Low Outliers를 考慮한 洪水頻度分析에 關한 硏究

A Study on the Flood Frequency analyzed in Consideration of Low Outliers

忠北大學校 敎授 李 淳 赫
忠北大學校大學院 洪 聖 杓
朴 明 根

I. 緖 論

農業水利構造物의 水文學的 設計基準이 되는 雨量 및 流量의 設計水文量 決定은 가장 중요한 課題中의 하나이다. 이러한 觀點에서 安定性있는 農業水利構造物의 計劃設計를 爲해서는 自然의 水文現象에서 얻어지는 各種 水文資料를 基本으로 觀測된 資料의 特性에 맞는 確率分布型을 찾아내므로써 期待하는 再現期間別 設計水文量을 追定하게 된다. 이를 爲해서는 水文資料系列중에서 目的하는 時系列의 選定과 함께 所期하는 確率의 適正分布型을 取扱하고 이에 관한 統計學的 特性値들의 誘導와 함께 窮極的인 設計水文量의 推定이 可能하게 되는 것이다. 그러나 一聯의 水文資料系列에서 資料의 一般的인 均衡分布의 狀態로부터 외떨어져 아래 또는 위로 隔離되는 Data Point를 나타내는 Outliers의 發見 및 그 不合理한 統計的 媒介變數値가 含有되므로서 適正한 設計水文量의 推定에 不確實性을 가져오는 [illegible] 등을 나타내게 된다. 따라서 Outliers의 除去 및 修正은 統計學的 媒介變數에 커다란 影響을 미치게 되기 때문에 Outliers를 取扱하는 節次는 數學的이며, 水文統計學的 思考를 겸하는 愼重한 分析이 要求된다.

따라서, 本 硏究에서는 一次的으로 錦江水系의 3개 流域에 대한 年最高値系列의 Log Pearson Type Ⅲ 分布에 의한 洪水頻度分析과 함께 Low Outliers의 出現으로 인해 생겨지는 不適切한 設計水文量을 補完하므로서 最終的인 適正設計水文量의 誘導를 可能케 하고, 이로써 Low Outliers에 의해 誘發되는 設計水文上의 誤謬를 最少限으로 줄이고자 한다.

Ⅱ. 使用基本水文資料

本 分析에 使用된 對象流域은 錦江水系의 3個 觀測地點인 公州, 寬岩 및 沃川의 Low Outliers가 存在하는 流域을 選定하였고, 이들 流域에 대한 每年 最大年洪水量을 算定하였으며, 流域面積은 最小인 沃川의 2,943㎢를 爲해서 最大는 寬岩의 8,273㎢이며, 또한 使用資料期間은 最短 23年에서 最長 29年의 範圍를 나타내고 있다. 各 觀測所의 流域槪要는 Table-1과 같다.

Table - 1 Gauging Stations

Observatory	Area(Km^2)	Observed durations (yrs)	Location
Gong Ju	7,126	1954-1982(29)	Long 127° 07' 38" Lat 36° 27' 48"
Gyu Am	8,273	1916-1940(25)	Long 126° 03' 36" Lat 36° 16' 17"
Og Cheon	2,943	1962-1984(23)	Long 127° 39' 08" Lat 36° 16' 16"

Ⅲ. 結果 및 考察

1. Low Outliers를 內包한 Log Pearson Type Ⅲ 分布型 函數分析

가. 基本統計値

各 流域의 基本統計値를 구한 結果, 對數化平均値 $\overline{X}$는 3.1772 ~ 3.6617, 對

數化標準偏差 S는 0.2670 ~ 0.3384, 對數化歪曲度係數, Cs는 −0.3194 ~ −2.2718의 範囲를 나타내고 있으며, 一般化歪曲度係數, $\bar{G}$를 錦江水系의 主要流域인 公州, 寬岩, 沃川, 石化, 水樋 및 龍潭의 과거 25年 以上의 年最高値系列로 부터 구한 結果値는 0.4702로 나타났고, 이를 綜合하면 Table-2와같다.

