

II-46 洪水の再現期間について

東京都立大学 正員 丸井 信雄

1. はしがき

降水量等の確率とその再現期間 (return period) については、水文学の分野で多く研究されている。流量については、実測資料が降水量の場合と比べて少ない関係から降水量で方法と準用して試みるのが一般である。ここでも降雨と河川流量とは同様に論じ得ると考え、共にその日量のみを対象とした。

2. 再現期間 (Return Period)

再現期間の定義は一般に『ある変量が特定の値 X になることが、平均して、 T (期間) に1回の割合で起ると期待されるとき、 T を X の再現期間という』である。洪水流量を対象とする場合は『流量が特定の値以上になることが、平均して何年に1回の割合で起るだろうか』という問題になる。即ち、ここでいう流量は一年に1回だけの最大流量のみを採るのでなく、それがその年の2位以下の大きさの流量であつても、それが特定の値以上である場合は問題にするのが工学的であると考え。即ち、河川流量に関してはその流況曲線の外挿によって確率洪水量を求めるべきであると考えるのである。

変量 x ($x \geq 0$) の確率密度を $\phi(x)$ とするとその分布 (X を超えない確率) $P(X)$ は

$$P(X) = \int_0^X \phi(x) dx \quad \text{変量 } x \text{ が } X \text{ を超える確率 } Q(X) \text{ の再現期間 } T \text{ は}$$

$$T = N \cdot 1/Q \quad (1) \quad \text{である。}$$

ここに、 $Q(X) = 1 - P(X)$, N は確率密度を求めるときの基準の期間。

今、日量の年最大値だけを標本として採用する場合と論ずれば、日量が1年(365日)のうち364日は X を超えず、残りの1日だけ X と $X + dX$ との間にある確率 $w(X) dX$ は

$$w(X) dX = 365 \left\{ \int_0^X \phi(x) dx \right\}^{364} \phi(X) dX \quad (2)$$

である。年最大値が X を超えない確率 (分布) $W(X)$ は

$$W(X) = \int_0^X w(x) dx = \left\{ P(X) \right\}^{365} \quad (3)$$

である。従つて、統計の標本として、日量全部を採る場合と年最大値のみを採る場合との超過確率 X の再現期間とそれぞれ T , T' とすると、

$$T(\text{年}) = \frac{1}{365} \cdot \frac{1}{1 - P(X)}, \quad T'(\text{年}) = 1 \cdot \frac{1}{1 - W(X)} = \frac{1}{1 - \{P(X)\}^{365}} \quad (4)$$

3. 分布関数 $P(X)$

分布関数としては、主として対数正規分布、立方根正規^{分布}、Gumbel 法等が与えられているが、著者は次の型を提唱する。

$$P(X) = \exp[-a(bX)^m e^{-bX}], \quad (a, b, m > 0) \quad (5)$$

この分布は $X \rightarrow \infty$ に於て Gumbel 法の式に一致する。これと変形すると

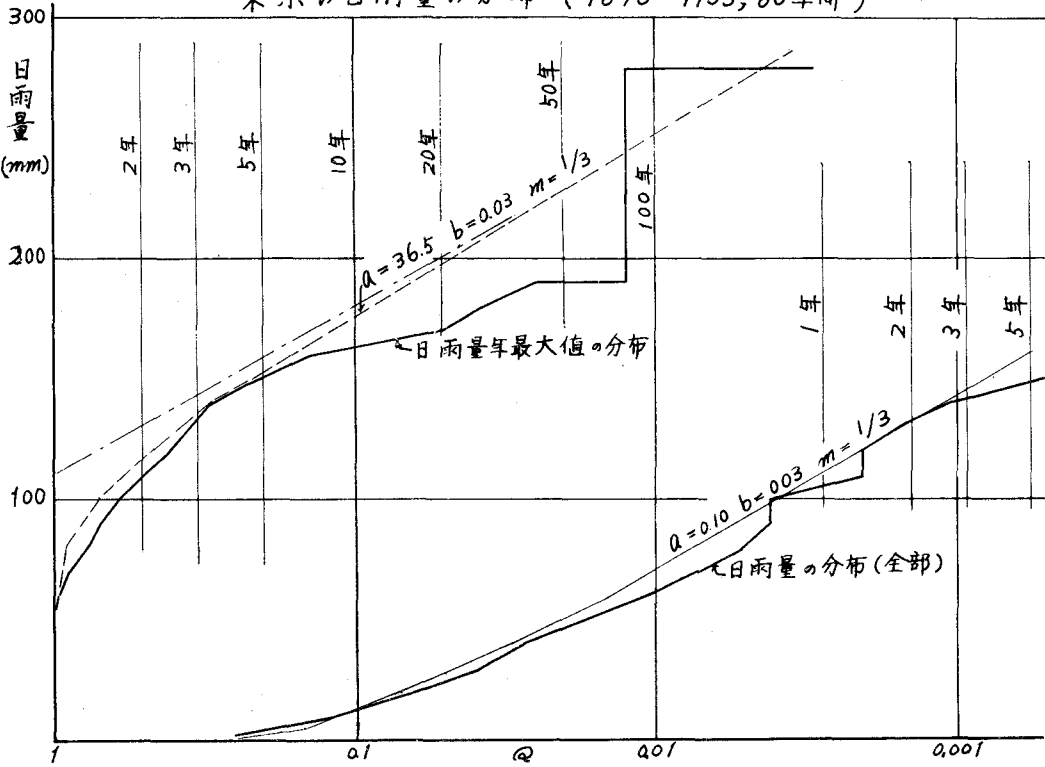
$$\log(-\log P) = \log a - m \log b - m \log X - bX$$

となって、最小自乗法を用いて a, b, m の定数を決定することが容易である。また年最大値の分布との関連は、

$$W(X) = \{P(X)\}^{365} = \exp[-365a(bX)^{-m}e^{-bX}]$$

となって、 $W(X)$ では $P(X)$ に於ける a が 365 倍になるだけの相違であるから、 $W(X)$ と $P(X)$ との相互の関連が簡明であつて、年最大値のみの資料から前述の厳密な意味での超過確率を求めることが出来る。

東京の日雨量の分布 (1876-1955, 80年間)



次に諸方法の比較を示す。

	適 合 性				計 算 難 易			関 連 性
	日雨量		日流量					
	全部	年最大	全部	年最大	厳密	最小自乗法	グラフ	
対数正規分布	○	○	○	○	○	×	○	?
立方根正規分布	○	×	×	×	○	×	○	?
Gumbel 法	×	○	×	○	○	○	○	○
著 者 の 式	○	○	○	○	×	○	×	○