

< 論 文 >

우리나라 主要地點에 있어서의 降雨解析에 關한 水文統計學的 研究

李 元 煥

ABSTRACT

The paper describes on the hydrologic analysis of point rainfall data of the three major areas, such as in Seoul, Pusan and Taegu.

Scheme of the paper is analyzed five research cases. Contents of the analysis are carried out five kinds of transformed variables for determination of rainfall distribution types and two kinds of reliability tests on unusual(extraordinary) values each rainfall durations: short durations, long durations, long durations, monthly and yearly.

Rainfall depth probability had been computed methods of hydrologic amounts analysis namely logarithmic transformations or Gumbel-Chow method and so on, but in this paper it is calculated $\log xi$, n -square root transformations by using normal distribution function and normalization of rainfall distributions is examined graphical tests and X^2 -test(chi-square test).

Furthermore, rainfall depth probability is calculated taking into account the safty factors of project life of hydraulic structures.

We think it is advanced contents that considering priceless experiences, the life of structures, conditions and more problems of planning engineers and designers, proposed rainfall amounts (proposed values) are presented charts or figures.

< 要 旨 >

本 論文은 우리나라 主要地點 가운데 3個地點(서울, 부산 및 대구)에서의 地點 雨量資料의 水文 統計學的 比較解析 結果를 記述한 것이다. 地點雨量 解析內容은 5個의 경우로 區分하여 解析하였 으며 降雨分布型 設定에서의 變量變換 5個種類와 異常值에 對한 棄却 檢定法이 2個 種類로 實施하여 降雨 繼續時間別(短時間, 長時間, 月別 및 年間)로 論述하였다. 從來의 水文量 解析方法이 對數 變換法 또는 Gumbel-Chow法 등에 依據하여 確率降雨量 算定에 臨하였던바에 比하여 本稿에서는 $\log xi$ 및 n 乘根變換法 등에 依한 圖上 檢定法으로 正規性 檢討를 加하였으며 水工構造物의 耐用安全率 을 考慮하여 確率降雨量을 算定하였다.

計劃技術者 및 設計技術者들의 珠玉같은 經驗과 構造物의 수명 및 經濟的 與件 등을 감안하여 計劃降雨量(設計值)을 採擇할 수 있게 數表 또는 圖示한 바는 進一步된 內容이 아닐까 생각한다.

1. 序 言

水文事業 가운데 2大課業이 資料蒐集(data collection) 과 그 解析(analysis)이라고 알려져 있다¹⁾. 더우기 水

本會理事·延世大理工大教授

文解析(hydrologic analysis)에서는 降水解析과 流出解析을 基本課題로 갖인 水文循環에 關한 研究가 오래前 부터 오늘날까지도 이루어져 오고있다. 流出解析에는 여러가지 種類의 流出量公式이 提示되어 있으며 그것에는 集水面積(A), 計劃降雨量(R), 流域의 狀況을 나

타내는 平均流出率 ϕ 등이 포함되어 있는가 하면 또는 어느 1個 地點에서의 流出量 把握을 위하여는 過去로부터의 水位와 그에 對한 流量實測資料에 依한 水位-流量曲線(water level-discharge rating curve)을 作成하여 利用하고 있음이 通例이다.

그러나 河川流域이나 河道는 長세월이 經過되는 동안에는 自然的 또는 人爲的인 改修等으로 因하여 끊임 없는 變動을 이르고 있으므로 流量記錄은 河床變動 및 橫斷面의 正確한 把握이 隨伴되어야 할 것임은 當然한 일임에도 不拘하고 現實的으로 보아 그리 容易하지 못하여 往往 큰 誤差를 이르고 있는 것이다. 이와같은 點으로 본다면 水文資料 가운데 水位나 流量資料보다는 降水量 資料가 훨씬 信賴도가 큰 것이라고도 생각될 수 있는 면이 있지 않는가 싶다. 勿論 降水量 記錄도 欠測 또는 測定技術의 未備, 既存資料의 紛失等으로 因하여 資料 補完 등에서 오는 誤差 등이 있을 것으로는 짐작되나 流量資料等에 比하면 훨씬 그 誤差는 적다고 생각되어 本稿에서는 地點雨量資料에 대한 降雨解析을 實施하게 된 바이다.

以下 期間의 研究된 結果와 比較檢討하며 特히 水工

構造物의 耐用安全率을 考慮한 月間 및 年雨量值에 대한 確率降雨量 算定까지 進歩하여 다루어 보고자 한다

2. 對象地域 및 基本資料

資料標本은 對象地域과 降雨 繼續 時間에 따라 대단히 相異할 수도 있는 것은 이미 알고 있는 事實이다. 一般的으로 降雨解析에서는 每年 最大值(또는 最小值)의 降雨量資料를 利用하여 解析하는 것이 實用的이다²⁾³⁾.

2.1 對象地域

國內 主要 3個 地域 即 서울, 釜山 및 大邱 地方의 降雨量 資料를 對象으로 擇하였으며 地域別로 相異性을 比較 檢討하였다.

2.2 基本資料

對象資料는 中央觀象台 自記雨量記錄紙를 中心으로 直接 降雨繼續時間別로 每年 最大值를 摘出하였으며 中央觀象台의 氣象年報⁴⁾와 建設部 發行의 水文調查年報⁵⁾를 參考로 하였다. 이들 資料中 欠測된 資料는 Fourier

表-2.1 對象地域, 降雨繼續時間 및 記錄年數

| 對象地點名 | 研究區分 | 對象期間(年) 및 記錄年數(年) | 降雨繼續時間 { 단시간(min) 장시간(hr) | 備 考 |
|-------|-------|--|---|---|
| 서울 | (I) | 1915~1964 (50年) | 단시간 : 10, 20, 30, 40, 60, 120 장시간 : 4, 6, 12, 24 | |
| | (II) | 1915~1967 (53年) | 단시간 : 10, 20, 30, 40, 60, 80, 120 장시간 : 4, 6, 12, 24 | 특정기록치 : 16年 Trend D.: 3年 |
| | (III) | 1915~1969 (55年) | 단시간 : 10, 30, 60, 80, 120 장시간 : 4, 6, 12, 24 | " |
| | (IV) | 1915~1969 (55年) 1908~1969 (62年) | { 단시간 : 60, 120 장시간 : 4, 6 장시간 : 24 | Fourier Series: { 1시간(1951年) 2시간(1951年) 24시간(1951年) 평균치(M.V): { 1시간(1952~1953) 2시간(1952~1953) T.D.: 24시간(1952) |
| | (V) | 1907~1969 (63年) | 月우량(1, 2,, 12) 年우량 | 比率法: { 10月~12월(1951) 1月~12월(1952) 평균치(M.V): { 9月~12월(1950) 1月~9월(1951) |
| 부산 | (I) | 1916~1964 (49年) | 단시간 : 10, 20, 30, 40, 60, 120 장시간 : 4, 6, 12, 24 | |
| | (II) | 1941~1967 (27年) | 단시간 : 10, 20, 30, 40, 60, 80, 120 장시간 : 4, 6, 12, 24 | 比率法 : 1年 |
| | (III) | 1941~1969 (29年) | 단시간 : 10, 30, 60, 80, 120 장시간 : 4, 6, 12, 24 | |

| | | | | |
|---|-------|--------------------|---|--|
| 산 | (N) | 1941~1969 (29年) | { 단시간 : 60, 120 장시간 : 4, 6 | |
| | (V) | 1904~1969 (66年) | 장시간 : ,, | |
| 대 | (I) | 1916~1964 (49年) | 단시간 : 10, 20, 30, 40, 60, 120 장시간 : 4, 6, 12, 24 | |
| | (II) | 1916~1967 (52年) | 단시간 : 10, 20, 30, 40, 60, 80, 120 장시간 : 4, 6, 12, 24 | 평균치(M.V) : 2年 |
| | (III) | 1916~1969 (54年) | 단시간 : 10, 30, 60, 80, 120 장시간 : 4, 6, 12, 24 | " |
| | (N) | 1916~1969 (54年) | { 단시간 : 60, 120 장시간 : 4, 6 | F.S. : { 60분, 120분, 6시간(1939) 4시간(1939, 1951) |
| 구 | (V) | 1908~1969 (62年) | 장시간 : 24 | M.V : 6시간(1951) |
| | (V) | 1907~1969 (63年) | 月우량 : (월1~12월) 年우량 | M.V { 1월(1907) 12월(160) |

<주> 研究區分

- (I) : 國內 地域別 降雨特性과 確率降雨量 算定에 관한 研究(既發表) (土木學會誌 Vol. 15, No3, p28~p38, 1967)
- (II) : 中小河川 및 都市水道計劃·設計에 必要한 確率降雨量度式的 誘導(既發表) (土木學會誌 Vol. 16, No4, p1~p11, 1969)
- (III) : 우리나라 地點雨量資料의 分布型 設定에 관한 研究(既發表)
 { 土木學會誌 Vol. 19, No1, p28~p40, 1971
 Vol. 19, No2, p19~p28, 1971
- (IV) : χ^2 -Test(chi square) 方法을 이용하고 耐用 年數를 고려한 경우에 降雨解析.
- (V) : χ^2 -Test 方法을 이용하여 月別 및 年 강우량 解析에 있어서 解析의 方法과 圖上推定法을 병행한 경우에 대한 降雨解析.

