우리나라에 있어서의 確率降雨量 算定에 關한 比較 考察

李　元　煥
<本協會理事・延世大理工大教授>

要　旨

水資源 開發計劃 및 水工構造物 設計資料로서 가장 基本的인 事項은 計劃水文量設定의 適正化에 있지 않는가 생각한다. 本稿에서는 우리나라에서의 確率降雨量 算定方法에 寄與코저 過去의 國內外 여러 學者들이 提唱한 바를 바탕으로 國內 主要地點가운데 2個地點(서울, 대구)을 實例로 들어 여러가지 경우의 確率降雨量値들을 比較檢討하여 記述한 것이다. 그 結果 아래와 같은 몇가지 事項을 提示하여 本稿를 여미고저 하는 바이다.

1. 確率降雨量 算定에는 各 地點別로 最適地點雨量分布型을 먼저 決定하고 그 最適分布型에 符合되는 統計處理過程을 밟어야 한다.

2. 本稿에서 採擇한 2個地點의 地點雨量分布型 檢定結果로는 서울地點이 立方根正規分布型에 屬하며 大邱地點은 平方根正規分布型을 提示하고 있다.

3. 各 地點別 降雨特性과 最適分布型 設定結果로 보아 既往의 最大値 爲主의 確率降雨量 算定方式보다 本稿에서 記述한 5. (各種 算定方法에 依한 確率降雨量의 比較檢討)에서의 (C)方法이 가장 合理的이며 妥當한 方法이라고 생각한다.

1. 序　言

水工構造物의 設計 또는 물管理分野에 있어서 가장 基本的이며 先行되어야 할 事項은 最適의 計劃降雨量設定을 如何히 하여야 할 問題이다.

現今, 이 分野에 활발한 研究가 進行되고 있으나 이와같은 計劃降雨量設定에는 水工構造物의 重要度, 經濟的인 與件 및 地域社會의 欲求 程度 等에 關聯지어 생각해야 하므로 綜合的으로 檢討하여 合理的이며 가장 適合한 計劃降雨量을 採擇해야 할 것이다.

確率降雨量 算定方法은 國內外 여러 水文學者들에 依하여 많은 方法이 提示되어 왔으며 本稿에서는 이러한 方法에 依한 確率降雨量 算定結果를 水文解析過程과 地域的인 降雨特性等 몇가지 側面에서 比較檢討하여 보다 合理的이고 適正한 確率降雨量 算定方法에 寄與코저 하는 바이다.

2. 基本資料

降雨量과 같은 水文諸量을 水文學的으로 解析할 경우에 가장 重要한 事項은 基本資料의 採取 問題인 것이다.

一般的으로 水文統計에 利用되고 있는 降雨量의 基本資料로서는 每年 最大値(또는 最小値)를 採擇하는 것이 合理的이라고 알려져 있다[1) 2) 3)].

2.1. 基本資料의 採取

本稿에서는 前項의 內容을 考慮하여 降雨量資料로서는 國內에서 比較的 長期間에 걸친 記錄年數를 保有하고 있는 地點의 降雨量 自己記錄紙를 蒐集하여 記錄紙上에서 地點別 및 降雨繼續時間別로 每年 最大値를 直接 採取하였다. 그리고 주어진 原稿의 分量 關係로 여기서는 代表的인 2個地點(서울, 大邱)을 擇하여 降雨繼續時間은 24時間 以下(10分, 30分, 60分, 120分, 4時間, 6時間, 12時間 및 24時間)에 對한 資料만을 對象으로 하였다.

基本資料의 記錄年數는 다음表—2.1과 같다.

3. 降雨解析

水文資料의 頻度를 解析하기 위하여 每年 最大値를 蒐集年數와 같게 摘出한 降雨量資料들을 降雨繼續時間

表—2.1 各種境遇(A,B,C)에 따르는 基本資料의 記錄年數

地點名	對象期間(年)	記錄年數(年)	備考
서울	(A)1915∼1964	50	
	(B)1915∼1967	53	時系列成立
	(C)1915∼1969	55	時系列成立 및 棄却判定實施
大邱	(A)1916∼1964	49	
	(B)1916∼1967	52	時系列成立
	(C)1916∼1969	54	時系列成立 및 棄却判定實施

〈註〉(A) : Time Series 가 成立되지 않을 경우
(B) : 〃 가 成立된 경우
(C) : 〃 가 成立되고 資料의 棄却判定을 施行한 경우

別로 큰것부터 順位를 決定하여 整理하였음은 一般的으로 實施되고 있는 方法을 適用하였다[4) 5)].