Table - 2 Basic Statistics

Observatory	N	$\bar{X}$	S	Cs	$\bar{G}$
Gong Ju	29	3.4792	0.2670	-1.6757	0.4702
Gyu Am	25	3.6617	0.3384	-2.2718	0.4702
Og Cheon	23	3.1772	0.3048	-0.3194	0.4702

나. Log Pearson Type Ⅲ 分布型의 適合度 檢定

本 分布型은 χ^2-test에 의한 Goodness of Fit Test를 수행하므로서 그 適合性 與否를 判斷하였으며, 그 結果値는 Table-3과 같다.

Table - 3 χ^2 - Test for each station

Observatory	$\chi^2_{calculated}$	$\chi^2_{0.95}$	Test
Gong Ju	2.55	3.84	Accept
Gyu Am	4.49	5.99	Accept
Og Cheon	3.74	3.84	Accept

다. 確率洪水頻度曲線

各 流域別로 구해진 基本統計値를 토대로 하여 公州, 寬岩 및 沃川流域의 再

現期間別에 따른 確率洪水量을 구한 結果는 Table-4,5 및 6과 같고 標本例로 公州流域에 대해 對數確率紙上에 作圖한 結果는 Fig.2의 點線頻度曲線과 같다.

Table - 4 Probable flood flow according to return periods at Gong Ju Station

Exceedance Probability P	Return Periods T(yrs)	Frequency factor $K_{0.5}$	Probable flood flow Q (m^3/sec)
0.50	2	-0.08302	2,860
0.20	5	0.80829	4,950
0.10	10	1.32309	6,800
0.05	20	1.77428	8,970
0.02	50	2.31084	12,480
0.01	100	2.68573	15,710
0.005	200	3.04102	19,550

Table - 5 Probable flood flow according to return Periods at Gyu Am Station

Exceedance Probability P	Return Periods T(yrs)	Frequency factor $K_{0.5}$	Probable flood flow Q (m^3/sec)
0.50	2	-0.08302	4,300
0.20	5	0.80829	8,610
0.1	10	1.32309	12,860
0.05	20	1.77429	18,280
0.02	50	2.31084	27,770
0.01	100	2.68572	37,200
0.005	200	3.04102	49,060

Table - 6 Probable flood flow according to return Periods at Og Cheon station

Exceedance Probability P	Return periods T(yrs)	Frequency factor $K_{0.5}$	Probable flood flow Q(m^3/sec)
0.50	2	-0.08302	1,420
0.20	5	0.80829	2,650
0.10	10	1.32309	3,810
0.05	20	1.77428	5,220
0.02	50	2.31084	7,610
0.01	100	2.68572	9,900
0.005	200	3.04102	12,710

2. Low Outliers를 修正補完한 Log Pearson Type Ⅲ 分布型 函數分析

가. 基本統計値

Table - 7 Basic Statistics after deletion of Low Outliers

Observatory	N	$\bar{X}$	S	Cs	$\bar{C}$	C	Low Outlier
Gong Ju	28	3.5107	0.2101	-1.1201	0.4702	0.4066≒0.4	396
Gyu Am	24	3.7108	0.2380	-1.7685	0.4702	0.4999≒0.5	304
Og Cheon	22	3.2107	0.2660	-1.1629	0.4702	0.4825≒0.5	280

나. 修正確率洪水頻度曲線

修正比, N／n을 이용한 修正된 超過確率, P에 따른 公州, 寬岩 및 沃川流域에 대한 再現期間別 確率洪水頻度曲線의 計算結果는 각각 Table-8, 9 및 10

과 같고, 標本例는 公州流域의 頻度曲線을 對數確率紙上에 그린 結果는 Fig.1의 점선과 같다. 同一 그래프상에 Low Outlier를 除去한 實線의 頻度曲線과 修正頻度曲線과를 比較해 보면 修正頻度曲線이 修正前頻度曲線보다 다소 낮은 경향을 나타내고 있다.

