

極小值流量에 대한 適正分布型的 設定과 確率渴水量的 算定

—Probability Function of Best Fit to Distribution
of Extremal Minimum Flow and Estimation
of Probable Drought Flow—

金	知	學*
Kim,	Ji-	Hak
李	舜	鐸**
Lee,	Soon-	Tak

In this paper the authors established the best fit distribution function by applying the concept of probability to the annual minimum flow of nine areas along the Nakdong river basin which is one of the largest Korean rivers and calculated the probable minimum flow suitable to those distribution function. Lastly, the authors tried to establish the best method to estimate the probable minimum flow by comparing some frequency analysis methods. The results obtained are as follows

(1) It was considered that the extremal distribution type III was the most suitable one in the distributional types as a result of the comparison with Exponential distribution, Log-Normal distribution, Extremal distribution type-III and so on.

(2) It was found that the formula of extremal distribution type-II for the estimation of probable minimum flow gave the best result in deciding the probable minimum flow of the Nakdong river basin. Therefore, it is recommended that the probable minimum flow should be estimated by using the extremal distribution type-III method.

(3) It could be understood that in the probable minimum flow the average non-excessive probability appeared to be $P_0 = 1 - \frac{1}{2.71}$ and gave the same values of the probable variable without any difference in the various methods of plotting technique.

1. 序 論

急激한 經濟의 高度成長과 人口增加는 물 需要를 顯著히 높혀 各種 利用目的 間에 서로 물을 얻으려고 치열한 競爭이 벌어지고 있다. 水資源은 다른 資源과 달라 循環作用에 依하여 永久히 循環되므로 무엇보다도

많은 研究가 있어야 하며 特히 利水計劃에 있어서는 最小值 流量資料로부터 各種 分析에 依하여 確率渴水량을 推定하고 그 推計學의 特性을 究明하는 것이 重要하다. 그러나 지금까지 分析된 것은 極值中 最大値에 對한 研究 (1), (2), (3), (4), (5), (6), (10), (12)는 많지만 最小值流量에 關한 研究는 比較的 적다고 하겠다. Gumbel은 渴水流量의 分布函數로서 極值 分布中 第 3

* 正會員·忠州工業專門學校助教授

** 本會理事·嶺南大學校工科大学副教授·工學博士

形式이 적합하다고 提唱^{(8), (9)}하였으며, 이에 對한 研究은 Chow^{(8), (9)}도 實行한 바 있다. 本論文은 우리 나라의 主要河川中의 하나인 洛東江 流域의 最小值 流量에 確率概念을 適用하여 分布型을 設定하였으며 이 分布型에 適合한 確率渴水量을 算定하고 他의 여러 最小值 頻度分析法和 比較 檢討하여 最適確率渴水量의 算定方法을 定立토록 하였다.

그리고 또한 本論文에서 使用한 資料의 選定方法은 水文資料의 選定基準^{(7), (8), (9)}에 準하여 洛東江流域의 主要觀測所中 9個 地點의 極值中 每年最小值(Annual minimum flow)를 擇하도록 하였으며 다음과 같은 各地點의 記錄值를 分析에 使用하였다.

<Table-1> Gauging Stations

河川名	觀測所	流域面積 (km ²)	備考
木流	Nak Dong	9,369.5	1924~1970
"	Wae Gwan	11,074.4	1924~1973
"	Hyeon Pung	14,000.9	1924~1970
琴湖江	Dong Chon	1,543.9	1958~1973
木流	Koryoung Bridge	13,930.0	1958~1973
"	An Dong	3,593.4	1958~1970
"	Ill Sun Bridge	9,501.7	1958~1970
南江	Dog San	2,291.2	1958~1968
黃江	Chang Ri	924.6	1963~1973

2. 適正確率分型

2.1 極小值流量의 分布理論

極值水文量의 確率分布型으로서는 最大值 및 最小值에 對해서 여러型^{(8), (9)}이 있으나 最小值의 分布型으로 가장 適合하다고 생각되는 極值分布 Type-III^{(7), (8), (9)}의 理論에 對해서만 記述키로 한다.

極值分布 Type-III 즉 最小值分布는 最大分布의 경우와 같이 順序統計量의 最小值 分布의 極限形式으로 해서 얻어지는 것으로서 Weibull分布라고도 하며 다음과 같이 3가지 形式이 있다.⁽⁸⁾

$$G(x) = \exp(-e\xi) \dots \dots \dots (2-1)$$

$$\text{Case 1: } \xi = a(x - x_0) \quad (-\infty < x < \infty)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{Case 2: } \xi = a \log \frac{u-x_0}{u-x} = k \log \frac{u-x_0}{u-x} \\ < -\infty < x < u, \quad a, k > 0 \end{aligned} \right\} (2-2)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{Case 3: } \xi = a \log \frac{x+b}{x_0-b} = k \log \frac{x+b}{x_0-b} \\ (-b < x < \infty, \quad a, k > 0) \end{aligned} \right\}$$

여기서 G(x)는 x의 超過確率을 뜻하며 a, k = a, log

e, x, u 및 b는 定數이다.