3.1. 在來式 水文解析

降雨解析에 理論統計等이 廣用된 것은 그리 오래된 일은 아니다. 1913年에 美國의 W.E. Fuller 가 水文諸量의 解析에 理論的統計學을 利用하여 處理하려고 하였고 이어서 A. Hazen 等에 依하여 硏究가 繼續되었다. 또한 Gumbel 法과 對數正規法 等으로 많은 發展이 있었으며 우리나라에서도 近來에는 활발히 이 方面에 硏究가 進行되어왔으나 그 方法은 外國에서의 方法을 踏習하여 왔던 것이다. 元來 統計學의 目的은 數學的 方式에 依하여 自然 또는 社會의 現實象集團을 對象으로 그 構造様相을 數式化하고 그것이 不可能할 때는 統計的 方法에 依한 集團構造의 特性値를 計算하여 그 對象에 對한 數理的 解析에 도움을 얻고저 하는 것이다. 그러므로 取扱對象이 되는 그 集團의 様相에 따라 가장 適切한 函數型을 適用해야 하는 問題가 뒤따르므로 外國의 水文解析結果를 그대로 引用한다는 것은 많은 問題點을 內包하게 된다고 생각한다.

過去에는 水文資料 採取에 있어서 既往의 最大値를 基本資料로 取하여 降雨解析에 臨하였으나 一般的으로 水文量은 年週期로 發生되고 있다는 事實에 비추어 水文統計學에 있어서는 每年 最大値를 採擇하는 것이 合理的이라고 생각된다[1) 2)].

또한 資料의 分布檢定에서도 몇가지 分布函數를 提示하여 이에 依해 正規分布와 非對稱分布의 경우에는 對數正規分布로 取扱하여 外國의 몇가지 理論式을 利用하여 確率降雨量과 같은 水文量을 算出하여 왔던 것이다. 이와같은 結果는 地域的으로 또는 降雨繼續時間의 長短等에 따라 크게 달라질 수도 있는 것이므로 各境遇에 따르는 適正한 降雨分布型 設定이 先行되어야 할 것으로 생각된다.

3.2. 水文統計學的 解析法

水文資料의 確率頻度를 統計學的으로 解析하기 위해서는 資料들이 pure-random 이어야 하고 全體的으로 同質性(Homogeneity)을 保有해야 한다.

資料들의 同質性을 갖기 위하여는 缺測資料補完을 通해서 時系列을 成立시켜 Time Homogeneity 를 잎어야 한다. 또한 資料 相互間의 定性的인 狀態를 파악하여 資料의 異常値에 對한 檢定을 위한 棄却檢定을 實施하여 資料의 定性的인 Homogeneity 를 이루어 복잡한 統計處理의 過程을 正確하고 容易하게 解析하는데 도움을 주고 있다. 이와같이 解析된 降雨資料들의 分布型을 直接 各種 確率紙에 plotting 하여 이 資料가 가지고 있는 降雨의 特殊性의 결여없이 이들의 比較檢討로서 圖上에서 直接 分布型을 設定하여 이러한 分布型에서 確率降雨量과 같은 水文諸量을 算定하고 이에 關한 數學的 理論을 展開하여 理論式을 算出하는 方法이 最近 水文統計와 기타 降雨解析에 使用되고 있다[6)].

4. 確率降雨量 算定方法

確率降雨量 算定에 있어서 從來에는 降雨量資料의 分布型 檢定을 行하여 正規分布와 對數正規分布로 規定지어 몇가지 理論式 卽, Slade 法, 對數正規法, Gumbel Chow 法, 積率法(高瀨信忠의 方法) Hazen 圖上推定法, 岩井法 等에 依하여 確率降雨量을 推定하고 이 結果値들의 適合度 檢定을 實施하기 위하여 Hazen Paper 上에서 이들 結果値와 實測値(基本資料)를 Plotting 하여 實測値와 그 結果値와의 符合程度로서 最終的인 結果値(確率降雨量)를 採擇하였다. 이와같은 方法은 降雨解析 過程에 있어서 地域的 및 降雨持續時間의 長短에 따르는 고려가 결여되어 있다고 생각된다. 최근에는 이와같은 降雨特性을 고려하여 降雨解析 過程에서 資料의 統計學的 處理를 行하고 實測値를 確率紙上에서 解析하여 地域 및 降雨持續時間別로 分布型을 設定하여 直接 確率紙上에서 確率降雨量을 採擇하는 方法이 試圖되고 있다.

確率降雨量 算定에 關한 여러가지 方法[6) 7) 8)]을 略述하면 다음과 같다.

4.1. Slade 法

變量 x 를

$$\xi = c \cdot \log \frac{x+b}{x_o+b} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4.1)$$

여기서 x_o: 變量의 中央値

b : 非對稱分布의 下限

c : 非對稱의 程度를 表示하는 常數로 變換하면 對數正規分布가 이루어 진다고 알려져 있다.

여기서 觀測年數는 n으로 하고 變量 $x_i(i=1, 2, 3\cdots$ 크기 順으로 番號를 붙임)로 부터 變量의 中央値 x_o는 아래와 같다.

$$\log x_o=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\log\cdot x_i \quad\cdots\cdots\cdots\cdots(4.2)$$

다음에 順位表에 記載된 資料에서 처음과 끝에서 부터 $\frac{n}{10}$에 가까운 自然數 m個의 變量에 관해서 다음과 같은 計算을 行한다.

$$b_s=\frac{x_s\cdot x_t-x_o^2}{2x_o-(x_s+x_t)}\cdots\cdots\cdots\cdots(4.3)$$

여기서 s : 1, 2, ………………m(큰 값 부터의 順位)

t : $n, (n-1)\cdots(n-m)$(작은 값 부터의 順位)

이로부터 $b=\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}bs \quad\cdots\cdots\cdots\cdots(4.4)$

但 $b<0$일 경우에는 b의 값에 구애됨이 없이 $b=0$로 取扱한다고 되어 있다.