Table - 8 Computation of frequency curve coordinates at Gong Ju Station

Exceedance Probability P	Return Periods T(yrs)	Frequency factor $K_{\theta,\phi}$	Probable flood flow Q(m^3/sec)	Adjusted Exceedance Px 28/29	Adjusted return Periods T' (yrs)
0.50	2	-0.06651	3,140	0.4828	2.07
0.20	5	0.81678	4,810	0.1931	5.18
0.10	10	1.31671	6,130	0.0966	10.35
0.05	20	1.75048	7,560	0.0483	20.70
0.02	50	2.25133	9,680	0.0193	51.81
0.01	100	2.61539	11,490	0.0097	103.09
0.005	200	2.94900	13,500	0.0048	208.33

Table - 9 Computation of Frequency Curve Coordinates at Gyu Am Station

Exceedance Probability P	Return Periods T(yrs)	Frequency factor $K_{\theta,\phi}$	Probable flood flow Q(m^3/sec)	Adjusted exceedance P x 24/25	Adjusted return periods T' (yrs)
0.50	2	-0.08302	4,910	0.4800	2.08
0.20	5	0.80829	8,000	0.1920	5.21
0.10	10	1.32309	10,610	0.0960	10.42
0.05	20	1.77428	13,580	0.0480	20.83
0.02	50	2.31084	18,230	0.0192	52.08
0.01	100	2.68572	22,390	0.0096	104.17
0.005	200	3.04102	27,200	0.0048	208.33

Table - 10 Computation of Frequency Curve Coordinates at Ok Cheon Station

Exceedance Probability P	Return Periods T(yrs)	Frequency factor $K_{e,s}$	Probable flood flow $Q(m^3/sec)$	Adjusted exceedance P x 22/23	Adjusted return periods T' (yrs)
0.50	2	-0.08302	1,540	0.4783	2.09
0.20	5	0.80829	2,660	0.1913	5.23
0.10	10	1.32309	3,650	0.0956	10.46
0.05	20	1.77428	4,810	0.0478	20.92
0.02	50	2.31084	5,680	0.0191	52.36
0.01	100	2.68572	8,410	0.0096	104.17
0.005	200	3.04102	10,450	0.0048	208.33

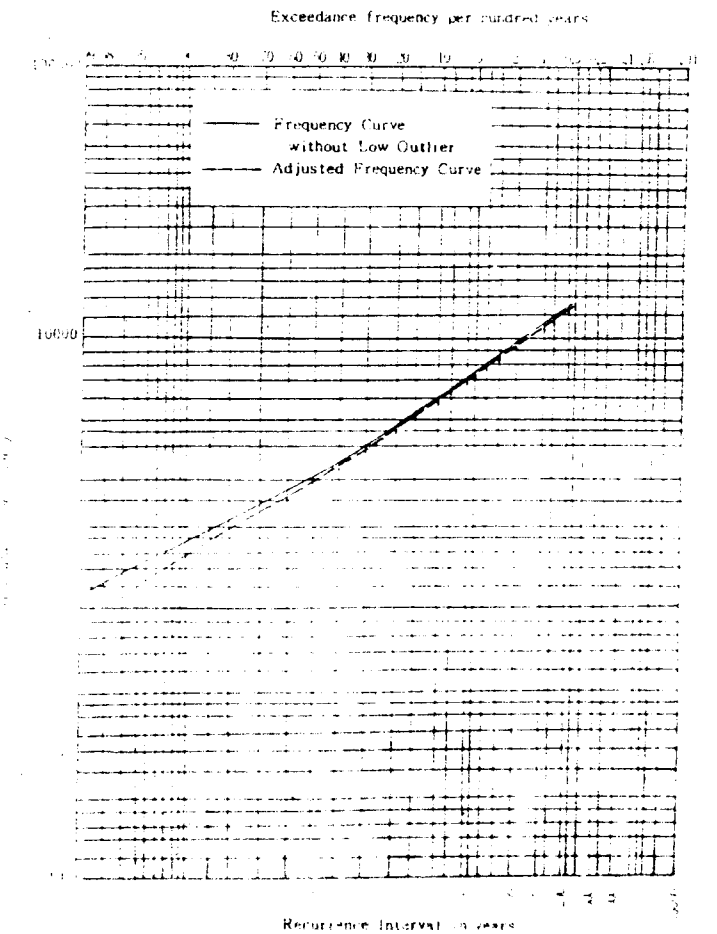

Fig. - Adjusted Frequency Curve at Goodju station.