여기서 k는 Skewness Coefficient C_s에 의하여 구하여지므로 [(8), P.230-231] a를 구할 수 있으며, x₀ 및 b는 또한

$$\left. \begin{aligned} x_0 = m + B_1 \cdot \sigma \\ x_0 + b = C_1 \cdot \sigma \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2-3)$$

으로부터 얻을 수 있다. 이 식에서 m 및 σ는 平均值, 標準偏差이며, B₁ 및 C₁ 역시 C_s값에 의하여 [(8), p. 230-231]로부터 구할 수 있다. 이들의 規準形式은 ξ = -y로 두면 Type-I 分布와 形式이 되고 各 Case는 모두 Type-I 分布와 類似形을 取하고 있다. 即, Type-III 分布는 Type-I의 對應形式을 逆으로한 分布形을 나타내고 있으므로 水文統計分野에서는 Case 3의 分布 函數가 年最小值 渴水量解析에 利用될 수 있다는 것을 Gumbel이 提唱^{(3), (4), (8), (9)}한 바 있다. Type-III 分布特性은 Type-I과 같이 歪曲係數 C_s에 依해서 特定지역 지는데 各 Case의 값⁽⁸⁾은 다음과 같다.

$$\left. \begin{aligned} \text{Case 2: } C_s < -1.1395 \\ \text{Case 1: } C_s = -1.1395 \\ \text{Case 3: } C_s > -1.1395 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2-4)$$

水文量의 非對稱分布가 大部分 C_s > 0이므로 Type-III 中 Case 3가 一般的으로 適用된다.

2.2 分布型의 分析

먼저 各 觀測地點의 流量資料의 Skewness Coefficient C_s를 구해 보면 다음 Table-2와 같으며 앞의 Case 3의 條件을 만족한다. 따라서

<Table-2> Skewness Coefficient (Cs)

觀測地點	Cs Values	Remarks
Nak Dong	2.2508	
Wae Gwan	0.5080	
Hyeon Pung	0.2905	
Dong Chon	2.0480	
Ko Ryoung Br	0.1917	
An Dong	0.2101	
Ill Sun Br.	-0.3863	
Dog San	1.5299	
Chang Ri	0.3075	

最小值 流量의 適正確率分布型의 設定을 爲하여 앞에서 說明한 極值分布 Type-III와 그의 指數分布^{(8), (9), (10), (11), (12)} 및 對數正規分布^{(8), (9), (10), (11), (12)}에 對한 確率을 求해서 洛東 및 倭館地點의 記錄值와 함께 plot하여 比較해 보면 Fig-1 2와 같다. 이 그림에서 分布型 가운데 極值分布 Type-III가 觀測值와 一致하

는 것으로 보여지나 分明치는 않다. 따라서 그 適合性의 檢定을 爲하여 χ^2 -Test를 施行하였다(Table-3 參照).

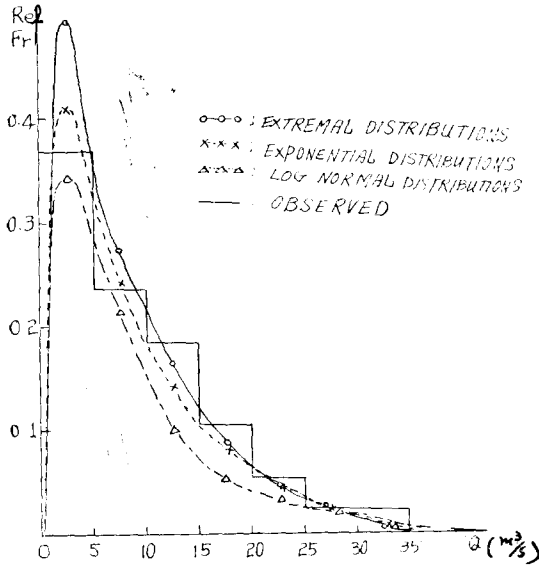


Fig. 1 Probability Density Curve(Nakdong)

그 結果 極值分布 Type-III의 경우는 有義水準 5%에서 모든 觀測所에서의 觀測值의 確率分布가 極值分布 Type-III를 이룬다는 假說을 棄却할 수 없었으나 指數分布 및 對數正規分布에 있어서는 觀測所中 各各 77% 및 44%만 適合性을 보여주고 상당한 數의 觀測所에서 假說이 棄却되었다. 따라서 洛東江 流域 全體에 對해서 極值分布 Type-III가 가장 適合한 分布라고 思料된다.

