

# 確率洪水量과 危險度分析에 관한 研究

一年最高值系列을 中心으로

忠北大農大 李 淳 赫

忠北大農大 朴 明 根

## I. 緒 論

各種 水工構造物의 設計基準이 되는 보다 正確한 設計水文量의 決定은 무엇보다도 重要な 課題의 하나이다.

이에 따라 本 研究에서는 우리나라의 主要 河川인 漢江, 錦江, 忠津江의 6個 流域에 대한 年最高值系列의 洪水量을 資料로 하여 各種 洪水頻度分析에 依한 比較 檢定으로 適正分布型을 設定하고 이에 따른 再現期間別 確率洪水量方程式을 誘導하여 各 流域에 따른 確率洪水量을 제시하고 나아가 確率洪水量이 決定되면 그 크기가 將次 N年 以內에 最小限 1回 發生할 수 있는 危險度를 判斷하는 것은 設計上 매우 重要하다.

따라서 再現期間과 設計壽命期間에 따른 危險度를 分析하여 또한 危險度를 考慮한 設計洪水量을 推求하므로써 水文學的인 設計基準을 提供하고자 한다.

## II. 使用基本水文資料

洪水頻度와 危險度分析을 爲해 漢江의 2個 流域인 丹陽,

忠州 金糸江의 3個 流域인 水通, 次川, 公州를 그리고  
 蟾津江의 松亭流域 都合 6個 流域을 對象으로  
 水位-流量曲線에서 年最高值系列의 洪水量을 算定하였다.

### III. 確率分布型 및 危險度分析 理論.

#### 1. 確率分布型

- 1). Pearson Type III Distribution.
- 2). Log Pearson Type III Distribution.
- 3). Type I Extrimal Distribution.
- 4). Three Parameter Lognormal Distribution.
- 5). Exponential Distribution.

#### 2. 危險度

R年 內에 1回 超過할 確率은

$$P(X > x)_R = 1 - [1 - P(X > x)]^R \text{ 이다.}$$

再現期間  $T_r = \frac{1}{p(x > x)}$  이므로

$$P(X > x)_R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^R = U$$

이는 Encounter Probability 인 危險度로서 이에 根拠한 設計  
 壽命期間과 破壞危險度에 따른 再現期間과의 關係는

$$T_r = \frac{1}{\{1 - (1 - u)^R\}}$$

로 表示된다.

## IV. 分析結果 및 考察

### 1. 基本統計值

確率分布型 類推를 爲한 基本統計值인 平均值 ( $\bar{X}$ ), 分散 ( $S^2$ ), 標準偏差 ( $S$ ), 分散係數 ( $C_v$ ), 歪曲係數 ( $C_s$ ) 등을 求한 結果는 Table 1과 같다.

Table 1. Basic Statistics.

River System	Watershed	N	$\bar{X}$	$S^2$	S	$C_v$	$C_s$
Han River	Dan Yang	27	3,119.18	3,685,632.00	1,919.80	0.62	1.02
	Chung Ju	26	4,379.23	6,478,638.00	2,545.32	0.58	0.83
Geum River	Su Jong	14	657.80	244,332.69	494.32	0.75	0.60
	Og Cheon	25	1,691.20	901,019.38	949.22	0.56	0.47
	Gong Ju	25	3,171.60	1,332,684.00	1,154.42	0.36	0.27
Seom Jin River	Song Jong	22	2,377.95	905,381.38	951.52	0.40	0.30

### 2. 確率分布型 分析比較

適正確率分布型 決定을 爲한 前述한 바와 같이 Pearson Type III, Log Pearson Type III, Type I Extremal, Three Parameter Lognormal 및 Exponential 分布의 5種 確率分布 函數를 選定하였고 이에 必要한 媒介變數의 計算은 Method of Moment 에 依拠하였으며 適合性 与否 判斷은  $\chi^2$ -Test 와 Kolmogorov - Smirnov Test 에 依拠한 檢定한 結果 Three Parameter Lognormal 分布를 適正分布型으로 採択 하였다.

### 3. 確率洪水量の誘導

適正確率分布型으로 採択된 Three Parameter Lognormal 에 의한 確率洪水量方程式  $X_T = a + e^{X_T}$  에 의해 再現 期間別로 求한 各流域의 確率洪水量은 Table 2 와 같다.

Table 2. Flood flow prediction by the three parameter lognormal method for each watershed.