Series, 677)11220) Irend Diagram(趨勢圖), Mean Value Method(平均值法)等에 依하여 補完을 實施하였다.

基本資料의 對象地域, 降雨繼續時間 및 記錄年數를 總括 整理하여 記述하면 表-2.1과 같다.

3. 降雨解析

本論文에서는 다음과 같은 몇 가지로 區分하여 基本資料(降雨量)를 解析하였다.

- ① 地域別
- ② 對象期間別
- ③ 降雨繼續時間別
 - 短時間
 - 長時間
 - 月間
 - 年間
- ④ 資料의 補完 및 補完方法에 依한 區分
- ⑤ 分布型 檢定 方法에 依한 區分

3.1 降雨特性

우리 나라의 一般의인 降雨의 特性은 約 半年을 週期로 갖인 夏季의 南東季節風과 冬期の 北西季節風의

영향으로 雨季와 乾季가 뚜렷이 區分되어 있다. 이와 같이 雨季와 乾季가 뚜렷한 우리나라의 降雨를 支配하는 主要因을 몇 가지로 大別하면 아래와 같다).

- ① 季節風의 영향이 가장 우세하고
- ② 地形(山脈 및 그 走向)의 영향이 강하며
- ③ 豪雨의이며 降雨 回數의인 면에서는 前線性 要因이 强하다.

以上을 地域別로 說明하면 다음과 같다.

서울地域 : 量的으로는 低氣壓性和 地形性 要因이 우세하나 回數的으로는 前線性 影響이 强하며 특히 夏季에는 소나기와 같은 局地性 要因이 우세하다.

釜山地域 : 低氣壓性和 前線性 要因이 우세하다.

大邱地域 : 地形性 要因이 우세하다.

3.2 分布型 檢定

不規則한 降雨資料들을 定性的으로 또는 定量的으로 파악하기 위하여 이들에 對한 分布型 檢定을 變數變換法에 依據하여 正規分布의 理論式을 應用한 正規性 檢討를 實施하였다.

本論文에서의 分布型 檢定에 關한 研究區分은 아래와 같다.

〈表-2.1〉에 있어서

① (I), (II)의 경우는 正規確率紙와 對數正規確率紙上에서 降雨量資料의 正規性을 檢定하였던 바 그 結果는 對數正規確率紙上에서 正規性이 나타나 對數正規分布로 간주하였다⁸⁾⁹⁾.

② (III)의 경우는 基本資料의 異常值를 擇하여 우선 資料의 棄却 檢定을 實施하고 採擇된 降雨量 資料로서 一次의으로 正規確率紙의 橫軸의 눈금을 變換(Log, Log(log), $\sqrt{\quad}$ 및 $\sqrt[3]{\quad}$)하여 만든 確率紙와 Gumbel-paper 에 降雨量 資料를 直接 Plotting하여 降雨分布가 가장 直線形(正規分布)으로 認定되는 分布를 圖上에서 選擇하여 最適分布型으로 設定하는 圖上 分布型 檢定方法을 採擇하였다. 여기서 얻어진 結果는 大邱의 平方根 正規分布型($\sqrt{\quad}$)과 서울, 釜山의 立方根 正規分布型($\sqrt[3]{\quad}$)으로 設定되었다¹⁰⁾.

③ (IV), (V)의 경우는 降雨量資料의 各實測值(x_i)를 ($x_i, \sqrt{x_i}, \sqrt[3]{x_i}, \sqrt[4]{x_i}$ 및 $\sqrt[5]{x_i}$)로 各各 變數를 變換하여 이들 分布가 正規分布를 이룬다고 假定하고 이 假說을 x^2 -Test(Chi Square-Test) 方法으로 檢定하였다(11), 12), 13), 14), 15), 16), 21).

略述하면 아래와 같고 例로서 서울 7月 資料에 對한 x^2 -Test 結果만을 紹介키로 한다(表-3.1).

④ 假說에 對한 有意水準을 5%로 定하였다.

⑤ $m=1+3, 322 \times \log N$

m : 區間數(整數), N : 資料의 數

⑥ $I = \frac{\text{자료의 최대치} - \text{자료의 최소치}}{m}$

I : 區間 間격(Class Interval)

$$\textcircled{A} x^2 = \sum_{i=1}^m \frac{(g_i - f_i)^2}{g_i} \dots \dots \dots (1)$$

f_i : 觀測度數, g_i : 期待度數

⑦ 自由度(Degrees of Freedom): D.F.

D.F. = $m - d - 1$

d : 媒介變數(parameter: \bar{x}, S 等)

⑧ 各 資料들의 觀測年數에 따르는 自由度에 對應하는 5%의 有意水準(假說의 棄却域)을 統計表에서 찾아 이들과 比較하여 x^2 -Test 結果가 有意水準 5%域에서 벗어나는 경우 즉 假說이 成立되지 않은 경우는 資料를 正規分布化시키기 위하여 棄却 處理를 하였다. 이와같이 分布型을 檢定한 結果는 다음과 같다.

表-3.2는 表-2.1의 研究區分(IV)의 結果이고 表-3.3는 表-2.1의 研究區分(V)의 結果이다.

表-3.1 x^2 -Test 結果(서울 7月)

| 布型值 | x_i | $\log x_i$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt[4]{x_i}$ | $\sqrt[5]{x_i}$ |
|---------|----------|------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| x^2 值 | 728, 131 | 5, 258 | 27, 619 | 16, 900 | 12, 949 | 20, 479 |

表-3.2 地域別 및 降雨繼續時間別 最適降雨分布型(研究區分 V)

| 雨繼續時間 | | 地域別 | | | | |
|-------|----|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|
| | | 60min. | 120min. | 4hr. | 6hr. | 24hr. |
| 地點名 | 서울 | $\log x_i$ | $\log x_i$ | $\log x_i$ | $\log x_i$ | $\sqrt[3]{x_i}$ |
| | 釜山 | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\log x_i$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\log x_i$ | $\sqrt{x_i}$ |
| | 大邱 | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\log x_i$ |

表-3.3 地域別 및 降雨繼續時間別 最適降雨分布型(研究區分 V)

| 地點名 | 강우계속기간(月·年) | 강우계속기간(月·年) | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | 1月 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年 | |
| 서울 | 울 | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\log x_i$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | x_i | $\sqrt[3]{x_i}$ | \sqrt{x} | |
| | | 釜山 | 山 | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ |
| | | | | 大邱 | 邱 | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\log x_i$ | $\log x_i$ | $\log x_i$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ |

3.3 確率降雨量 算定

① 研究區分 (I), (II)의 경우에 分布型 檢定에서 降雨量資料에 對한 分布型은 對數正規分布로 간주하였으므로 圖式 即 Hazen의 圖上推定法이나 變數를 對數로 變換 即 對數^{6), 9)} 即 對數正規法, Slade法, Gumber Chow法과 積率法(高瀨信忠의 方法)의 5種의 方法에 依하여 各 降雨繼續時間別 및 再現期間別로 確率降雨量을 算定하였다. 이들 算定된 結果值(確率降雨量)가 어느 程度信

賴할 수 있는 가 하는 適合度 檢定은 대단히 重要하고 여러가지 複雜性을 지닌 問題인 것이다. 一般的으로 統計年數보다 짧은 再現期間에 對해서는 統計年數內의 再現期間에 對한 資料值와 同期間의 各種 計算法에 依한 算定值와를 比較 檢討하는 方法을 利用하였다. 即 片對數 方眼紙의 對數軸에 再現期間을 取하고 他軸에 確率降雨量을 取하여 全資料를 利用하여 Hazen Plotting Position Formula ($T(x_i) = \frac{2N}{2i-1}$)⁷⁾에 依한 計算結果를 連續線으로 表示하고 이 連續線에 各種 計算法에

表-3.4 各方法에 의한 大邱60分 確率降雨量
(I)의 경우

| Method T(year) | Slade法 | 對數正 規 法 | Gumbel- Chow法 | 積率法 | Hazen- paper |
|-------------------|--------|------------|------------------|-------|-----------------|
| 2 | 28.89 | 28.89 | 29.60 | 28.89 | 30.0 |
| 3 | 34.92 | 35.07 | 34.41 | 35.17 | 36.8 |
| 5 | 41.66 | 42.20 | 41.46 | 42.42 | 45.0 |
| 10 | 50.13 | 51.45 | 49.29 | 51.86 | 55.5 |
| 20 | 58.26 | 50.59 | 56.84 | 61.22 | 66.0 |
| 30 | 62.95 | 65.98 | 61.23 | 66.74 | 72.0 |
| 50 | 68.84 | 72.84 | 66.56 | 73.78 | 80.2 |
| 100 | 76.86 | 82.36 | 73.87 | 83.56 | 92.0 |