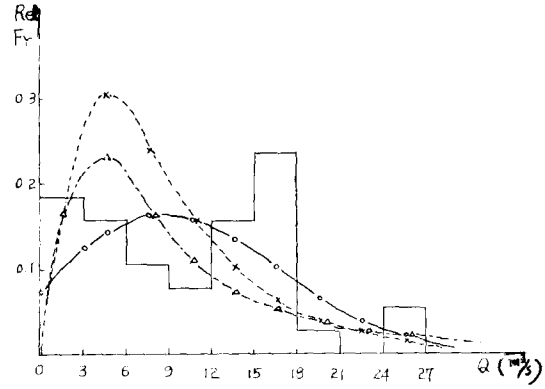


Fig. 2 Probability Density Curve(Waegwan)

<Table-3>

χ^2 -Test(分布型)

分布型 Name	極值分布 Type-III				指數分布				對數正規分布			
	$\chi^2_{0.05}$	$\chi^2_{0.01}$	χ^2	檢定	$\chi^2_{0.05}$	$\chi^2_{0.01}$	χ^2	檢定	$\chi^2_{0.05}$	$\chi^2_{0.01}$	χ^2
Nak Dong	3.84	6.63	0.3511	○	9.49	13.28	1.0728	○	7.94	13.28	4.1793	○
Wae Gwan	9.49	12.28	4.8446	○	5.99	9.21	11.5808	×	12.59	16.81	30.7632	×
Hyeon Pung	11.07	15.09	5.5406	○	7.81	11.34	10.3916	△	12.59	16.81	22.0205	×
Dong Chon	3.84	6.63	2.2598	○	9.49	13.28	2.4615	○	9.49	13.28	15.9023	×
Ko Ryeong Br.	3.84	6.63	2.1941	○	9.49	13.28	17.5932	×	9.49	13.28	16.6863	×
An Dong	3.84	6.63	3.6094	○	5.99	9.21	2.9105	○	7.81	11.34	2.6080	○
Ill Sun Br.	3.84	6.63	0.4073	○	3.84	6.63	0.6584	○	5.99	9.21	1.0043	○
Dog San	5.99	9.21	2.4480	○	5.99	9.21	2.0588	○	7.81	11.34	5.6739	○
Chang Ri	3.84	6.63	4.0161	△	5.99	9.21	0.9079	△	5.99	9.21	13.5724	×

○:Accepted △:Impossible ×: Rejected

3. 頻度分析 및 確率渴水量의 決定

3-1 頻度分析 方法

3-1-1 Plotting Technique⁽⁵⁾에 依한 方法 plotting Technique에 使用되는 plotting position의 公式으로써 지금까지 發表된 것은 Table-3^{(5),(7)}과 같으며 이 公式에 依하여 確率紙上에 水文資料를 表示하기 爲하여서는 各 資料值의 累加生起確率이나 再現期間을 決定해야 한다.

<Table-4> Plotting position Formulas

Name	Formulas for P
California	m/n
Hazen	(2n-1)/2n
Weibull	m/(n+1)
Chegodayev	(m-0.3)/(n+0.4)
Blom	(m-3/8)/(n+1/4)
Tukey	(3m-1)/(3n+1)
Gringorten	(m-0.44)/(n+0.12)
Beard	1-(0.5) 1/n

n: Total number m: Order number

3-1-2 頻度係數에 의한 方法

水文資料의 確率渴水量^{(7),(8),(9)}解析을 爲한 一般式은

$$x = \bar{x} + KS \dots\dots\dots(3-1)$$

여기서 x : 確率渴水量
 \bar{x} : 平均置
 S : 標準偏差
 K : 頻度係數

와 같으며 頻度係數 K 는 다음과 같이 求한다.

(1) Fuller의 方法에 의한 K

1913年에 Fuller가 研究^{(1),(2),(3),(4),(10)}한 式으로써 洪水流量의 統計學的 分析에 適合한 式으로 알려져 있다.

$$K = \frac{0.8}{C_v} \log T \dots\dots\dots(3-2)$$

여기서 $C_v = \sigma/\bar{x}$ 로서 0.1~2.0(平均 0.50)의 값
 T : 再現期間

(2) 對數正規分布의 K

對數正規分布式^{(1),(7),(8)}으로부터

$$\nu = e^{\nu_y + \sigma_y^2/2} \dots\dots\dots(3-3)$$

$$\sigma = \nu(e^{\sigma_y^2} - 1)^{1/2} \dots\dots\dots(3-4)$$

여기서 ν : 平均值
 σ : 標準偏差
 ν_y : $y = \log x$ 의 平均值
 σ_y : $y = \log x$ 의 標準偏差

再現期間 T 와 下限值 Z_r 와의 關係는

$$\frac{1}{T} = \int_{Z_r}^{\infty} f(x) dx \dots\dots\dots(3-5)$$

여기서 $f(x)$ 는 $y = \ln x$ 의 確率密度函數이다.

(3~5)式에 依하여 Z_r 가 求해지면

$$K = \frac{(e^{\sigma_y^2/2} \tau - \sigma_y^2/2 - 1)}{(e^{\sigma_y^2} - 1)^{1/2}} \dots\dots\dots(3-6)$$

여기서 Z_r : 正規曲線面積表로부터 求한 非超過 確率에 해당하는 標準正規變量

3-1-3. 極值分布 Type-III에 의한 方法 最小值 流量 系列로부터 求한 C_s 는 (Table-2 參照) $C_s > -1, 1395^{(8),(9)}$ 이므로 Case 3의 最小值 分布式을 定理하면 다음과 같다.