또한 C는

$$C=\frac{1}{\left\{\frac{2}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\log\frac{x_i+b}{x_o+b}\right)^2\right\}^{1/2}}$$

에서 決定된다.

以上의 計算에 依해서 x_o, b, c, 를 利用하여 ξ를 求하면 다음과 같은 Gauss의 誤差函數에 依해서 超過確率이 求해진다.

卽, $I(\xi)=\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_o^{\xi}e^{-u^2}du \quad\cdots\cdots\cdots\cdots(4.5)$

$W(x)=\frac{1}{2}\{1-I(\xi)\}\cdots\cdots\cdots\cdots(4.6)$

에서 再現期間 T에 對應하는 超過確率을 計算할수 있다. (4.5)式의 $I\sim\xi$의 函數數表는 미리 計算되어 있다

本 計算에 使用된 W와 $\sqrt{2}\xi$와의 計算値는 다·表 4.1과 같다.

表—4.1. W와 $\sqrt{2}\xi$ 値

$W(\xi)$	1/2	1/3	1/5	1/10	1/20	1/30	1/50	1/100	1/200	1/500	1/1000
$\sqrt{2}\xi$	0	0.4307	0.8416	1.2816	1.6449	1.8339	2.0536	2.3263	2.5718	2.8779	3.0900

4.2. 對數正規法

Slade 法과 近似한 方法으로서 正規分布의 確率變量 x를 對數變換量 $\log x$로 바꾸어서 이 對數의 平均値 ($\log_{10}x_o$) 및 標準偏差(σ_o)를

$$\left.\begin{aligned}\log_{10}x_o&=\frac{\sum_1^N(\log_{10}x_i)}{N}\\ \sigma_o&=\sqrt{\frac{\sum_1^N(\log_{10}x_i-\log_{10}x_o)^2}{N}}\end{aligned}\right\}\cdots\cdots(4.7)$$

(4.7)式에 依하여 求하고 다음

$$\left.\begin{aligned}\xi&=\frac{\log\frac{x}{x_o}}{\sigma_o}\\ \log_{10}x&=\sigma_o\xi+\log_{10}x_o\end{aligned}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots(4.8)$$

를 求하면 다음은 (4.5)式과 (4.6)式에 依하여 超過確率을 求할 수 있다.

4.3. Gumbel-Chow 法

非對稱分布에 對해서 美國에서 널리 盛行되고 있는 Gumbel 法은 理論的인 嚴密性이 比較的 높은 方法으로 알려져 있다. 더우기 Chow는 非對稱分布에 關한 取扱은 어떤 方法이던지 다음과 같은 型式으로 誘導해 낼 수 있다고 하였다.

$$x=\overline{x}+\sigma k \quad\cdots\cdots\cdots\cdots(4.9)$$

여기서 $\overline{x}$: 平均値

σ: 標準偏差

k: 度數係數

Gumbel 法에서는 再現期間 $T\left(\text{超過確率 } W=\frac{1}{T}\right)$와 K의 關係를 다음과 같이 表示하고 있다.

$$K=-\frac{\sqrt{6}}{\pi}\left[\gamma+\log e\left(\log e\frac{T}{T-1}\right)\right]\cdots(4.10)$$

여기서 γ는 Euler의 定數로서 그 값은 0.5772로 하고 있다. 이 K와 T와의 關係는 Monograph로도 나와 있고 必要에 따라 直接 計算해도 좋다.

以上과 같이 하여 再現期間에 對應하는 確率値를 求할 수 있다. 이 計算에 使用된 K의 값으로는 表—4.2의 값이 採用되고 있다.

表—4.2. K의 値

T	2	3	5	10	20	30	50	70	100	200	300	500	1000
K	−0,164	0,254	0,720	1,304	1,867	2,195	2,592	2,857	3,137	3,681	3,996	4,399	4,938

4.4 積率法(高瀨信忠의 方法)

雨量資料를 Hazen Paper에 Plotting한 경우 標本點은 어떤 直線의 周圍에 모이는 것이 普通이다. 이方法은 제일 適當한 理論直線을 갖기 위하여 (4.8)式을 다음 (4.11)式으로 修正된 式을 利用한 것이다.

$$\log_{10} x = \frac{\xi \sigma_o}{\sqrt{2}\,\sigma\xi} + \log_{10} x_o \cdots\cdots\cdots (4.11)$$

여기서 $\sigma\xi$는 標本數 N에 依해서 決定되는 값으로서 高瀨氏에 依해서 이미 나온 值를 補間法으로서 本計算에 應用했다.