주 : (I)의 경우 : ① Time Series를 고려하지 않는 경우
② 기록년수(통계년수) 1915~1964

(II)의 경우

| Method T(year) | Slade法 | 對數正 規 法 | Gumbel- Chow法 | 積率法 | Hazen- paper |
|-------------------|--------|------------|------------------|-------|-----------------|
| 2 | 29.14 | 29.15 | 29.80 | 29.15 | 29.4 |
| 3 | 34.99 | 35.40 | 35.41 | 35.48 | 36.2 |
| 5 | 41.25 | 42.60 | 41.66 | 42.79 | 44.0 |
| 10 | 48.70 | 51.95 | 49.48 | 52.31 | 54.0 |
| 20 | 55.74 | 61.19 | 57.03 | 61.74 | 64.2 |
| 30 | 59.64 | 66.64 | 61.42 | 67.29 | 71.0 |
| 50 | 64.44 | 73.57 | 66.74 | 77.39 | 78.0 |
| 100 | 70.82 | 83.20 | 74.05 | 84.24 | 89.0 |

주 : (II)의 경우 : ① Time series를 고려한 경우(결측치 보
완)
② 기록년수 1915~1951

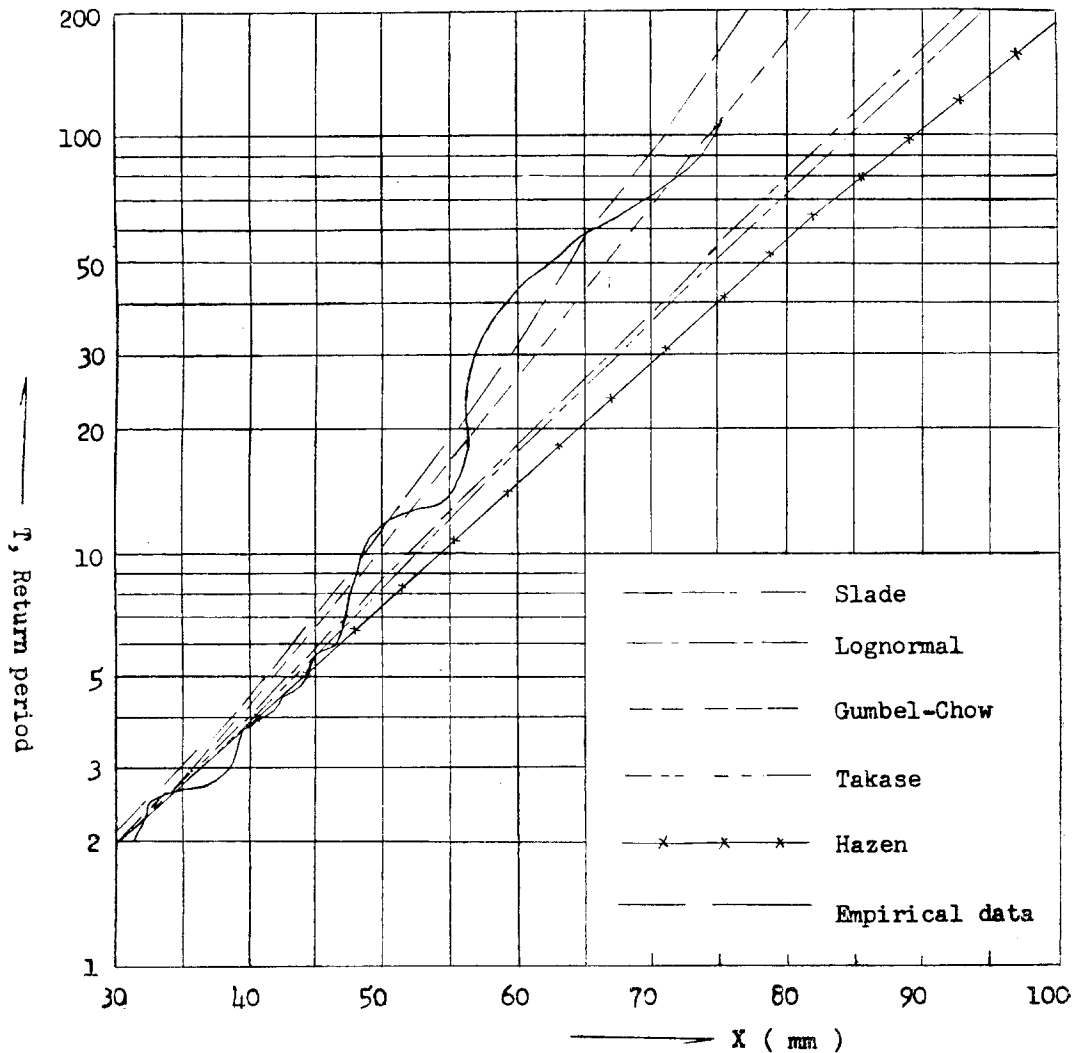


그림-3.1 Taegu 60min. Reliability test of rainfall probability

依한 算定值들이 어느 程度 잘 符合되는가를 比較 하여 最適 確率降雨量을 採擇하였다.

附記하여 둔 것은 이들 確率降雨量值들 中 (I)의 경우와 (II)의 경우의 確率降雨量이 다소간 差異가 있는 것은 基本資料의 크기(Sample size)의 相異와 欠測值補定에서 온 結果임을 밝혀둔다.

本 論文에서는 分量關係로 大邱 60分 경우에 對한 各種 算定值, 比較圖와 確率降雨量만을 收錄한다.

表-3.5 再現期間別 大邱60分 確率降雨量

| (I)의 경우 | | 단위 : mm | | | | | | | |
|----------|------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 재현기간 (年) | 강우계속 시간(분) | 2 | 3 | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 100 |
| 60 | | 28.89 | 34.92 | 41.66 | 50.13 | 58.26 | 62.95 | 68.84 | 76.86 |

| (II)의 경우 | | 단위 : mm | | | | | | | |
|----------|------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 재현기간 (年) | 강우계속 시간(分) | 2 | 3 | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 100 |
| 60 | | 29.80 | 35.41 | 41.66 | 49.48 | 57.03 | 61.42 | 66.74 | 74.05 |

② (III)의 경우는 設定된 分布型의 最適直線에서 直接 地點別로 降雨繼續時間別 및 再現期間別로 確率降雨量을 算定하였다¹⁰⁾. 分量關係로 서울 短時間 確率降雨量에 對한 圖안을 記載기로 한다.

③ (IV)에서는 表-3.2에 表示한 最適分布型에 對한 分布式을 正規分布式(式)에서 媒介變數(\bar{x}, S)를 아래 表-3.6의 特定值로 變換하여 表示하고 이 式에 依하여

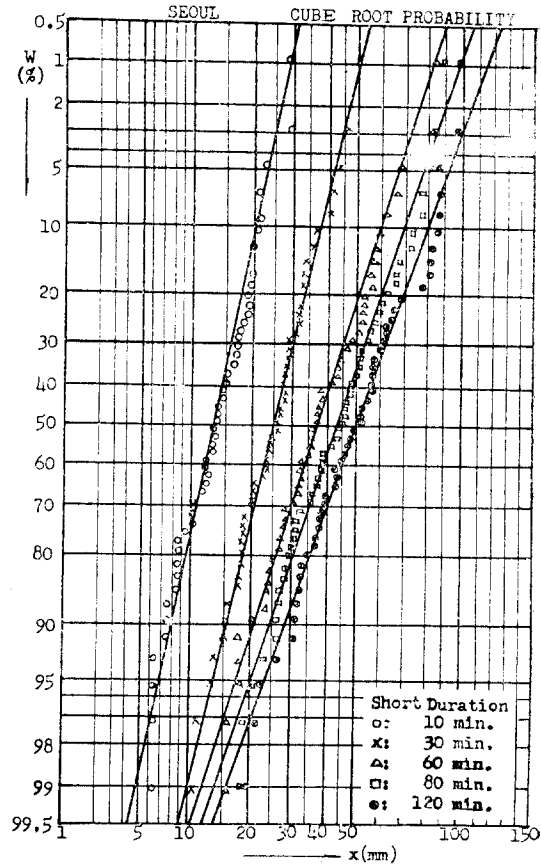


그림-3.2

表-3.6 最適 分布型의 平均值(\bar{x})와 標準偏差(S)

| 地 點 名 | 강우계속시간 分布型 및 統計值 | 60min | 120min | 4hr | 6hr | 24hr |
|-------|---------------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| | | 서울 | 最適分布型(X_i) | $\log x_i$ | $\log x_i$ | $\log x_i$ |
| | 平均 值(\bar{x}) | 1.5912 | 1.7238 | 1.8599 | 1.9346 | 5.17977 |
| | 標準 偏差(S) | 0.19292 | 0.19303 | 0.17573 | 0.169 | 0.703846 |
| 釜 山 | 最適分布型(X_i) | $\sqrt{x_i}$ | $\log x_i$ | $\sqrt{x_i}$ | $\log x_i$ | $\sqrt{x_i}$ |
| | 平均 型(\bar{x}) | 3.26575 | 1.7162 | 2.925631 | 1.9527 | 11.9465 |
| | 標準 偏差(S) | 0.403615 | 0.16289 | 0.2868368 | 0.15303 | 2.19651 |
| 大 邱 | 最適分布型(X_i) | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\log x_i$ |
| | 平均 值(\bar{x}) | 5.6393 | 6.5768 | 3.75583 | 7.8756 | 1.985 |
| | 標準 偏差(S) | 1.26150 | 1.4062 | 0.44601 | 1.35826 | 0.15435 |