再現期間은

$$T = \frac{1}{1-G(x)} \dots\dots\dots(3-7)$$

이때에 確率渴水量의 推定式^{(8),(9)}은 式(2.2)의 Case 3으로부터

$$\begin{aligned} \log(x+b) &= \log(x_0+b) + \frac{1}{a} \xi \\ &= \log(x_0+b) - \frac{1}{a} y \dots\dots\dots(3-8) \end{aligned}$$

여기서 ξ 와 y 의 關係는 式(2-1), (2-2)로부터

$$y = -\xi = -\log [-\log G(x)] = -\log \left(\log \frac{T}{T-1} \right) \dots\dots\dots(3-9)$$

의 關係가 있다.

3-2. 各方法에 의한 確率渴水量의 決定 및 比較檢討

3-2-1. plotting Technique에 의한 確率渴水量

1967年 Benson⁽⁵⁾에 의하면 各 plotting position公式

⁽⁷⁾ (Table-4 參照)의 確率 P 는 다음과 같다.

$$P = \frac{(m+a)}{(n+b)} \dots\dots\dots(3-10)$$

여기서

m : 資料를 크기 順으로 나열했을 때의 順位

n : 資料의 總數

a : 分子의 定數

b : 分母의 定數

따라서 T 年을 超過하는 平均確率(Average Probability)는

$$\bar{P} = \frac{1}{(n/t)} \sum_{i=1}^{n/t} \left(\frac{i+a}{n+b} \right) \dots\dots\dots(3-11)$$

이 식에서 n, t, a, b 가 주어지면

$$\bar{P} = \frac{1}{(n/t)(n+b)} \sum_{i=1}^{n/t} (i+a) \dots\dots\dots(3-12)$$

이며,

$$\sum_{i=1}^{n/t} (i+a) = \frac{[(n/t)+1]}{2} + \frac{n, a}{t} \dots\dots\dots(3-13)$$

가 된다. 이 식을 (3-12)式에 代入하여 整理하면

$$\bar{P} = \frac{[(n/t)+1]}{2(n+b)} + \frac{a}{(n+b)} \dots\dots\dots(3-14)$$

(3-14)式으로부터 n 가 增加할수록 $\bar{P} = \frac{1}{2T}$ 이 된다는 것을 알 수 있다.

本論文에서는 各資料值의 累加生起非超過確率을 求하기 爲하여 全資料值를 제일 작은 것부터 크기 順으로 나열하여 順位를 決定하였으며 超過確率의 計算方法은 $\bar{P} = \frac{1}{2T}$ 이므로 平均非超過確率은

$$\bar{P}_0 = 1 - \bar{P} = 1 - \frac{1}{2T} \dots\dots\dots(3-15)$$

Fig. 3, 4는 (3-10)式에 依하여 各 plotting position 公式^{(5),(7)}을 plot한 것인데 이 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 各公式들의 Plotting point는 別로 差異가 없으므로 가장 많이 使用되고 있는 Weibull公式을 使用하여 非超過確率과 再現期間을 決定하였으며 Fig. 3, 4에서 確率渴水量을 直接求할 수 있다.

3-2-2. 頻度係數 및 極值分布 Type-III에 의한 確率渴水量.

(3~2)式을 使用하여 再現期間別로 地點別 K 값을

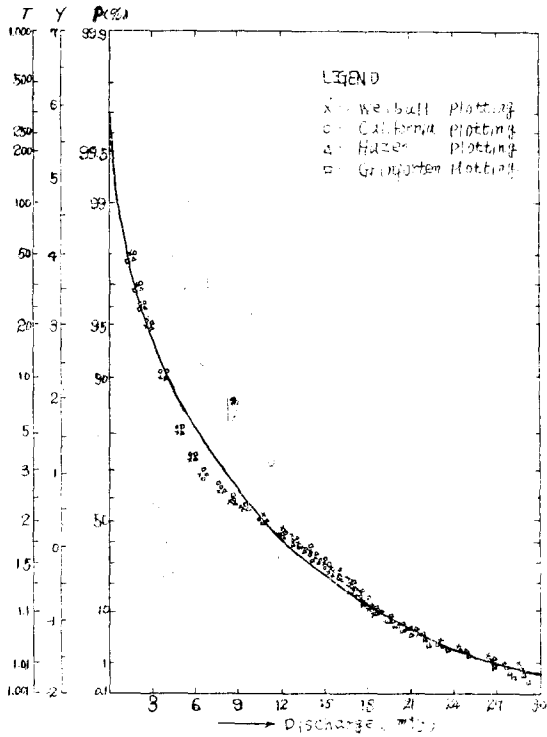


Fig. 3 Comparison of Plotting Position Formulas(Nakdong)