表—4.3 σ_ξ의 値

N	8	10	11	13	14	15	16	19	28	29	31	41	45	52	53	100
$\sigma\xi$	0.6544	0.6632	0.6669	0.6720	0.6757	0.6777	0.6796	0.6836	0.6913	0.6918	0.6927	0.6962	0.6972	0.6986	0.6988	0.7027

4.5. Hazen 圖上 推定法

橫軸이 變量 x의 對數눈금, 縱軸이 超過確率 $W(\%)$로 表示된 對數確率紙(Hazen 紙)에 全資料를 다음 (4.12)에 依하여 Plotting한 다음 圖上에서 여러點을 代表할 수 있는 直線을 그어 各 再現期間別 確率値를 얻는 簡易法이다.

$$W(x_i) = \frac{2i-1}{N} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4.12)$$

여기서 N: 資料의 總數

i: 資料의 큰것부터의 順位

$W(x_i)$: 順位의 降雨量 x_i에 對應하는 超過確率

4.6 岩井法

日本에서 確率降雨量 算定方法으로 가장 널리 쓰여지고 있는 方法이다. 이 方法은 統計的인 母集團을 對數正規分布라 하여 頻度分布를 推定하고 이 積分曲線으로서 超過確率이 求해진다.

積分限值 $b=0$, $\sqrt{2}\xi''=t'$라 놓으면

$$W(x) = \frac{1}{2}[1-\phi(\xi'')]$$

但 $$\phi(\xi'') = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_o^{\xi''} e^{-\xi''^2} d\xi''$$

$$\xi'' = c[\log(x_i+b) - \log(x_o+b)]$$

윗식에서

$$W(x) = \frac{1}{2}\left(1-\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_o^{\xi''} e^{-\xi''^2} d\xi''\right)$$

$$= \frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_o^{\xi''} e^{-\xi''^2} d\xi''$$

$$= \frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_o^{t'} e^{-t^2}/_2\, dt' = \frac{1}{2} - \phi(t)$$

다음 그림—4.1 그림—4.2은 以上의 6種의 算定方法에 依한 確率降雨量의 適合度 檢定을 行한 大邱 60分과 서울 60分에 對한 實例이다.

4.7. 새로운 解析法(提案)

降雨資料를 水文統計學的으로 處理하여 여러가지 確率紙 即, 正規確率紙, n乘根(平方根, 立方根) 系列正規確率紙, 對數正規確率紙, Log($\log x$) 正規確率紙 및 Gumbel Paper 上에 地點別 및 降雨繼續時間別로 降雨量 資料를 直接 Plotting하여 그 分布狀態가 가장 直線化되는 確率紙를 選擇하여 이 確率紙上의 直線分布를 最適分型으로 設定하며 圖上에서 直接 確率降雨量을 摘出하는 方法이고 또한 確率紙上의 降雨量 分布에서 確率 W와 變量 x(降雨量)와의 相關關係를 利用하여 分布型式을 誘導할 수 있는 方法이다. 筆者는 上記의 方法으로 國內의 代表的인 6個地點(서울, 大邱, 釜山, 全州, 光州 및 木浦)에 있어서 降雨繼續時間 24時間以下에 對해서 確率降雨量 算定을 위한 分布型을 設定한 結果, 分布의 樣相은 서울, 釜山, 全州, 光州 및 木浦는 立方根正規分布 그리고 大邱는 平方根正規分布를 나타냄을 確認하였다. 이는 從來에 正規分布와 對數正規分布로 간주하던 降雨分布 형태가 適當하지 못함을 알려 주는 事實로서 注目되는 結果이다.