確率降雨量을 算定하였다.

$$F(X_i) = \int_0^{X_i} f(X_i) dX_i$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2\pi}s} \int_0^{X_i} e^{-\frac{(X_i - \bar{x})^2}{2s^2}} dX_i \dots \dots (2)$$

X_i : 確率降雨量
 \bar{x}, s : 變換值에 對한 平均值, 標準偏差

④ (V)의 경우 卽 月雨量과 年雨量의 確率降雨量은 表-3.3에 表示한 最適降雨分布型에 對한 分布式을 正規分布式(式-2)에서 表-3.7의 特定值(\bar{x}, S)로 變換하

表-3.8

月 別 吳 年 間

| $W(x)=1-F(x)\times 100(\%)$ | | 50.0 | 66.7 | 80.0 | 90.0 | 93.3 | 95.0 |
|-----------------------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Z | | 0.0000 | 0.4316 | 0.8416 | 1.2816 | 1.4985 | 1.6449 |
| 確 率 年 | | 2 | 3 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 月別 | | 서 | | | | | |
| 1 | 確 率 降 雨 量(mm) | 17.10 | 25.66 | 36.06 | 50.02 | 58.05 | 63.93 |
| 2 | " | 15.43 | 23.01 | 32.73 | 46.54 | 54.89 | 61.17 |
| 3 | " | 35.32 | 50.64 | 69.72 | 96.18 | 111.90 | 123.62 |
| 4 | " | 70.39 | 93.51 | 119.70 | 152.80 | 171.15 | 184.34 |
| 5 | " | 76.19 | 98.72 | 122.83 | 151.62 | 166.93 | 177.68 |
| 6 | " | 123.89 | 163.30 | 207.75 | 263.72 | 294.66 | 316.61 |
| 7 | " | 330.90 | 413.52 | 510.98 | 641.22 | 717.30 | 773.57 |
| 8 | " | 217.26 | 281.58 | 353.41 | 443.06 | 492.35 | 527.59 |
| 9 | " | 122.74 | 164.86 | 210.61 | 265.93 | 295.58 | 316.47 |
| 10 | " | 37.51 | 48.62 | 61.34 | 77.50 | 86.58 | 93.14 |
| 11 | " | 42.51 | 51.83 | 60.68 | 70.18 | 74.86 | 78.02 |
| 12 | " | 22.06 | 29.69 | 38.76 | 50.83 | 57.79 | 62.91 |
| 年 | " | 1259.84 | 140301 | 154616 | 170751 | 179300 | 184677 |
| 月別 | | 釜 | | | | | |
| 1 | 確 率 降 雨 量(mm) | 20.87 | 35.72 | 56.08 | 85.96 | 105.42 | 119.83 |
| 2 | " | 31.49 | 45.42 | 62.00 | 83.80 | 96.22 | 105.26 |
| 3 | " | 60.39 | 79.67 | 101.93 | 130.70 | 146.95 | 158.73 |
| 4 | " | 125.71 | 152.45 | 180.16 | 212.48 | 229.39 | 241.17 |
| 5 | " | 116.04 | 148.20 | 184.56 | 230.61 | 256.23 | 274.72 |
| 6 | " | 172.69 | 229.76 | 296.07 | 382.19 | 430.97 | 466.41 |
| 7 | " | 188.32 | 247.13 | 310.38 | 386.27 | 426.74 | 455.18 |
| 8 | " | 160.06 | 212.12 | 268.36 | 336.05 | 372.23 | 397.68 |
| 9 | " | 157.86 | 214.18 | 275.62 | 350.16 | 390.18 | 418.42 |
| 10 | " | 56.83 | 79.77 | 105.15 | 136.25 | 153.11 | 165.02 |
| 11 | " | 41.13 | 56.01 | 72.28 | 92.04 | 102.66 | 110.16 |
| 12 | " | 22.43 | 35.85 | 52.75 | 76.04 | 89.69 | 99.77 |
| 年 | " | 111945 | 150142 | 194764 | 253016 | 286120 | 310225 |
| 月別 | | 大 | | | | | |
| 1 | 確 率 降 雨 量(mm) | 13.54 | 21.42 | 31.26 | 44.83 | 52.75 | 58.58 |
| 2 | " | 20.71 | 29.86 | 40.10 | 52.76 | 59.65 | 64.54 |
| 3 | " | 39.24 | 53.69 | 69.51 | 88.76 | 99.12 | 106.43 |
| 4 | " | 65.56 | 81.39 | 98.60 | 119.63 | 131.01 | 139.04 |
| 5 | " | 60.41 | 77.39 | 97.93 | 126.07 | 142.79 | 153.89 |
| 6 | " | 106.29 | 139.09 | 179.56 | 236.21 | 270.40 | 296.21 |
| 7 | " | 174.78 | 233.13 | 306.55 | 411.15 | 475.22 | 524.09 |
| 8 | " | 148.17 | 189.68 | 233.84 | 286.37 | 298.06 | 333.76 |
| 9 | " | 134.29 | 175.14 | 218.95 | 271.41 | 299.34 | 318.97 |
| 10 | " | 32.99 | 47.92 | 64.66 | 85.42 | 96.71 | 104.73 |
| 11 | " | 27.46 | 38.21 | 50.07 | 64.57 | 72.40 | 77.96 |
| 12 | " | 12.71 | 21.04 | 32.54 | 49.97 | 61.38 | 69.40 |
| 年 | " | 830.89 | 1102.82 | 1418.30 | 1827.40 | 2058.89 | 2227.14 |

確 率 降 雨 量

| 96.0 | 96.7 | 97.5 | 98.0 | 98.6 | 99.0 | 99.2 | 99.3 | 99.5 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1.7507 | 1.8384 | 1.9600 | 2.0537 | 2.1973 | 2.3263 | 2.4089 | 2.4573 | 2,5758 |
| 25 | 30 | 40 | 50 | 70 | 100 | 120 | 150 | 200 |

倉

| | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 68.42 | 72.30 | 77.91 | 82.43 | 96.69 | 96.56 | 101.14 | 103.89 | 110.83 |
| 66.05 | 70.34 | 76.64 | 81.79 | 90.22 | 98.38 | 103.92 | 107.27 | 115.85 |
| 132.70 | 140.59 | 162.20 | 165.64 | 177.01 | 191.79 | 201.77 | 207.81 | 223.19 |
| 194.27 | 202.77 | 124.96 | 224.69 | 240.15 | 254.64 | 265.20 | 269.92 | 284.27 |
| 185.66 | 192.40 | 201.95 | 209.47 | 221.26 | 232.12 | 239.22 | 243.42 | 253.88 |
| 333.59 | 347.89 | 368.37 | 384.74 | 1.0.65 | 434.93 | 450.97 | 460.55 | 484.57 |
| 816.96 | 854.87 | 910.12 | 955.22 | 102872 | 109979 | 114763 | 117651 | 125080 |
| 554.10 | 576.72 | 609.09 | 634.84 | 625.70 | 713.89 | 739.08 | 754.09 | 791.76 |
| 332.01 | 345.18 | 363.86 | 378.59 | 407.73 | 423.10 | 437.07 | 445.37 | 466.01 |
| 98.11 | 102.38 | 108.52 | 113.45 | 121.32 | 128.72 | 133.65 | 136.58 | 144.02 |
| 80.30 | 82.20 | 84.82 | 86.84 | 89.94 | 62.73 | 94.51 | 95.56 | 98.11 |
| 66.84 | 70.23 | 75.17 | 79.15 | 85.59 | 91.73 | 95.83 | 98.32 | 104.60 |
| 188835 | 192158 | 197036 | 201000 | 206898 | 212268 | 215773 | 217792 | 222723 |