다. 最終確率洪水頻度曲線의 誘導

Fig.1에서와 같이 對數確率紙상에 프롯트된 修正頻度曲線上에서 公州流域의 $Q_{0.5}$ 와 $Q_{0.04}$ 의 값을 구할 수 있었으며, 이에 따른 頻度係數 $K_{0.5}$ 및 $K_{0.04}$ 와 $K_{0.5}$ 간의 差인 DK가 구해지고 이들 값에 의한 修正된 對數化平均値 $\overline{X}$ 와 修正된 對數化 標準偏差 S를 구하였고, 이러한 方法으로 寬岩 및 沃川流域에 適用하여 最終的으로 구해진 結果는 Table-11과 같다.

Table - 11 Adjusted Statistics

Observatory	$Q_{0.5}$ (m^3/sec)	$Q_{0.04}$ (m^3/sec)	$\overline{G}$	$K_{0.5}$	DK	Adjusted $\overline{X}$	Adjusted S
Gong Ju	3,050	8,000	0.5	-0.083	1,093	3.5017	0.2101
Gyu Am	4,800	14,400	0.5	-0.083	1,093	3.7011	0.2391
Og Cheon	1,450	5,100	0.5	-0.083	1,093	3.1841	0.2741

上記한 Table-11의 修正된 基本統計値를 이용하여 公州, 寬岩 및 沃川流域의 最終的으로 補完된 再現期間別 確率洪水量을 求한 結果는 각각 Table-12, 13 및 14와 같고 이에 관한 最終頻度曲線과 Outlier를 包含한 頻度曲線을 公州流域을 標本例로 나타낸 결과 Fig.2 와 같다.

最終的으로 修正補完된 頻度曲線과 Outlier를 包含한 頻度曲線結果를 公州流域을 標本例로 하여 比較해 보면 Fig.2에서 보는 바와 같이 再現期間 3年 주위에서 2個 頻度曲線이 交叉되면서 最終 補完된 頻度曲線이 修正前 頻度曲線에 比해 再現期間 3年 以下에서는 確率洪水量이 높은 반면, 3年 以上의 再現期間에서는 오히려 낮아지는 共通點을 寬岩 및 沃川流域에서도 發見할 수 있었다. 이를 換言하면 Low Outlier를 頻度分析에 그대로 使用하게 되면 再現期間 3年 以下에서는 낮고, 3年 以上에서는 높은 確率洪水量을 나타냄을 시사하고 있다.

Table - 12 Final Probable flood flow according to return Periods at Gong Ju Station

Exceedance Probability P	Return Periods T(yrs)	Frequency factor $K_{0.x}$	Probable flood flow Q (m^3/sec)
0.50	2	-0.06651	3,070
0.20	5	0.81638	4,710
0.10	10	1.31671	6,000
0.05	20	1.75048	7,400
0.02	50	2.26133	9,480
0.01	100	2.61539	11,250
0.005	200	2.94900	13,220

Table - 13 Final Probable flood flow according to return periods at Gyu Am Station

Exceedance probability P	Return periods T(yrs)	Frequency factor $K_{0.x}$	Probable flood flow Q (m^3/sec)
0.50	2	-0.08302	4,800
0.20	5	0.80829	7,840
0.10	10	1.32309	10,410
0.05	20	1.77428	13,340
0.02	50	2.31084	17,930
0.01	100	2.68572	22,040
0.005	200	3.04102	26,800

Table - 14 Final Probable flood flow according to return Periods at Og Cheon Station

Exceedance probability P	Return periods T(yrs)	Frequency factor $K_{e.s}$	Probable flood flow Q (m^3/sec)
0.50	2	-0.08302	1,450
0.20	5	0.80829	2,540
0.10	10	1.32309	3,520
0.05	20	1.77428	4,680
0.02	50	2.31084	6,570
0.01	100	2.68572	8,320
0.003	200	3.04102	10,410