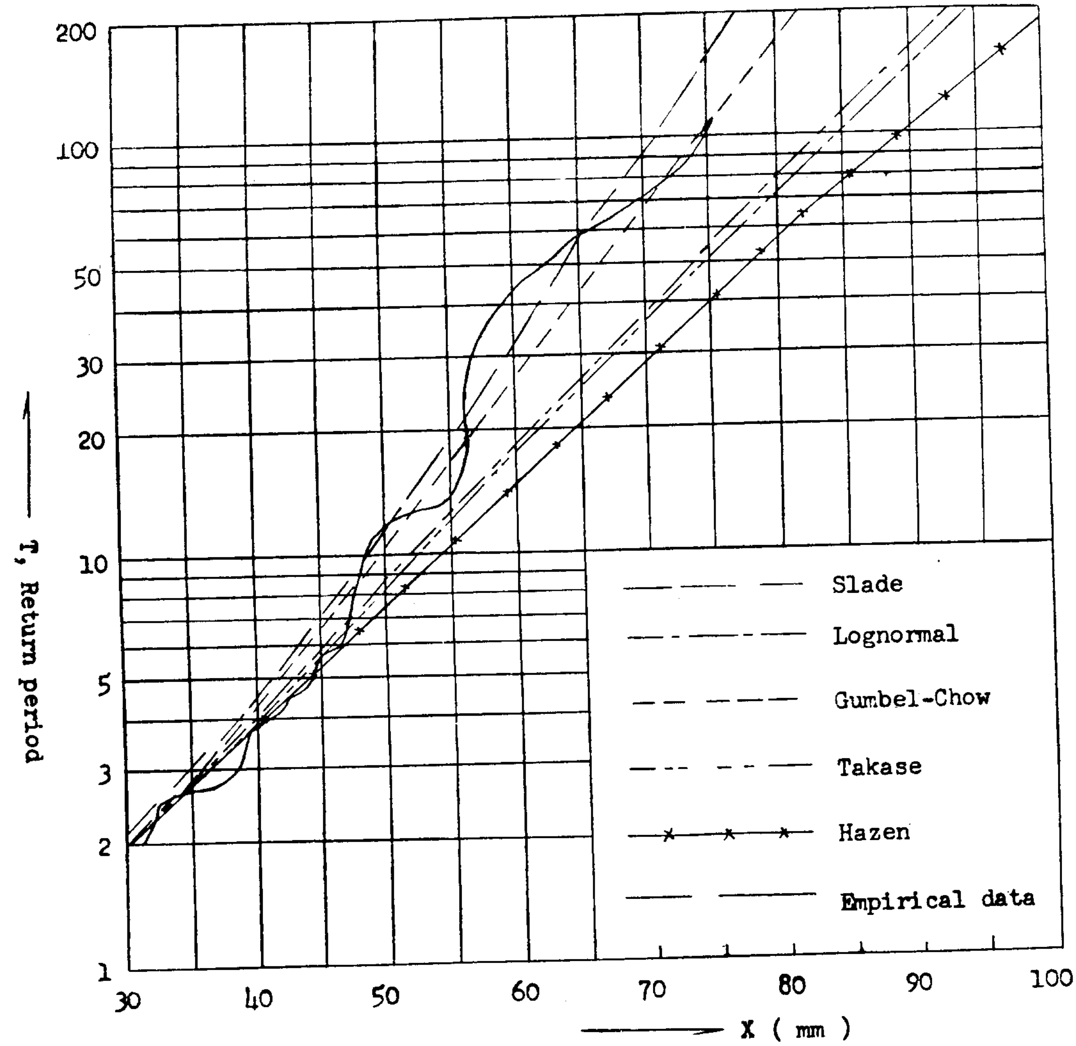
다음 그림—4.3~4.6은 서울과 大邱의 降雨繼續時間別 最適分布直線이다.

5. 各算定方法에 依한 確率降雨量의 比較 檢討

前記 4.에 記述된 確率降雨量 算定方法 中에서 國內에서 많이 使用한 代表的인 方法 6種 即 Slade 法, 對數正規法, Gumbel-Chow 法 積率法, Hazen 圖上 推定法 및 새로운 解析法에 依하여 確率降雨量을 算定하여 이 算定値에 대한 檢定을 實施하여 다음 3가지 경우로 나누어 考察키로 한다.

A. 基本資料의 Time Homogeneity와 有限小數인 資料의 異常値를 고려치 않은 경우 즉, 基本資料의 時系

TAEGU 60Min. Reliability test of rainfall probability.



列을 成立시키지 않고 棄却判是도 하지않은 경우(記錄年數 : 서울 1915～1964, 大邱 1916～1964)

B. 基本資料의 Time Homogeneity는 成立시켰으나 棄却判定을 하지 않은 경우(記錄年數 : 서울1915～1967 大邱 1916～1967)

C. 基本資料의 Time Homogeneity도 成立시키고 棄却判定[10]도 行한 경우(記錄年數 : 서울 1915～1969, 大邱 1916～1969)

A와 B의 경우는 Slade法, 對數正規法, Gumbel-Chow法, 積率法 및 Hazen圖上 推定法에 依한 確率降雨量을 算定하여 이들을 Hazen Paper上에서 檢定하여 實測值의 分布와 近似한 分布를 採擇하였다.

C.의 경우는 새로운 解析法에 依한 算定值이다. 上記 A, B, C, 의 各 境遇에 대하여 比較하여 보면 아래와 같다.