山

| | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 131.12 | 141.06 | 155.78 | 167.89 | 187.80 | 207.13 | 220.28 | 228.27 | 248.76 |
| 112.13 | 118.05 | 126.59 | 133.45 | 144.43 | 154.79 | 161.68 | 165.82 | 176.23 |
| 165.99 | 175.38 | 186.49 | 195.40 | 209.68 | 223.15 | 232.13 | 237.50 | 251.07 |
| 249.87 | 257.19 | 267.53 | 275.63 | 288.27 | 299.88 | 307.43 | 311.90 | 322.97 |
| 288.66 | 300.64 | 317.83 | 331.60 | 353.50 | 374.13 | 387.79 | 396.00 | 416.55 |
| | | 550.12 | 577.09 | 620.26 | 661.10 | 688.26 | 704.59 | 745.72 |
| 476.31 | 494.20 | 519.53 | 539.48 | 570.79 | 599.68 | 618.54 | 629.73 | 657.56 |
| 416.61 | 432.63 | 455.34 | 473.23 | 501.33 | 527.26 | 544.20 | 554.26 | 579.27 |
| 439.45 | 457.26 | 482.55 | 502.50 | 533.86 | 562.85 | 581.81 | 593.06 | 621.07 |
| 173.91 | 181.45 | 192.18 | 200.65 | 213.99 | 226.43 | 234.50 | 239.24 | 251.22 |
| 115.74 | 120.57 | 127.18 | 132.48 | 140.82 | 148.52 | 153.55 | 156.55 | 163.99 |
| 107.52 | 114.23 | 123.98 | 131.86 | 144.60 | 156.70 | 164.79 | 169.66 | 182.00 |
| 3285.76 | 3443.89 | 3672.55 | 3856.30 | 4151.37 | 4430.38 | 4616.35 | 4728.02 | 5010.08 |

邱

| | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 63.06 | 66.94 | 72.57 | 77.13 | 84.59 | 91.45 | 96.12 | 98.93 | 106.02 |
| 68.18 | 71.29 | 75.70 | 79.19 | 84.69 | 89.71 | 93.14 | 95.13 | 100.08 |
| 111.87 | 116.49 | 123.05 | 128.22 | 136.35 | 148.88 | 148.80 | 151.72 | 159.60 |
| 145.13 | 150.20 | 157.57 | 163.37 | 172.53 | 181.04 | 186.64 | 189.97 | 198.30 |
| 151.57 | 173.54 | 185.91 | 196.34 | 213.20 | 229.57 | 240.77 | 247.51 | 264.36 |
| 316.37 | 334.19 | 360.49 | 382.12 | 417.93 | 452.90 | 476.76 | 491.36 | 529.05 |
| 563.00 | 596.35 | 646.70 | 688.50 | 757.70 | 825.85 | 872.58 | 901.36 | 975.44 |
| 348.24 | 360.48 | 377.79 | 391.41 | 412.75 | 432.41 | 445.24 | 452.83 | 471.72 |
| 333.53 | 345.86 | 363.32 | 377.06 | 398.63 | 418.51 | 431.49 | 439.19 | 458.33 |
| 110.73 | 115.82 | 123.08 | 128.82 | 137.87 | 146.26 | 151.77 | 155.04 | 163.20 |
| 82.07 | 85.57 | 90.55 | 94.48 | 100.15 | | | 112.37 | 117.92 |
| 76.07 | 81.69 | 90.46 | 98.04 | 110.08 | | 129.97 | 143.89 | 147.26 |
| 2354.96 | 2465.16 | 2625.05 | 2751.71 | 2956.25 | 3149.57 | 3278.30 | 3355.40 | 3550.31 |

表-3.7 適分布型的 平均値(\bar{x})와 標準偏差(S)

| 地點名 | 강우계측기간 (月以年) 分布型 統計值 | 1月 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年 |
|-----|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| | | 지 | 最適分布型(X_i) | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\log x_i$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | x_i |
| 울 | 平均値(\bar{x}) | 2.5762 | 1.7286 | 2.0399 | 4.1290 | 8.7286 | 4.9851 | 2.5197 | 6.0116 | 11.0790 | 2.5163 | 42.51 | 1.8566 | 35.4942 |
| | 標準偏差(S) | 0.8647 | 0.3332 | 0.3531 | 0.9497 | 2.7971 | 1.1140 | 0.2242 | 1.2577 | 4.0796 | 0.4176 | 21.5873 | 0.2632 | 4.5473 |
| 釜 | 最適分布型(X_i) | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ |
| | 平均値(\bar{x}) | 2.1374 | 3.1577 | 2.7448 | 11.2149 | 3.2821 | 3.6251 | 13.7231 | 12.6515 | 12.5642 | 7.5387 | 6.4131 | 2.8202 | 5.7843 |
| 山 | 標準偏差(S) | 0.7120 | 0.9507 | 0.5735 | 2.6231 | 0.4797 | 0.6214 | 4.6276 | 4.4322 | 4.7974 | 3.2266 | 2.4819 | 1.1052 | 1.0206 |
| | 最適分布型(X_i) | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\log x_i$ | $\log x_i$ | $\log x_i$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ | $\sqrt[3]{x_i}$ | $\sqrt{x_i}$ |
| 大 | 平均値(\bar{x}) | 2.3835 | 4.5510 | 6.2643 | 4.0322 | 1.7811 | 2.0265 | 2.2425 | 12.1727 | 11.2977 | 5.7440 | 5.2400 | 1.6628 | 5.3689 |
| | 標準偏差(S) | 0.9121 | 2.1171 | 2.4634 | 0.6985 | 0.2493 | 0.2706 | 0.2899 | 3.7062 | 4.0899 | 2.7296 | 2.1815 | 0.4086 | 0.9124 |

주: X_i : 確率降雨量
 \bar{x}, S : 變換된 統計值

表-3.8은 月間 및 年間 確率降雨量의 計算 結果值이다.

表-3.8에 確率降雨量值들은 特定된 確率年(再現期間)에 對한 確率降雨量이다.

任意的 確率降雨量은 最適分布型的 確率紙上에 全降雨量 資料(實測值)를 Hazen Plotting Position Formula를 利用하여 Plotting하여 이 點들을 滿足한 最適의 直線을 求하여 이 直線으로 부터 간편하게 任意的 確率年에 對한 確率降雨量을 求할 수 있다.

이와같은 圖上推定方法을 略述하면,

採擇된 最適分布型的 確率紙上에 Plotting된 降雨資料의 分布直線을 最小自乘法의 原理를 利用하여 逐次試算의인 方法으로 設定, 即 平均値와 確率 5%點을 지나는 任意的 直線과 Plotting된 點(資料值)과의 差를 比較하여 이들 差의 總和가 最小(二〇)되게하는 直線을 이 降雨資料分布의 最適直線으로 하여 이 直線에 依하여 確率降雨量을 算定하였다. 이와같이 圖上에서 求한 確率降雨量值와 正規分布函數을 利用한 理論式에 依한 값 또한 不完全 Gamma函數을 應用하여 確率降雨量을 算定한 경우²²⁾의를 몇個의 確率年(再現期間)에 對하여 比較한 結果 近似한 값들을 나타내고 있다(表-3.9)

그림-3.3은 서울 7月の 對數(log) 正規確率分布圖이다.

여 表示하고 이 式에 依하여 算定하였다.

3.4 研究區分別 降雨解析 結果의 比較分析

本 論文의 降雨解析에 對한 過程과 그 算定值들의 比較分析結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 原因分析

(1) 基本資料의 記錄年數의 長短, 欠測值 補完方法 및 時系列(Time Series)의 成立 與否에 따라 相異.

(2) 分布型 檢定方法과 資料의 棄却 處理에 依한 分布型의 相異.

2. 研究區分別 比較 分析

大體의으로 確率降雨量 算定值들은 거의 近似한 값들을 나타내고 있으나 原因分析에서 밝힌 要因에 따라서 多少間의 差異를 보여 주고있다(表-3.10)

(1) 研究區分(I)은 欠測值의 補完 및 時系列을 成立시키지 않고 分布型 檢定은 對數正規分布로 解析하였다.

(2) 研究區分(II)는 欠測值의 補完과 時系列을 成立시키고 分布型은 對數正規分布로 解析.

(3) 研究區分(III)은 欠測值의 補完과 時系列을 成立시키고 分布型檢定은 圖上 檢定方法을 取하여 分析하였다. 이 경우 資料의 棄却判定도 行하였 으며 棄却方法은 F-Test.

(4) 研究區分(IV)는 欠測值 補完(Fourier Series)과 時系列을 成立시키고 分布型檢定은 χ^2 -Test (Chi Square-Test)로 檢定하였고 資料의 棄却處를 하였다.

(5) 研究區分(V) 即 月別 및 年 雨量의 경우의 解析過程은 上記(4)와 같다.

上記 內容을 總括 比較 記術하면 即(1), (2), (3)의 各 경우 보다 (4), (5)이 解析過程이 보다 合理的인 것으로 생각된다.

(3), (5)의 경우는 確率紙上에서 直接 確率降雨量值를 求할 수 있으므로 實用的으로는 便利하다.

특히 (5)의 경우에 月別 確率降雨量은 貯水池 容量 決定等에 많이 利用될 수 있을 것이다(表-3.8).