Stations Formulas	Dan Yang	Chung Ju	Su Tong	Ug Cheon	Gong Ju	Song Jong
Return derived Period (Yr)	$-3,055.7 + e^{X_T}$	$-5,551.6 + e^{X_T}$	$-2,145.7 + e^{X_T}$	$-4,766.5 + e^{X_T}$	$-10,490.0 + e^{X_T}$	$-7,754.4 + e^{X_T}$
2	2,840.8	4,068.3	615.3	1,622.5	3,123.1	2,363.4
5	4,558.4	6,343.4	1,053.3	2,459.1	4,124.6	3,191.1
10	5,647.2	7,739.6	1,309.3	2,939.2	4,677.6	3,650.4
20	6,662.6	9,015.1	1,536.1	3,359.6	5,149.2	4,044.1
50	7,947.9	10,598.0	1,809.1	3,860.2	5,698.0	4,503.7
100	8,897.8	11,747.0	2,202.3	4,211.0	6,074.5	4,820.3

### 4. 危險度分析

1). 再現期間 및 設計壽命期間의 危險度의 關係

$$U = P(X > x)_R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_R}\right)^R \quad (1)$$

Or

$$U = 1 - e^{-\frac{R}{T_R}} \quad (2)$$

Table 3. Comparison between Eq. (1) and Eq. (2)

$\frac{R}{T_r}$	$U = 1 - (1 - \frac{1}{T_r})^R$	$U = 1 - e^{-\frac{R}{T_r}}$
0.1	0.0952	0.091
0.2	0.1814	0.181
0.3	0.2595	0.259
0.4	0.330	0.329
0.5	0.394	0.393
0.6	0.452	0.451
0.7	0.504	0.503
0.8	0.552	0.551
0.9	0.595	0.593
1.0	0.633	0.632

2) 再現期間, 標準變量과 危險度와의 關係  
 本 分析에서 適正確率分布型으로 採択된 Three Parameter Lognormal 에 依한 再現期間別 確率洪水量은 標準變量, K로 다음과 같이 變換시킬수 있다.

$$K = (Q_{Tr} - \bar{Q}) / S$$

$Q_{Tr}$  : 再現期間,  $T_r$ 에 대한 洪水流出量.

$\bar{Q}$  : 年最高值의 平均流出量.

S : 標準偏差.

計算된 標準變量, K와 이에 対応하는  $T_r$ 의 값들을 使用해서

最小自乘法에 依據 各流域別로 求한 再現期間,  $T_r$ 의 式과 危險度式,  $U$ 는 Table 4와 같다.

Table 4. Risk  $U$ , with standardized variate,  $K$  and the life of project,  $R$  for each watershed.

Stations	$T_r$	$U = 1 - e^{-\left(\frac{R}{T_r}\right)^K}$
Dan Yang	$2.113 e^{1.251 K}$	$1 - e^{-\left(\frac{R}{2.113 e^{1.251 K}}\right)^K}$
Chung Ju	$2.006 e^{1.308 K}$	$1 - e^{-\left(\frac{R}{2.006 e^{1.308 K}}\right)^K}$
Su Tong	$1.839 e^{1.407 K}$	$1 - e^{-\left(\frac{R}{1.839 e^{1.407 K}}\right)^K}$
Og Cheon	$1.732 e^{1.445 K}$	$1 - e^{-\left(\frac{R}{1.732 e^{1.445 K}}\right)^K}$
Gong Ju	$1.781 e^{1.488 K}$	$1 - e^{-\left(\frac{R}{1.781 e^{1.488 K}}\right)^K}$
Song Jong	$1.592 e^{1.523 K}$	$1 - e^{-\left(\frac{R}{1.592 e^{1.523 K}}\right)^K}$

危險度,  $U$ 의 크기에 따른 設計壽命期間,  $R$ 와 標準變量,  $K$ 와의 關係에 對한 漢江의 丹陽, 錦江의 沃川, 蟾津江의 松亭流域의 標本例는 圖 1, 2 및 3과 같다.