(1) 短時間(10分～24分)의 경우

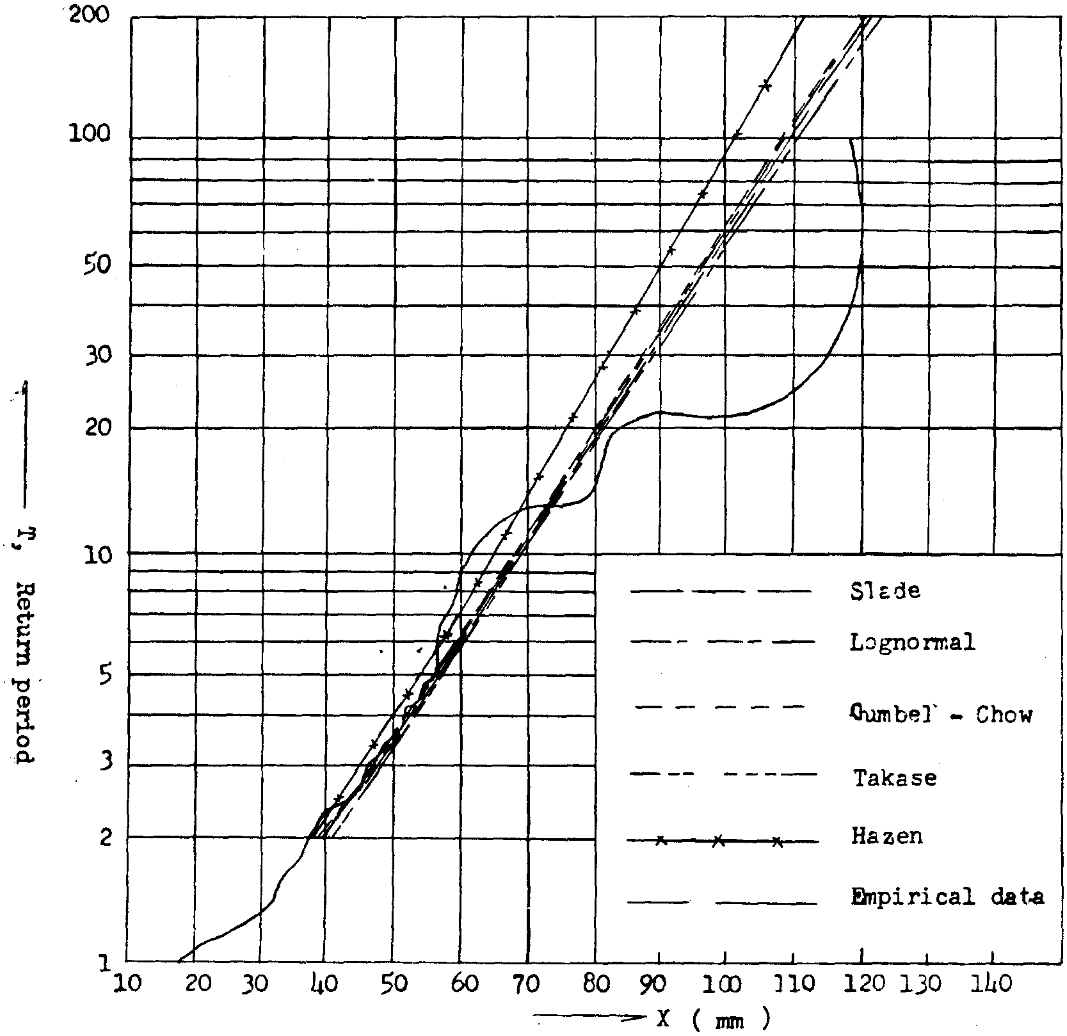
降雨繼續時間이나 再現期間의 增加에 따라 確率降雨量值의 크기 順位는 地點에 關係없이 아래와 같다.

$A<B<C$

(2) 長時間(4時間～24時間)의 경우(A, C만 比較)

(a) 同一한 再現期間에 있어서는 降雨繼續時間의 增

SEOUL 60 Min.



加에 따라서 確率降雨量值의 變動이 커진다.

(b) 同一한 降雨繼續時間에 있어서는 再現期間의 增加에 따라 確率降雨量值는 漸進되는 傾向이 있다.

(c) 크기 順位는 아래와 같다.