4. 耐用年數와 確率降雨量

水上構造物의 計劃이나 設計의 基本이 되는 計劃降雨

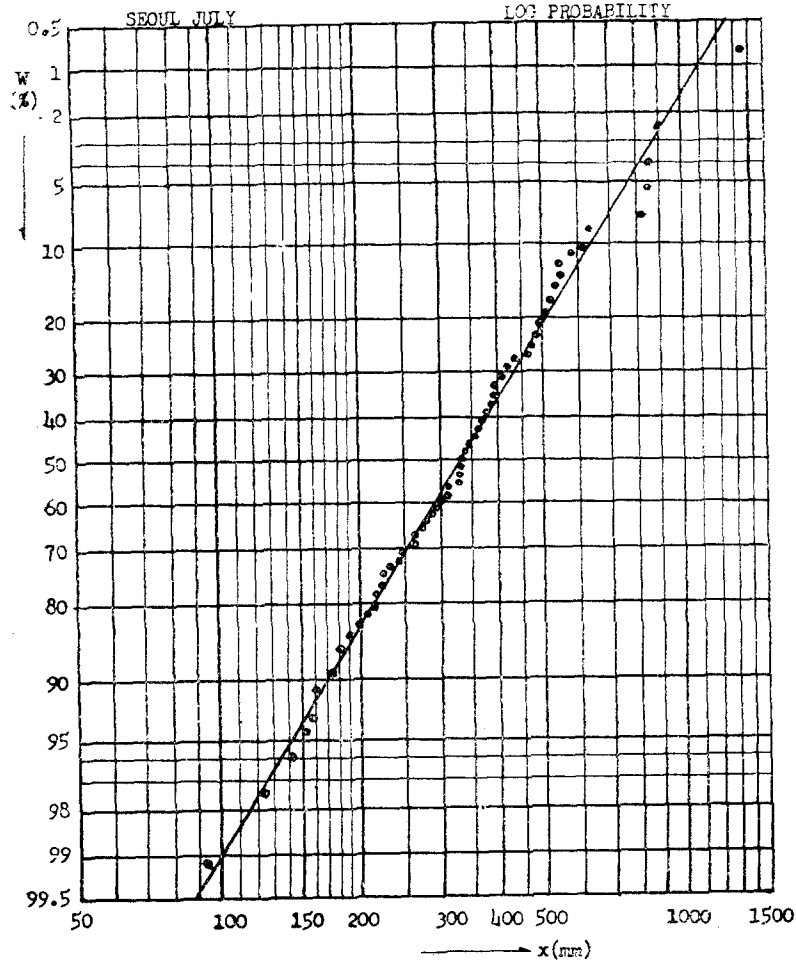


그림-3.3

表-3.9 서울 7월 確率降雨量의 比較表

| 비교구분 | 확률년 | | | |
|-------------------------|-------|--------|--------|--------|
| | 2 | 5 | 10 | 20 |
| 正規分布函數를 이용한 理論式 | 330.9 | 510.98 | 601.22 | 773.57 |
| 圖上推定值 | 330.0 | 510.0 | 63.0 | 765.0 |
| 不完全 Gamma 函數를 應用한 確률강우량 | 330.0 | 510.0 | 620.0 | 740.0 |
| " | 330.0 | 530.0 | 660.0 | 770.0 |

※ 1908年~1937年의 자료를 對象으로 한 경우
 ◎ 1938年~1967年

값으로서의 確率降雨量은 構造物의 耐用年數 및 安定率과 結付시켜 研究되어야 할 問題이므로 本章에서는 이들 問題를 概略적으로 取扱한 內容만을 紹介키로 한다.

4.1 水工構造物의 耐用年數

耐用年數와 安定率에 따르는 再現期間과 確率降雨量은 構造物 設計에 대단히 重要한 要素인 것이다.

水文學에 있어서는 統計資料의 要素 (X)로서는 降水量, 水位, 流量等이 擇해진다. X_r의 意味는 X_r을 超過하는 값은 平均적으로 r年에 1回의 比率로 나타나는 것으로 한다. 이 X_r를 設計值로 잡은 것은 過去의 最大值를 그대로 使用하는 것보다 더욱 進歩된 것이며 또 理解하기 쉬우나 構造物의 耐用年數가 例컨대 30年이라고 해서 單純히 耐用年數를 再現期間과 同一視한 再現期間 30年의 水文學을 採擇하는 것은 간 勿된 생각이며 耐用年數 以外에도 그 構造物이 어느 程度의 安全度를 갖는가를 考慮해서 計劃水文學으로 設定하는 것이 보다 더 合理的이라고 생각된다.

4.2 耐用安全率

耐用安全率에 對하여는 齊藤氏(日)는 耐用安全值 X_{aP}를 使用하여 아래와 같이 說明하고 있다.

X_{aP}는 耐用年數 a年동안에 그 值 未滿의 값 밖에는 나타나지 않는 確率 P인 水文學을 意味한다. 即 어

表 3-10 研究區分別 確率降雨量 算定値의 比較例(短時間 및 長時間)

| 지점명 | 區分 | | (I) | | | | | | (II) | | | | | |
|-----|----------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 강우 계속 시간 | 재현시 간(年) | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 서 울 | 短時間 (min) | 60 | 40.56 | 61.12 | 76.09 | 91.35 | 112.40 | 129.19 | 39.21 | 57.74 | 69.98 | 81.78 | 95.98 | 108.40 |
| | | 120 | 54.00 | 77.48 | 93.12 | 108.44 | 128.76 | 144.42 | 51.54 | 73.93 | 88.72 | 102.98 | 121.35 | 135.15 |
| | 長時間 (hr) | 4 | | | | | | | | | | | | |
| | | 24 | | | | | | | | | | | | |
| 부 산 | 短時間 | 60 | 37.81 | 50.10 | 58.32 | 66.04 | 76.12 | 83.69 | 34.46 | 48.06 | 57.07 | 66.02 | 77.59 | 86.42 |
| | | 120 | 55.37 | 74.53 | 88.05 | 101.52 | 119.69 | 133.90 | 48.34 | 66.76 | 80.68 | 93.53 | 110.20 | 122.95 |
| | 長時間 | 4 | | | | | | | | | | | | |
| | | 24 | | | | | | | | | | | | |
| 대 구 | 短時間 | 60 | 28.89 | 44.60 | 50.13 | 58.26 | 68.84 | 76.86 | 29.80 | 41.66 | 49.48 | 57.03 | 66.74 | 74.05 |
| | | 120 | 39.71 | 56.91 | 68.31 | 79.24 | 93.45 | 103.21 | 40.50 | 56.54 | 67.13 | 77.34 | 90.48 | 100.36 |
| | 長時間 | 4 | | | | | | | | | | | | |
| | | 24 | | | | | | | | | | | | |
| 지점명 | 區分 | | (III) | | | | | | (IV) | | | | | |
| | 강우 계속 시간 | 재현시 간(年) | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 서 울 | 短時間 (min) | 60 | 38.00 | 52.50 | 60.00 | 68.00 | 76.00 | 82.00 | 39.10 | 56.70 | 68.00 | 80.90 | 97.00 | 109.30 |
| | | 120 | 50.00 | 71.00 | 89.00 | 94.00 | 105.00 | 114.00 | 53.00 | 77.00 | 93.60 | 109.80 | 131.70 | 149.20 |
| | 長時間 (hr) | 4 | 70.00 | 93.00 | 106.00 | 117.00 | 133.00 | 144.00 | 71.80 | 101.80 | 121.60 | 140.70 | 166.10 | 186.00 |
| | | 24 | 134.00 | 179.00 | 201.00 | 217.00 | 254.00 | 272.00 | 138.90 | 192.30 | 224.80 | 254.10 | 290.40 | 317.10 |
| 부 산 | 短時間 | 60 | 35.00 | 47.50 | 56.00 | 63.00 | 71.00 | 77.00 | 33.80 | 46.80 | 55.90 | 60.60 | 68.60 | 74.40 |
| | | 120 | 48.00 | 66.00 | 75.00 | 84.50 | 95.50 | 103.00 | 52.10 | 71.30 | 84.10 | 96.30 | 112.30 | 124.70 |
| | 長時間 | 4 | 70.00 | 93.00 | 108.00 | 117.00 | 135.00 | 147.00 | 73.30 | 100.70 | 117.80 | 133.30 | 152.80 | 167.30 |
| | | 24 | 120.00 | 160.00 | 180.00 | 220.00 | 224.00 | 240.00 | 142.80 | 190.30 | 217.80 | 241.80 | 270.60 | 291.20 |
| 대 구 | 短時間 | 60 | 30.00 | 41.50 | 47.00 | 52.50 | 59.50 | 62.00 | 31.90 | 44.90 | 52.70 | 59.50 | 67.70 | 73.60 |
| | | 120 | 42.50 | 56.50 | 64.00 | 72.50 | 79.50 | 85.5 | 43.30 | 60.20 | 70.20 | 79.00 | 89.50 | 97.10 |
| | 長時間 | 4 | 52.00 | 68.00 | 77.50 | 85.00 | 95.00 | 100.20 | 52.90 | 70.50 | 87.00 | 90.40 | 101.90 | 110.30 |
| | | 24 | 98.00 | 130.00 | 149.50 | 165.00 | 182.50 | 198.00 | 96.70 | 150.30 | 152.30 | 173.10 | 200.20 | 221.20 |

던 水文量의 年最大値 X 의 分布函數를 $F(X)$ 로 할 때 P 는 X 의 母集團에서 任意로 a 回 抽出을 行한 경우 一年 모두 X 의 값이 어느 一定値 X_{ap} 를 超過하지 않는 確率 即 非超過確率이므로 安全率로 定한다.