計算한 結果는 Table-5와 같으며 이 표의 K值를 (3~1)式에 代入하여 確率渴水量을 求한 값이 Table-6의 Fuller의 값이다. 또한 地點別 再現期間에 해당하는 Z_T 값을 결정하여 式(3-6)에 의해 K값을 計算한 것이

<Table-5>

Fuller Method K Values

觀 測 地 點	Return Period(Year)					
	2	5	10	20	50	100
Nak Dong	0.2421	0.0779	0.0368	0.0179	0.0071	0.0035
Wae Gwan	0.3574	0.1150	0.0543	0.0264	0.0104	0.0052
Hyeon Pung	0.4050	0.1304	0.0616	0.0300	0.0118	0.0059
Dong Chon	0.1703	0.0548	0.0259	0.0126	0.0050	0.0025
Ko Ryoung Br.	0.3916	0.1261	0.0595	0.0290	0.0114	0.0057
An Dong	0.4943	0.1591	0.0751	0.0366	0.0114	0.0072
Ill Sun Br.	0.6155	0.1981	0.0936	0.0455	0.0177	0.0089
Dog San	0.2928	0.0943	0.0445	0.0217	0.0085	0.0042
Chang Ri	0.2449	0.0788	0.0372	0.0181	0.0071	0.0036

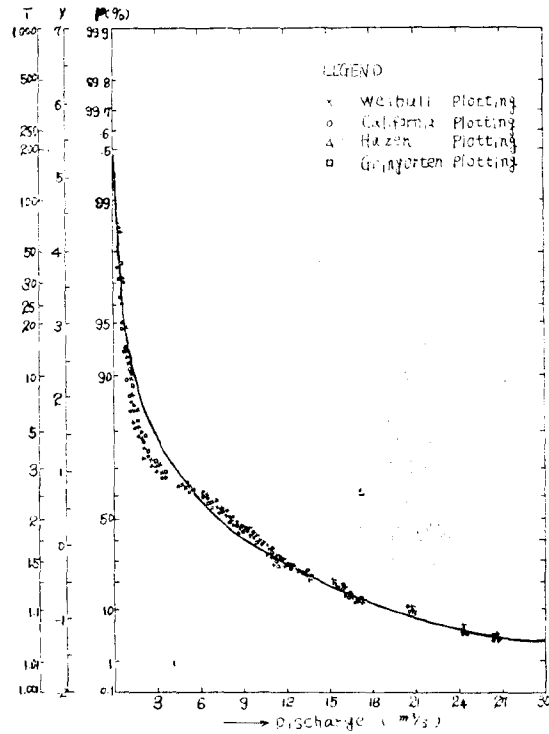


Fig. 4 Comparison of Plotting Position Formulas(Waegwan)

Table-6의 값이며 이 값을 (3~1)式에 代入하여 確率渴水量을 計算한 것이 Table-7의 L.N.D의 값이다. Table-7에 있어서 EXT-III의 값은 (3~8)式 및 (3~9)式에 依하여 確率渴水量을 求한 것이다.

<Table-6>

對數正規分布의 K Values

觀 測 地 點	Return Period(Year)					
	2	5	10	20	50	100
Nak Dong	-0.2795	-0.4335	-0.4686	-0.4864	-0.4985	-0.5037
Wae Gwan	-0.3003	-0.5762	-0.6521	-0.6950	-0.7275	-0.7428
Hyeon Pung	-0.2853	-0.6785	-0.8027	-0.8790	-0.9417	-0.9734
Dong Chon	-0.2378	-0.3239	-0.3407	-0.3485	-0.3533	-0.3533
Ko Ryoung Br.	-0.2678	-0.7225	-0.8758	-0.9739	-1.0575	-1.1012
An Dong	-0.1989	-0.8071	-1.0462	-1.2155	-1.3732	-1.4626
Ill Sun Br.	-0.2268	-0.7820	-0.9893	-1.1306	-1.2584	-1.3289
Dog San	-0.2863	-0.4597	-0.5006	-0.5217	-0.5364	-0.5429
Chang Ri	-0.2210	-0.2905	-0.3033	-0.3090	-0.3125	-0.3139