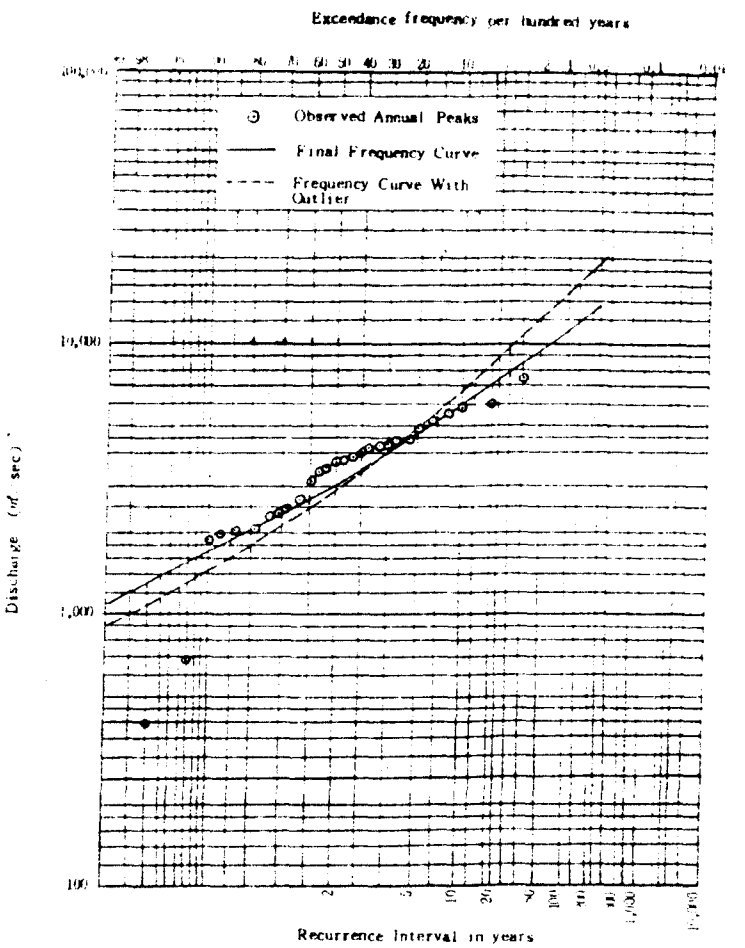

Fig ... Final Frequency Curve at Gong Ju Station

Ⅳ. 結　　論

本 研究는 一聯의 水文資料系列에서 資料의 均衡分布狀態로 부터 훨씬 아래로 偏倚되는 Outliers의 誘發로 인해 나타나는 不適切한 統計學的 媒介變數와 設計水文量의 不確實性에 관한 問題點을 解決하기 위해서 錦江水系의 3個 流域에 대한 Low Outlier를 包含한 年最高値系列의 洪水量을 水文資料로 인하여 Log Pearson Type Ⅲ 分布에 의한 洪水頻度分析과 함께 Low Outliers의修正補完으로 最終的인 適正設計 洪水量의 誘導를 가능케 하고자 수행한 것으로 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 分布型 適合度 檢定을 위한 x^2 — Test에서 錦江水系 公州, 窺岩 및 沃川의 3個 流域에 대한 Log Pearson Type Ⅲ分布의 適用 可能性이 認定되었다.

2. 對象流域들에 대한 Low Outliers의 導出과 함께 이를 包含한 流域別 確率洪水量을 이끌어 냈다.

3. Low Outlier의 補完에 필요한 頻度係數 誘導를 위한 加重歪曲度 係數를 流域別로 구하였다.

4. Low Outlier를 除去한 頻度曲線과 修正頻度曲線과를 比較해 본 結果, 3個 流域 共히 修正頻度曲線이 다소 낮은 경향을 나타내었다.

5. 3個 流域에 대한 修正된 基本統計値의 求値와 함께 最終的으로 補完된 再現期間別 確率洪水量을 誘導하였다.

6. 最終的으로 修正補完된 頻度曲線과 Outlier를 包含한 修正前 頻度曲線과를 比較해 본 結果, 3個 流域 共히 再現期間 3年주위에서 2個 頻度曲線이 交叉되면서 最終 補完된 頻度曲線이 修正前 頻度曲線에 比해 再現期間 3年 以下에서는 確率洪水量이 높은 반면, 3年 以上의 再現期間에서는 오히려 낮아지는 共通點을 發見할 수 있었다.