X 의 母集團에서 1回의 任意 抽出을 한 경우 X 가 X_{ap} 를 超過하지 않는 確率は $F(X_{ap})$ 이다. 年最大値 X 는 서로 獨立事象으로 생각해도 좋기 때문에 a 回의 任意抽出로서 a 回 모두 $X < X_{ap}$ 가 되는 確率は

$$\frac{P}{100} = \{F(X_{ap})\}^{a(1), (17), (18), (19)} \dots (3)$$

이다.

만일 재현시간을 r 로 할 때 r 年의 기대値 X_r 과 r 과의 關係는

$$F(X_r) = 1 - \frac{1}{r} \dots (4)$$

이다.

여기서 $X_{ap} = X_r$ 이라 하면 式 (3)과 式 (4)에서

$$r = \frac{1}{1 - \left(\frac{P}{100}\right)^{1/a}} \dots (5)$$

이고 $\log P - 2 = a \cdot \log \left(1 - \frac{1}{r}\right) \dots (6)$

이다.

即 構造物의 耐用年數 a 年동안 每年 最大値가 再現 期間 r 年의 期待値 X_r 를 超過하지 않는 확률 P 를 上 式으로 求할 수 있다.

4.3 耐用年數에 따르는 確率降雨量

4.2節에 式들을 利用하여 서울 7月에 대한 耐用年數와 耐用安全率에 따르는 再現期間과 確率降雨量은 表 4-1에 提示하였다.

表 4-1 耐用年數와 安全率에 必要한 再現期間과 確率降雨量(서울 7月)

| P(%) | X_i | 1 | | 2 | | 5 | | 10 | | 20 | |
|------|-------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|
| | | r(年) | x_i (mm) | r(年) | x_i (mm) | r(年) | x_i (mm) | r(年) | x_i (mm) | r(年) | x_i (mm) |
| 99 | 100 | 1101.8 | 200 | 1253.5 | 500 | 1463.5 | 1000 | 1639.5 | 200 | 1808.5 | |
| 95 | 20 | 771.6 | 40 | 910.2 | 98 | 1096.1 | 196 | 1240.7 | 400 | 1411.6 | |
| 90 | 10 | 640.7 | 20 | 771.6 | 48 | 948.6 | 95 | 1090.4 | 189 | 1240.7 | |
| 80 | 5 | 510.5 | 9.5 | 630.9 | 23 | 800.0 | 45 | 934.0 | 90 | 1073.7 | |
| 75 | 4 | 467.6 | 7.5 | 586.9 | 18 | 751.9 | 35 | 882.4 | 71 | 1024.9 | |
| 70 | 3.3 | 432.8 | 6.1 | 548.8 | 15 | 717.8 | 29 | 846.7 | 57 | 983.5 | |
| 60 | 2.5 | 378.4 | 4.4 | 487.4 | 10 | 640.7 | 20 | 775.6 | 40 | 910.2 | |
| 50 | 2 | 330.9 | 3.4 | 437.3 | 7.7 | 593.0 | 15 | 717.8 | 29 | 846.7 | |
| 40 | 1.7 | 295.4 | 2.7 | 392.4 | 6.0 | 546.0 | 11 | 660.8 | 22 | 791.8 | |
| 30 | 1.4 | 246.6 | 2.2 | 350.2 | 4.7 | 500.1 | 8.8 | 618.0 | 17 | 744.2 | |
| 25 | 1.3 | 225.8 | 2 | 330.9 | 4.1 | 472.5 | 8 | 599.1 | 14.9 | 717.8 | |
| 20 | 1.3 | 225.8 | 1.8 | 307.8 | 3.6 | 448.7 | 6.7 | 566.1 | 13 | 692.3 | |
| 10 | 1.1 | 165.7 | 1.4 | 246.6 | 2.7 | 362.3 | 4.9 | 507.9 | 9.2 | 624.4 | |
| 5 | 1.05 | 139.7 | 1.3 | 225.8 | 2.2 | 350.2 | 3.9 | 462.8 | 7.2 | 580.0 | |
| 1 | 1.01 | 99.4 | 1.11 | 170.9 | 1.66 | 289.3 | 2.7 | 392.4 | 4.9 | 507.9 | |

| P(%) | x_i | 25 | | 30 | | 40 | | 50 | | 60 | |
|------|-------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|
| | | r(年) | x_i (mm) | r(年) | x_i (mm) | r(年) | x_i (mm) | r(年) | x_i (mm) | r(年) | x_i (mm) |
| 99 | 2500 | 1965.4 | 3333 | 1944.0 | 4000 | 1994.8 | 4761 | 2047.0 | 6250 | 2122.4 | |
| 95 | 488 | 1456.0 | 588 | 1501.8 | 769 | 1565.1 | 1000 | 1631.1 | 1250 | 1691.1 | |
| 90 | 238 | 1293.0 | 286 | 1333.7 | 385 | 1404.3 | 476 | 1448.5 | 588 | 1501.8 | |
| 80 | 113 | 1124.8 | 135 | 1160.1 | 179 | 1227.9 | 222 | 1273.1 | 270 | 1320.0 | |
| 75 | 87 | 1073.7 | 105 | 1107.5 | 140 | 1172.2 | 175 | 1221.6 | 210 | 1260.0 | |
| 70 | 70.6 | 1024.9 | 85 | 1068.4 | 112 | 1124.7 | 141 | 1199.5 | 170 | 1215.3 | |
| 60 | 49.4 | 953.5 | 59 | 988.6 | 79 | 1051.7 | 98 | 1096.1 | 118 | 1136.7 | |
| 50 | 37 | 896.2 | 44 | 929.3 | 58 | 983.5 | 73 | 1035.6 | 87 | 1068.2 | |
| 40 | 278 | 838.0 | 33 | 873.4 | 44 | 929.3 | 55 | 973.4 | 66 | 1014.4 | |
| 30 | 21.3 | 787.7 | 26 | 825.1 | 34 | 877.9 | 42 | 919.6 | 50 | 953.5 | |
| 25 | 18 | 751.9 | 22.1 | 791.8 | 29.3 | 846.7 | 37 | 896.2 | 43.9 | 929.3 | |
| 20 | 16 | 729.0 | 19 | 763.7 | 25 | 816.7 | 32 | 864.4 | 38 | 900.8 | |
| 10 | 11.4 | 667.7 | 14 | 706.8 | 18 | 751.9 | 22 | 791.8 | 27 | 833.7 | |
| 5 | 8.8 | 618.0 | 10.5 | 650.7 | 13.9 | 703.1 | 17.2 | 744.2 | 20.4 | 775.6 | |
| 1 | 6 | 546.0 | 7 | 574.9 | 92 | 624.4 | 11 | 660.8 | 13.5 | 699.5 | |

5. 結 言

本 論文에서의 比較 檢討 結果에서 얻어진 바를 要約하면 아래와 같다.

- 1) 降雨量資料의 分布型 檢定은 異常值에 對한 棄却 判定을 加한 殘餘 變量들과 變數變換集團에 대하여 x^2 -Test 로서 正規性을 檢討함이 可하리라고 생각된다.
- 2) 確率降雨量의 算定은 1)項에서 얻어진 最適分布型(最適變數 變換值)에 符合된 正規分布式에 依하여