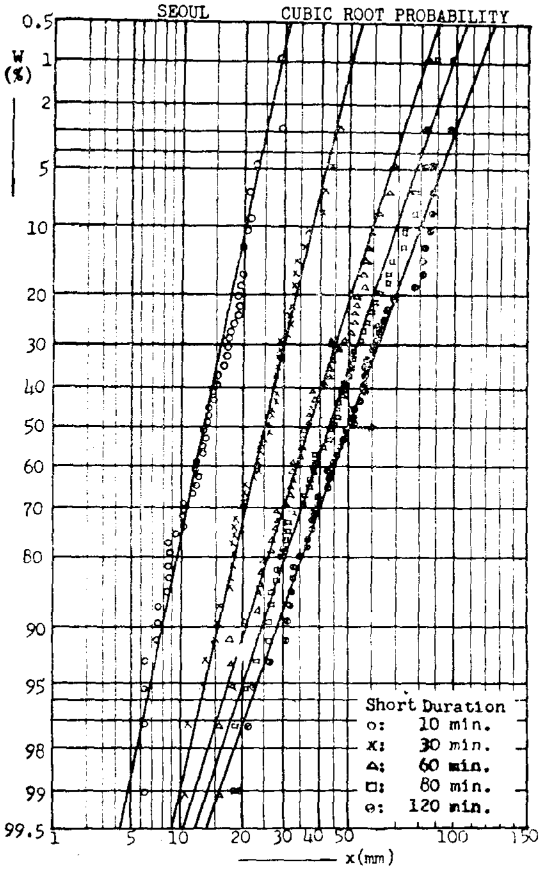
$A<C$

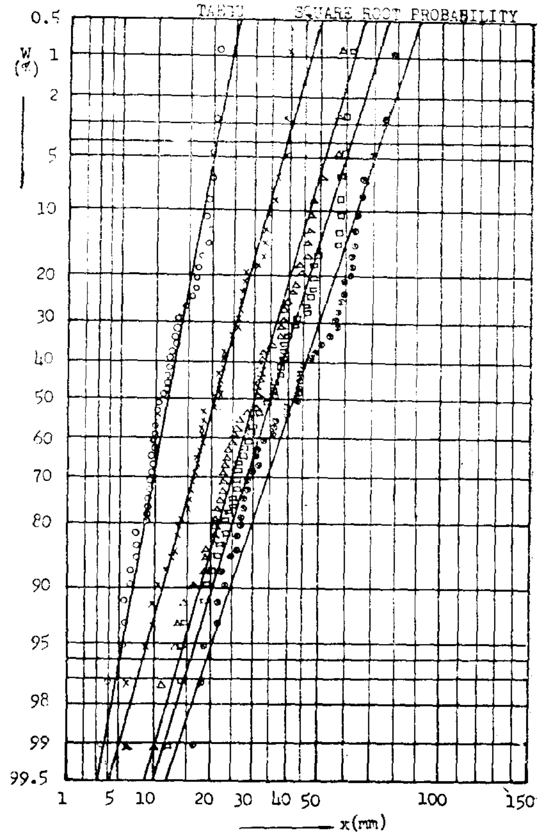
다음 表—5. 1은 確率降雨量 值의 比較表이다.

表—5. 1. 確率降雨量值의 比較表

1. 短時間

地點	강우계속시간(分) \ 記錄年數	A (1915年～1964年)					B (1915年～1967年)					C (1915年～1969年)				
		2	10	30	50	100	2	10	30	50	100	2	10	30	50	100
서울	10	15.70	27.91	35.76	39.47	44.60	14.10	25.49	32.40	35.48	39.61	14.0	20.5	24.8	26.0	29.0
	30	29.00	51.46	65.09	71.17	79.51	26.53	46.30	58.29	63.64	70.97	25.0	38.0	44.5	46.5	50.5
	60	40.56	76.09	100.53	112.40	129.19	39.21	69.98	88.66	96.98	108.40	38.0	60.0	70.0	76.0	82.0
	120	54.60	93.12	117.40	128.76	144.42	51.54	88.72	112.29	121.35	135.15	50.0	80.0	99.0	105.0	114.0



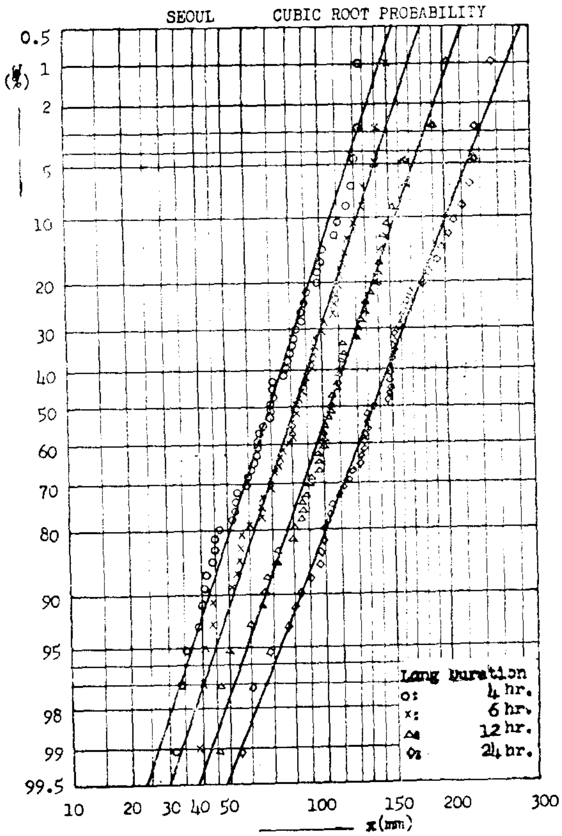


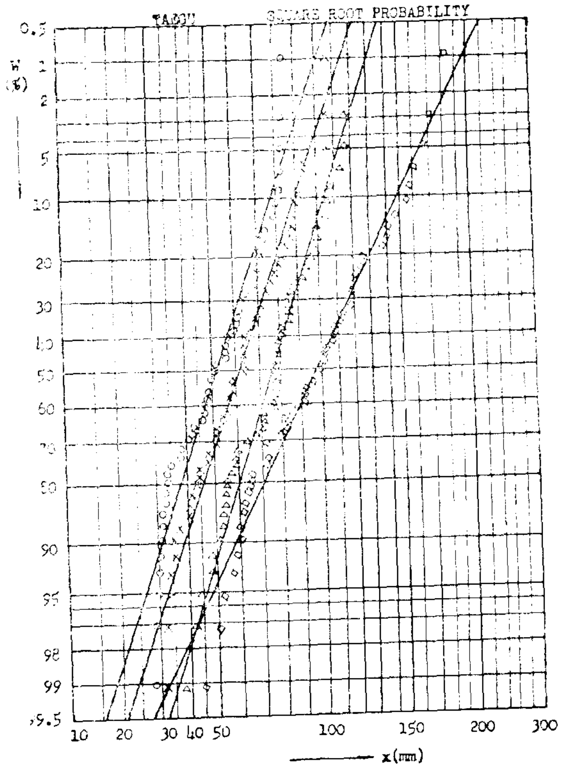
地點	記錄年數 / 再現期間年 / 강우계속시간(分)	A (1916年～1964年)					B (1916年～1967年)					C (1916年～1969年)				
		2	10	30	50	100	2	10	30	50	100	2	10	30	50	100
大邱	10	10.87	19.66	25.37	28.09	31.86	111.28	18.64	23.11	25.10	27.83	12.0	18.0	21.0	22.5	24.5
	30	20.22	35.62	44.97	49.13	54.85	21.46	35.50	44.63	48.69	54.27	20.5	34.5	40.0	43.5	46.5
	60	28.89	50.13	62.95	68.84	76.86	29.80	49.48	61.42	66.74	74.05	30.0	47.0	53.0	59.5	62.0
	120	39.71	68.71	85.54	93.45	103.21	40.50	67.13	83.29	90.48	100.36	42.5	64.0	73.0	79.0	85.5