### 3) 危險度を 考慮한 設計洪水量의 誘導

前述한 바와 같이 再現期間에 對하여 水利構造物의 破壞 確率은 6%가 되는 것과 再現期間이 構造의 壽命期間의 10倍가 넘도록 選擇되었을 때 비록 그 危險度는 10%未滿이라는 事實에 비하여 危險度を 考慮한 設計洪水量의 決定이 무엇보다도 重要한 것이다. 이에 對한 應用例로서 壽命期間을 再現期間과 같게 하고 危險度を 10%로 設計時

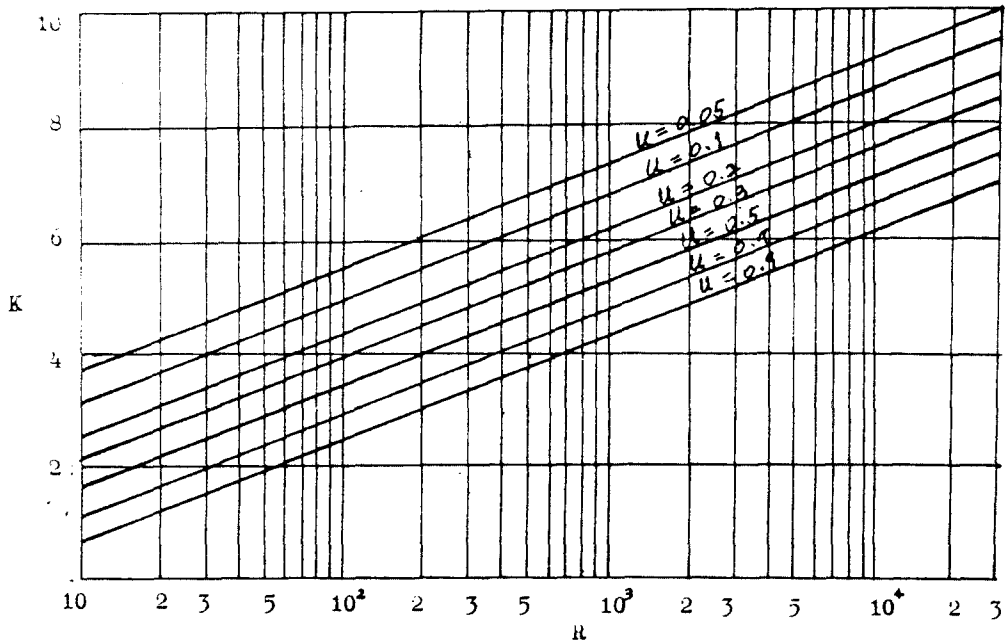


Fig. 1. Relationship between R and K attendant on the variable risk at Dang yang.

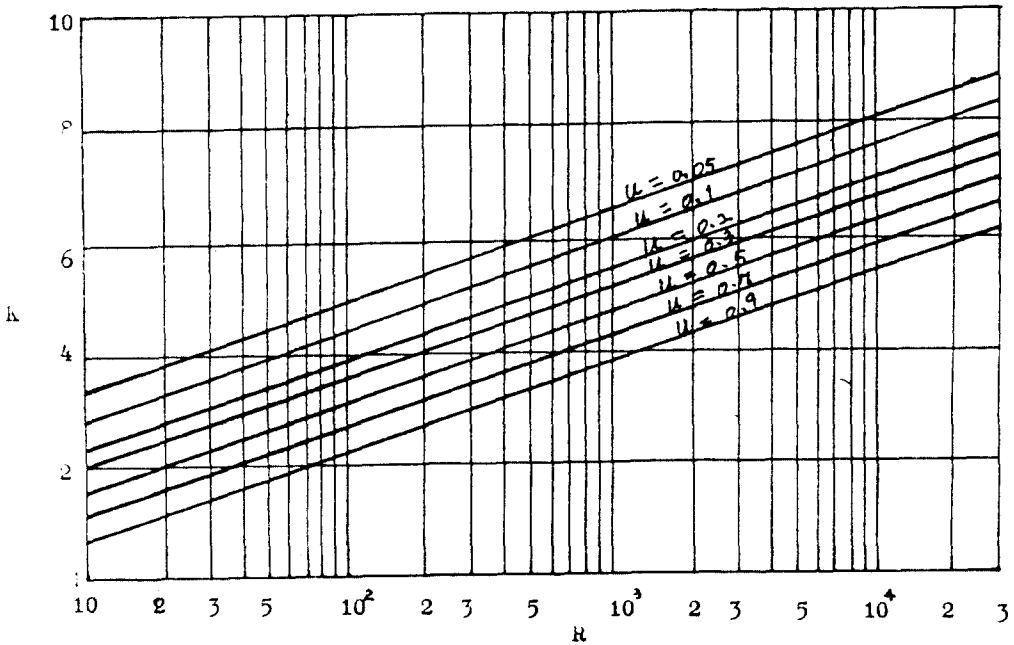


Fig. 2. Relationship between R and k attendant on the variable risk at Og Cheon.