| P(%) | a(年) | | 70 | | 80 | | 90 | | 100 | | 150 | |
|------|------|---------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|------|---------------------|
| | r(年) | x _i (mm) | r(年) | x _i (mm) | r(年) | x _i (mm) | r(年) | x _i (mm) | r(年) | x _i (mm) | r(年) | x _i (mm) |
| 99 | 7143 | 2166.6 | 7693 | 2189.1 | 9091 | 2234.8 | 11111 | 2281.4 | 14286 | 2365.4 | | |
| 95 | 1428 | 1717.5 | 1563 | 1744.3 | 1755 | 1771.5 | 2000 | 1808.5 | 2942 | 1914.2 | | |
| 90 | 667 | 1533.1 | 758 | 1565.1 | 855 | 1589.5 | 940 | 1614.3 | 1429 | 1735.3 | | |
| 80 | 313 | 1354.5 | 359 | 1389.9 | 404 | 1411.6 | 455 | 1441.0 | 672 | 1533.1 | | |
| 75 | 244 | 1293.0 | 279 | 1326.8 | 314 | 1354.5 | 345 | 1375.6 | 521 | 1472.1 | | |
| 70 | 196 | 1247.1 | 2447 | 1273.1 | 252.5 | 1299.7 | 278 | 1326.8 | 420.2 | 1418.9 | | |
| 60 | 137 | 1166.1 | 157 | 1196.6 | 176.7 | 1221.6 | 196 | 1240.7 | 294.1 | 1340.6 | | |
| 50 | 102 | 1096.1 | 115.9 | 1130.6 | 130.4 | 1154.2 | 145 | 1178.5 | 216.9 | 1266.5 | | |
| 40 | 77 | 1046.3 | 87.8 | 1030.2 | 98.7 | 1096.1 | 110 | 1119.0 | 164.2 | 1209.0 | | |
| 30 | 59 | 988.6 | 66.9 | 1014.4 | 75.3 | 1040.9 | 83 | 1062.7 | 125.2 | 1148.2 | | |
| 25 | 51 | 958.4 | 58.2 | 988.6 | 65.4 | 1009.2 | 72 | 1030.2 | 108.7 | 1119.0 | | |
| 20 | 44 | 929.3 | 50.2 | 953.5 | 56.4 | 978.4 | 63 | 1004.0 | 93.7 | 1084.8 | | |
| 10 | 31 | 859.9 | 35.2 | 882.4 | 39.6 | 905.5 | 44 | 929.3 | 65.7 | 1009.2 | | |
| 5 | 23.8 | 808.3 | 27 | 829.4 | 30.3 | 851.1 | 33.9 | 877.9 | 51.1 | 958.4 | | |
| 1 | 15.7 | 729.0 | 17.9 | 751.9 | 20.1 | 775.6 | 22 | 791.8 | 33.1 | 873.4 | | |

| P(%) | a(年) | | 200 | | 500 | | 250 | | 300 | | 1000 | |
|------|-------|---------------------|-------|---------------------|-------|---------------------|--------|---------------------|--------|---------------------|------|---------------------|
| | r(年) | x _i (mm) | r(年) | x _i (mm) | r(年) | x _i (mm) | r(年) | x _i (mm) | r(年) | x _i (mm) | r(年) | x _i (mm) |
| 99 | 2000 | 2465.1 | 25000 | 2542.7 | 33334 | 2622.7 | 50000 | 2733.2 | 100000 | 2747.6 | | |
| 95 | 4000 | 1004.9 | 4562 | 2057.6 | 6250 | 2122.4 | 10000 | 2258.0 | 20000 | 2465.1 | | |
| 90 | 2000 | 1808.5 | 2381 | 1855.8 | 3333 | 1944.0 | 4762 | 2047.0 | 9091 | 2234.8 | | |
| 80 | 909 | 1606.0 | 1124 | 1665.1 | 1429 | 1726.4 | 2223 | 1836.7 | 4546 | 2306.5 | | |
| 75 | 695 | 1541.1 | 870 | 1597.8 | 1042 | 1639.5 | 1725 | 1771.5 | 3449 | 1954.1 | | |
| 70 | 556 | 1486.4 | 704.2 | 1549.0 | 833 | 1565.1 | 1639.3 | 1753.3 | 2777.8 | 1894.5 | | |
| 60 | 400 | 1441.6 | 490.2 | 1456.0 | 588 | 1486.4 | 980.4 | 1622.7 | 1960.8 | 1799.2 | | |
| 50 | 286 | 1333.7 | 361 | 1389.9 | 435 | 1426.2 | 719.4 | 1549.0 | 1449.3 | 1726.4 | | |
| 40 | 222 | 1266.5 | 273.2 | 1320.0 | 323 | 1352.5 | 546.4 | 1486.4 | 108.7 | 1656.6 | | |
| 30 | 167 | 1209.0 | 208.3 | 1260.0 | 250 | 1306.4 | 413.2 | 1418.9 | 833.3 | 1565.1 | | |
| 25 | 144.7 | 1178.2 | 1.0.8 | 1227.9 | 216.9 | 1266.5 | 361 | 1382.7 | 719.4 | 1549.0 | | |
| 20 | 125 | 1148.2 | 155.8 | 1190.5 | 189 | 1240.7 | 311.5 | 1347.5 | 621.1 | 1517.4 | | |
| 10 | 88 | 1073.7 | 109.2 | 1119.0 | 147 | 1178.2 | 217.8 | 1266.5 | 434.8 | 1426.2 | | |
| 5 | 67.2 | 1014.4 | 86.7 | 1068.2 | 100.6 | 1101.8 | 167.5 | 1209.0 | 334.5 | 1368.5 | | |
| 1 | 44 | 929.3 | 54.8 | 973.4 | 657 | 1009.2 | 109.1 | 1119.0 | 217.9 | 1273.1 | | |

※ P=안전율, a=내용년수(年), r=제천기간(年), x_i=확률강우량(mm)

算出됨이 좋겠고 그 連續性은 最適確率紙上에서 究明되리라곤 본다.

3) 水工構造物의 耐用安全率을 考慮한 確率降雨量을 計劃降雨量으로 設定하여야 할 것으로 생각되며 이

點에 關하여는 計劃技術者 또는 設計技術者들의 高貴한 經驗과 構造物의 耐用安全率의 策定 그리고 財政與件을 감안하여 最適條件에 符合되는 값을 擇하여야 할 것으로 보며 決코 一律的으로 規制하기는 어렵다고 생

각한다.

4) 從來의 再現期間만을 위주로 생각하여 擇한 確率 降雨量보다도 耐用安全率을 加味하여 擇한 確率降雨量은 훨씬 增大值로 나타남을 알 수 있다.

5) 降雨量資料의 最適分布型은 降雨繼續時間의 長短 및 地域別 差異에 따라서 決코 一律的으로 判定짓기 어려우며 이와같은 內容은 降雨分布 自體가 實로 千態 萬象으로 나타나고 있다는 事實을 立證하는 것이 아닐까 생각된다.

謝辭: 本 研究는 延世大學校 總長(朴大善 博士)研究 費를 受惠하여 이루어짐에 謝意를 表하는 바이다.

參 考 文 獻

1. LINSLEY, KOHLER, PAULHUS, Hydrology for Engineers. McGraw-Hill, U.S.A., 1958. p. 4, p. 245~p. 259.
2. 角屋睦: 雨量分布とその年最大値の分布, 京都大學 防災研究所 年報 第4號, 京都大學 防災研究所, 日本 1961. p. 6
3. 岩井重久: 石黑政儀, 應用水文統計學, 森北出版社, 日本 1970. p. 57~p. 63
4. 中央觀象台: 氣象年報(1970年度까지), 中央觀象台.
5. 建設部: 韓國水文調查書(雨量編), 建設部
6. CHURCHILL, Fourier Series and Boundary Value Problems. McGraw-Hill, U. S. A., 1963, p. 77~p. 101
7. V.T. CHOW, Hand Book of Applied Hydrology. McGraw-Hill, U.S.A. 1964, p. 8-11, p. 8-28
8. 李元煥: 國內地域別 降雨特性과 確率降雨量 算定에 關한 研究, 延世大學校, 1967, p. 113~p. 121, p. 20, p. 5~p. 9.
9. 李元煥: 中小河川 및 都市水道 計劃設計에 必要한 確率降雨強度式의 誘導, 大韓土木學會誌, 第16卷 第4號 1969, p. 2, p. 2~p. 3.
10. 李元煥: 우리나라 地點降雨資料의 分布型設定에 關한 研究 (其2), 大韓土木學會誌, 第19卷 第2號, 1971, p. ~p. 26
11. 李元煥 = 2 = : 地點降雨資料의 分布型 設定과 耐用安全年數에 따르는 確率降雨量에 關한 考察 물의 과학, 第5卷號1號, 韓國水文協會, 1972, p. 31~p. 33.
12. 李延煥, 鄭翊周: 新統計學, 法文社, 1962, p. 85
13. ERWIN KREYSZIG, Advanced Engine(ring Mathematics. Wiley International Edition, U.S. A. 1967, p. 817~p. 819
14. D. A. S. FRASER, Statistics An Introduction. Wiley Toppan, Canada, 1968, p. 269~p. 272
15. 後藤憲章: 實務家のための數理統計學, 共立出版 日本, 1967, p. 21~p. 26
16. 本間仁, 春日屋伸昌: 次元解析・最小乘法と實驗式 コロナ社, 日本, 1956, p. 61~p. 112
17. 川畑幸夫: 水文氣象學, 地人書館, 日本, 1961. p. 106~p. 138.
18. 畠山久尙: 氣象災害, 共立出版, 日本, 1966, p. 97~p. 105
19. 防災ハンドブック: 防災ハンドブック, 技報堂, 日本, 1969, p. 58~p. 64
20. 岸根卓郎: 理論應用 統計學, 養覽堂, 日本, 1970, p. 195~p. 197
21. 朴成宇, 韓國에 있어서 降水 및 流出洪水早魁에 關한 水文學的 研究, 서울大學校 農科大學, 1966, p. 21~p. 29
22. 尹龍男: 月降雨量의 確率算定을 위한 不完全 Gamma 函數의 應用, 大韓土木學會誌, 第19卷 第2號, 大韓土木學會, 1971, p. 5~p. 12