<Table-7>

PROBABLE MINIMUM FLOW

地 點	確 率 法 則	RETURN PERIOD(Year)					
		2	5	10	20	50	100
洛 東	EXT-Ⅲ	6.3549	2.3937	1.4784	1.0828	0.8695	0.8044
	Fuller	11.6474	10.1145	9.7304	9.5541	9.4527	9.4196
	L.N.D	6.7768	5.3386	5.0106	4.8448	4.7317	4.6832
倭 館	EXT-Ⅲ	10.4816	6.2633	4.4538	3.2115	2.1032	1.5315
	Fuller	13.0025	11.2914	10.8625	10.6657	10.5525	10.5155
	L.N.D	8.3586	6.4103	5.8744	5.5714	5.3416	5.2334
玄 風	EXT-Ⅲ	17.8172	11.6217	8.7577	6.6763	4.6989	3.6113
	Fuller	21.4437	18.6216	17.9144	17.5898	17.4031	17.3421
	L.N.D	14.3503	10.3098	9.0336	8.2493	7.6053	7.2797
東 村	EXT-Ⅲ	0.4350	0.1376	0.0642	0.0309	0.0120	0.0059
	Fuller	0.7763	0.6741	0.6485	0.6368	0.6300	0.6278
	L.N.D	0.4152	0.3390	0.3241	0.3173	0.3130	0.3100
高 雲	EXT-Ⅲ	11.4971	7.8080	6.0432	4.7265	3.4387	2.7093
	Fuller	13.4684	11.6959	11.2517	11.0478	10.9306	10.8923
	L.N.D	9.0668	6.0315	5.0081	4.3536	3.7955	3.5037
安 東	EXT-Ⅲ	11.3941	7.7309	5.9798	4.7642	3.3981	2.6758
	Fuller	13.8495	12.0269	11.5701	11.3604	11.2399	11.2005
	L.N.D	10.0801	6.7730	5.4695	4.5519	3.6946	3.2086
一 善	EXU-Ⅲ	10.0793	6.7395	5.2441	4.1834	3.2024	2.6774
	Fuller	12.8473	11.1566	10.7329	10.5384	10.4265	10.3900
	L.N.D	9.4352	7.1859	6.3458	5.7737	5.2558	4.9703
篤 山	EXT-Ⅲ	2.3788	0.9632	0.5444	0.3270	0.1842	0.1306
	Fuller	3.7507	3.2571	3.1334	3.0766	3.0439	3.0333
	L.N.D	2.3108	1.8798	1.7780	1.7255	1.6890	1.6730
倉 里	EXT-Ⅲ	0.8821	0.3203	0.1638	0.0860	0.0374	0.0200
	Fuller	1.1675	1.0138	0.9753	0.9577	0.9475	0.9442
	L.N.D	0.7364	0.6722	0.6603	0.6550	0.6518	0.6505

※ EXT-Ⅲ: 極值分布 Type-Ⅲ, L.N.D: 對數正規分布

Fuller方法, 對數正規分布 및 極值分布 Type-III에 依한 確率渴水量을 同時에 比較하기 爲하여 Table~7의 값을 極值確率紙에 plot한 것이 Fig 5, 6이며 이를 다음 3가지 方法에 依하여 比較檢討하기로 한다.

(1) 圖式的 方法⁽⁶⁾

渴水類度曲線을 極值確率紙에 plot 해본 結果 極值分布 Type-III의 分布函數가 洛東江 主要觀測地點의 最小值流量에 對한 Weibull Plotting 잘 附合되므로 確率渴水量의 推定에 있어서 가장 適合하며, Full方法

과 對數正規分布函數는 대체적으로 보아 不適合함을 보여 주고 있다(Fig. 5, 6 參照).

(2) χ^2 -Test 方法⁽⁶⁾

Table-6의 確率渴水量으로부터 各 地點에 대하여 χ^2 값을 求하면 Table~8과 같다. 이 表에서 χ^2 값을 有義水準 5%에 對하여 比較檢討해 보면 極值分布 Type-III는 100%, Fuller는 10%, 對數正規分布는 33%의 適合性을 나타내고 있으므로 χ^2 -Test에서도 極值分布 Type-III가 가장 適合하다.

<Table-8> χ^2 -Test(確率渴水量)

Name	極值分布 Type-III				Fuller Method				對數正規分布			
	$\chi^2_{0.05}$	$\chi^2_{0.01}$	χ^2	檢定	$\chi^2_{0.05}$	$\chi^2_{0.01}$	χ^2	檢定	$\chi^2_{0.05}$	$\chi^2_{0.01}$	χ^2
Nak Dong	14.07	18.48	5.2252	○	3.84	6.63	11.7376	×	5.99	9.21	11.5581	×
Wae Gwan	14.07	18.48	11.9328	○	3.84	6.63	10.8092	×	7.81	11.34	44.9572	×
Hyeon Pung	7.81	11.34	5.0221	○	3.84	6.63	5.1931	△	5.99	9.21	6.4267	△
Dong Chon	5.99	9.21	0.5181	○	3.84	6.63	46.3143	×	5.99	9.21	3.3664	○
Ko Ryong Br.	5.99	9.21	4.1199	○	3.84	6.63	9.0073	×	5.99	9.21	4.2965	○
An Dong	5.99	9.21	1.7896	○	3.84	6.63	50.4933	×	3.99	9.21	1.3967	○
Ill Sun Br.	3.84	6.63	1.1969	○	3.84	6.63	12.9110	×	5.84	6.63	5.5412	△
Dog San	3.84	6.63	0.9984	○	3.84	6.63	×	3.99	9.21	2.0694	○
Chang Ri	5.99	9.21	1.1969	○	3.84	6.63	12.7389	×	5.84	6.63	5.3947	△