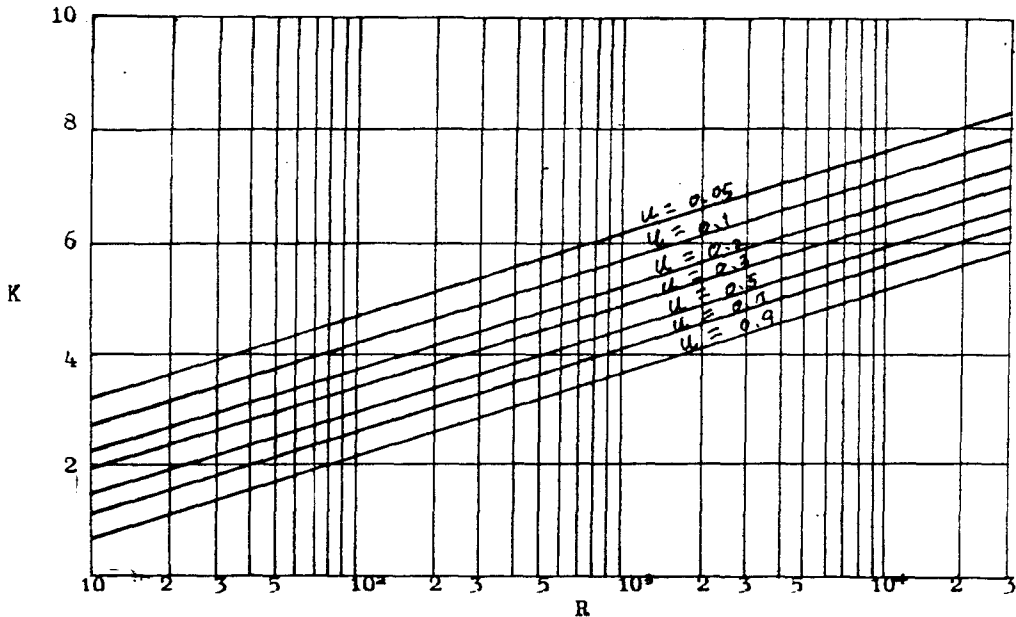


Fig.3. Relationship between R and K attendant on the variable risk at Song Jong.

于先 標準變量, K를 求해야 한다. 危險度, U와 壽命期間, R의 값을 各流域에 對한 危險度式 (Table 4. 參照) 에 代入 하므로서 再現期間과 關聯된 K式을 各各 求한 結果 Table 5.外 같이 나타냈다.

Table 5. Formulars of standardized variate, K for the design flood.

Stations	Formulars of standardized variate, K.
Dan Yang	$K = 0.799(\ln 4.484 \text{ Tr})$
Chung Ju	$K = 0.765(\ln 4.739 \text{ Tr})$
Su Tong	$K = 0.711(\ln 5.155 \text{ Tr})$
Ug Cheon	$K = 0.692(\ln 5.464 \text{ Tr})$
Gong Ju	$K = 0.672(\ln 5.319 \text{ Tr})$
Song Jong	$K = 0.657(\ln 5.959 \text{ Tr})$



## V. 結 論

1. 漢江, 錦江, 蟾津江의 610 流域에 대한 年最高值 系列에 關한 適正確率分布型은 Three Parameter Lognormal로 나타냈다.
2. 各 流域別로 Three Parameter Lognormal에 依한 再現期間別 確率洪水量을 誘導하였다.
3. 危險度,  $U$ 를 設計壽命期間과 再現期間과를 關聯시켜  $U = 1 - e^{-\frac{R}{T}}$ 로 單純化시킬 수 있다.
4. 設計壽命期間,  $R$ 과 標準變量,  $K$ 에 關聯된 危險度 一般式이  $U = 1 - e^{-(R/ae^{bK})}$ 로서 誘導되었고. 各 流域別로 危險度式을 이끌어 냈다.
5. 危險度 10% 以內에서 再現期間을 設計壽命期間으로 하는 設計洪水量을 推求하기 爲한 再現期間에 關聯된 標準變量,  $K$ 의 一般式,  $K = a(\log_e b \cdot T_r)$  및 各 流域別  $K$ 式을 誘導하였다.