2. 長 時 間

地點	記錄年數 / 再現期間年 / 降雨繼續時間시간	A (1915年～1964年)				C (1915年～1969年)			
		10	30	50	100	10	30	50	100
서울	4	115.16	140.46	152.01	167.68	106.0	120.5	133.0	144.0
	6	136.60	167.08	181.02	199.95	120.5	148.0	157.5	170.0
	12	166.68	201.34	217.06	238.29	156.0	181.0	191.0	207.0
	24	211.64	257.81	278.87	307.41	201.0	236.0	254.0	272.0

地點	記錄年數 / 再現期間年 / 降雨繼續時間시간	A (年1916～1964年)				C (1916年～1969年)			
		10	30	50	100	10	30	50	100
大邱	4	83.74	102.98	111.81	123.82	77.5	90.0	95.0	100.2
	6	95.00	116.05	125.66	138.71	90.0	100.5	107.0	115.0
	12	112.94	134.20	143.72	156.50	104.0	121.0	123.0	130.0
	24	154.16	188.73	204.55	226.04	149.5	171.0	182.5	198.0





9. 結 論

本稿의 內容을 綜合하여 列擧하면 아래와 같다.

1. 確率降雨量算定에 있어서의 降雨量에 關한 基本資料로서는 每年最大値만으로서 足하며 實施面에서의 活用上 支障이 없다고 본다.

2. 基本資料의 統計處理에 있어서는 Time Series를 成立시키고 異常 資料値에 對한 棄却判定을 加함이 妥當하다.

3. 確率降雨量 算定에는 各 地點別로 最適 地點雨量分布型을 먼저 決定하고 그 最適分布型에 符合되는 統計處理過程을 밟어야 한다.

4. 本稿에서 採擇한 2個地點의 地點雨量分布型 檢定結果로는 서울地點이 立方根正規分布型에 屬하며 大邱地點은 平方根正規分布型을 提示하고 있다.

〈註〉 釜山, 全州, 光州 및 木浦地點의 分布型도 立方根 正規分布型을 提示한다[6].

5. 各 地點別 降雨特性과 最適分布型 設定結果로 보아 旣往의 最大値 爲主의 確率降雨量 算定方式보다 本稿에서 記述한 5. (各種 算定方法에 依한 確率降雨量의 比較檢討)에서 (*C*)方法이 가장 合理的이며 妥當한 方法이라고 생각된다.

參 考 文 獻

1. 岩井重久，石黑政儀： 應用水文統計學． 森北出版，p. 57～p.63，p.50～92，日本，1970

2. 角屋睦：雨量分布とその年 最大値の分布，京都大學防災硏究所年報，第 4 號 p.6，p.10 京都大學防災硏究所，日本，1961

3. 李元煥，李吉春：우리나라 地點雨量資料의 分布型設定에 關한 硏究(其1)，大韓土木學會誌，第19卷 第1號，p.29～30， 1971

4. 崔榮博：水文學에 있어서 對數正規分布에 關한 順序統計學的 方法，大韓土木學會誌 第10卷，第 2 號 p.36

5. 李元煥：中小河川 및 都市下水道計劃 設計에 必要한 確率降雨强度式의 誘導，大韓土木學會誌，第16卷 第 3 號 p.2， 1969.

6. 李元煥：우리나라 地點雨量資料의 分布型 設定에 關한 硏究(其2)，大韓土木學會誌 第19卷 第 2 號 p. 19～p.28， 1971

7. 李元煥：國內地方別 降雨特性과 確率雨量 算定에 關한 硏究，延世大學理工大學 p.5～p.9，1967
大韓土木學會誌 第16卷 第 4 號 p.2， 1969.

8. 岩井重久，石黑政儀：應用水文統計學，森北出版 p.73～p.75，日本 1970.

9. VEN TE CHOW：Hand Book of AppliedH ydrology, McGraw-Hill Book Co. 8—10～8—13 U.S.A. 1964.

10. 本間仁，春日尾伸呂：次元解析・最小乘法と實體式 コロナ社，p.138～p.139，日本 1965.