※ ○: Accepted △: Impossible, ×: Rejected

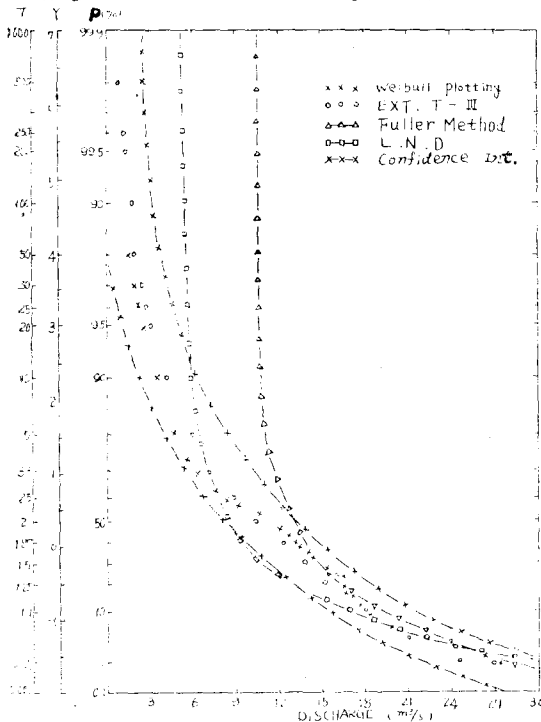


Fig. 5 Comparison of Weibull Plotting and Frequency Factor Methods(Nakdong)

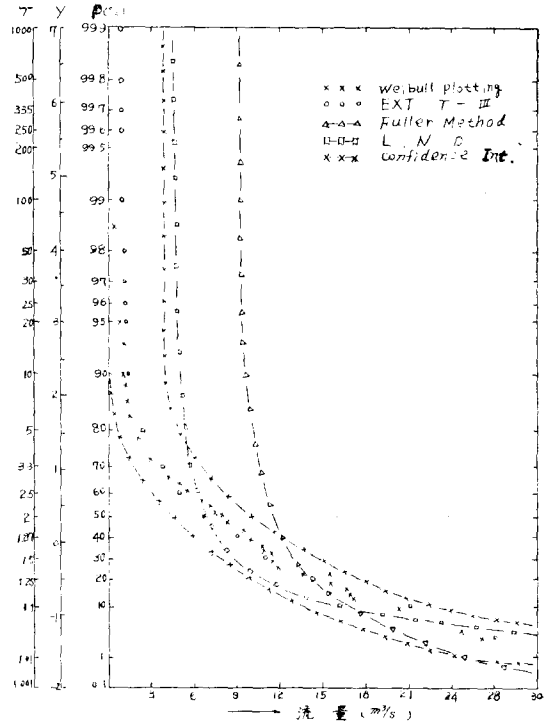


Fig. 6 Comparison of Weibull Plotting and Frequency Factor Methods(Waegwan)

(3) 信賴區間(Confidence interval)에 의한 方法
 信賴係數(Confidence coefficient)^{(6),(7)}인 90% 信賴
 限界(confidence limit)를 適用하면

$$x_L - T_1 \frac{S}{\sqrt{n}} < x_i < x_U + T_1 \frac{S}{\sqrt{n}} \dots \dots (3-16)$$

여기서 x_L : 確率渴水流量
 S : 實測值의 標準偏差
 n : 觀測資料의 數
 T_1 : 信賴係數에 依해서 決定

되는 常數로서 여기서는 1.645이다.

(3~16)式에 依하여 各地點의 信賴區間을 計算하면 Table-9와 같으며 이는 Fig. 5, 6에 표시되어 있다. Confidence interval을 관찰하면 極值分布 Type-III만 이 信賴區間內에 들어 있을을 알 수 있다.

以上 3가지 方法에 依하여 比較檢討한 結果 極值分布 Type-III만이 가장 良好한 適合性을 보여주고 있으며 Fuller方法과 對數正規分布는 不適合性을 보여주고 있다.

<Table-9> Confidence interval values in m³/S

地點	信 賴 區 間	Return Period					
		2	5	10	20	50	100
洛東	L-L	3.8630	-0.0982	-1.0135	-1.4091	-1.6224	-1.6875
	U-L	8.8468	4.8856	3.9709	3.5746	3.3613	3.2963
倭館	L-L	7.9897	4.3789	2.5694	1.3261	0.2188	-0.3529
	U-L	12.9735	8.1477	6.3382	5.0949	3.9876	3.4159
玄風	L-L	15.3253	8.6792	5.8152	3.7338	1.7564	0.6688
	U-L	20.3091	14.5642	11.7002	9.6188	7.6414	6.5538
東村	L-L	-2.0569	-0.2263	-0.2997	-0.3330	-0.3519	-0.3580
	U-L	2.9269	0.5015	0.4281	0.3948	0.3759	0.3698
高靈	L-L	9.0052	5.0628	3.2980	1.9813	0.6935	-0.0359
	U-L	13.9890	10.5532	8.7884	7.4717	6.1839	5.4545
安東	L-L	8.9022	5.2500	3.4989	2.1933	0.9172	0.1949
	U-L	13.8860	10.2118	8.4607	7.1551	5.8790	5.1567
一善	L-L	7.5874	4.1912	3.3958	2.3351	1.3541	0.8269
	U-L	12.5712	8.5878	7.0924	6.0317	5.0507	4.5257
篤山	L-L	-0.1131	-0.2700	-0.6888	-0.9062	-0.0490	-1.1026
	U-L	4.8707	2.1964	1.7776	1.5602	1.4174	1.3638
倉里	L-L	-1.6098	-0.1386	-0.2951	-0.3729	-0.4215	-0.4389
	U-L	3.3740	0.7792	0.6227	0.5449	0.4963	0.4788

