1}{n+1}$ が合理的である。さらに時間的間隔及び超過の概念を導入し、重みをつけて求めた平均値は次の如くなる。

$$w(n, m, N, x_i) = \frac{\binom{n}{m} m \binom{N}{x_i}}{(m+x) \binom{N+n}{m+x}} \dots \dots \dots (2)$$

これは n 觀測標本の m 番目の大きさの計畫量が未來 N 年間に x 回越される確率を與える。その結果例えば25年間の年洪水流量記録の最大値より6番目の記録に基いて締切堰堤を造ると、未來5年間の工事中における防禦率は $w(25, 6, 5, 0) = 0.298$ となる。従つてこの方法によれば、分布函數を假定することなく觀測記録の順序のみによつて各種水工計畫に有効な推定を行うことができ、しかもその結果は分布型 $F(x)$ とは無關係に等しい信頼度をもつ。しかしこの理論は既往觀測標本のみを對象とし、この範圍外の値を考察しえないから、計畫高