※ U-L: Upper Limit, L-L: Low Limit

4. 結 論

洛東江 流域의 主要觀測所인 9個 地點 年最小值流量(Annual Mininum Flow)를 頻度分析한 結果를 綜合하면 다음과 같다.

(1) 極值分布 Type-III, 指數分布 對數正規分布等을 比較해 본 결과 最小值流量의 確率分布型으로는 極值分布 Type-III가 가장 適合한 것으로 思料된다.

(2) 洛東江 流域에 있어서 確率渴水流量의 決定에는 分布型 設定에서 가장 適合한 極值分布 Type-III의 方

法이 Weibull Plotting 잘 附合되므로 確率渴水流量 推定에는 (3~8)式 및 (3~9)式을 適用하여 推定되어야 할 것으로 본다.

(3) 確率渴水流量에 있어서 plotting Techniques에 依한 平均 非超過確率은 $\bar{P}_0 = 1 - \frac{1}{2T}$ 로 나타나며 plotting position의 公式間에는 큰 差가 없음이 밝혀졌다.

參 考 文 獻

1) Chow, V.T.; Statistical and Probability Analysis of Hydrologic Data, Handbook of Applied Hydro-

- logy Section 8~1, 1968(p. 8.2~p.8.30)
- 2) Majumber K.C and Sawhney R.P; Estimates of Extreme Values by Different Distributions, 1964. (p.429~p.434)
 - 3) Gumbel E.I.; Statistical E.I.; Statistical Theory of Droughts, proc. Am. Soc. Civil Engrs, Vol. 80, Sep, No 439 p.1~19 May. 1954
 - 4) Gumbel, E.J.; Statistial Forecast of Droughts, Bull, Intern Assoe. Sci Hydrology, 8th year no1, p.5~p.23 April 1963
 - 5) Charles A Appel; A note on the Average probability of Extereme Events, Water Resources Research(p. 1359) December, 1968
 - 6) 鄭英讚; 近代統計學의 理論과 實際(p. 10~p.46) (p. 65~p.84) (p. 94~p.326) 1968, 寶晉齋
 - 7) 尹龍男; 水文學; (p. 275~p.334) 1974. 理工産業社
 - 8) 崔榮博; 李舜鐸, 李吉永; 水文學·河川工學(I)(p. 143~p.250) 1973,
 - 9) 岩井重久·石黑政儀; 應用水文統計學(p. 109~p. 143) 1973, 森北出版.
 - 10) 李舜鐸 邊主淵; 洛東江流域의 洪水頻度分析에 對하여(p. 187~p. 197) 1872, 大韓土木學會 創立 20 周年 記念 論文集.
 - 11) 李元煥; 우리 나라 地點降雨의 水文統計의 特性에 關한 研究(p. 63~p. 82) 1974, 大韓土木學會誌 第 22卷 第 1號.
 - 12) 沈淳輔; 頻度分析法에 依한 洪水被害 算定에 關하여(p. 106~p. 119) 1972, 大韓土木學會誌 第20卷 第4號.
 - 13) 洛東江流域調查團; 水文資料綴

會 費 納 付

毎年 莫重한 事業을 推進하면서도 恒常 會費納付가 지연되고 있어 學會 運營에 많은 支障을 받고 있습니다.

여러분이 納付하는 會費는 本學會 運營의 動脈이 되오니 學會財政을 十分 惠諒하시어 現在까지 未納 하신 會員은 다음과 같이 早速한 時日內에 自進納付하여 주시기 바랍니다.

納付金: 年間 ₩1,000

納付金: 直接納付 또는 振替口座로 505545에 拂入하여 주시기 바랍니다.

會 員 移 動 事 項

會員여러분께서 다음처럼 移動事項이 있을 때에는 本人은 勿論 親知께서 즉시 本會 事務局에 連絡하여 주시기 바랍니다.

接受되는데로 會員動靜欄에 紹介하여 드리겠습니다.

1. 宅이 이사했을 때: 住所 및 電話番號
2. 職場이 移動되었을 때: 職場名, 職位, 所在地 및 電話番號
3. 其他 學位를 받은 경우, 海外旅行을 하는 경우 特別한 事業에 參與하는 경우 등