

大興池流域의 代表降雨量觀測所

選定에 關한 考察

A Study on the Representative Rainfall Station for the Dae Hong Catchment Area.

池 光 夏

I. 概 要

本稿는 禮唐土組 大興池洪水調節에 必要한 流域內의 代表觀測所選定에 關하여 解析한것이다.

流域內外에 9個所의 觀測所(2個所는 自記雨量計)를 設置하고 1963年부터 觀測을 實施한 以來, 1965年 10月까지 一降雨雨量 10mm 以上の 50個降雨를 對象으로 分析하였다. 流域內의 水文學的 諸要素를 內包한 降雨狀態를 分析한다는 것은 容易한일이 아니라고 생각된다. 이곳에서는 水文學的 諸要素에 關한 基本的인 研究를 避하고 다만 洪水豫報나 大興池의 Tainter Gate의 操作에 必要한 迅速한 流域平均降雨量을 算出할 수 있는 適合한 代表觀測所를 選定하는데 끝맺으며 또한 現在設置되어있는 觀測所 觀測值의 眞值에 對하여 어느 程度의 誤差를 內包하고 있는가 를 分析하는 同時에 眞值(標準偏差 1%內外)를 捕捉하기 爲하여서는 몇 個地點의 觀測所가 必要한가를 考察하여 보았다.

II. 雨量觀測所의 配置

水文學的 諸要素를 內包하고 있는 降雨를 正確히 捕捉한다는것은 힘드는 일이다. 如何히 配置하여야만 眞值에 가까운 값을 測定할 수 있느냐에 對하여서는 降雨의 分布狀態에 關한 基礎知識이 必要하다.

降雨의 分布狀態라 함은 一般的으로 時間的 分布와 場所的 分布 등으로 매우 複雜한 狀態를 이루고있기 때문이다. 時間的 分布라함은 時間別降雨

量의 分布狀態를 말하는것으로 一般的으로 降雨는 初期에서부터 終了時까지 同一한 強度로 分布되는것이 아니며 強弱이 있는것이다. 또한 場所的 分布라함은 場所에 따라 降雨量의 差가 있는것으로 平地와 山地에 따라 그 降雨量이 差가 나타나는 同時에 平地에 比하여 山地에서는 場所的 分布의 差가 더욱크게 나타나고 있는것이다.

只今 雨量觀測所를 配置함에 있어서 觀測目的이 어디에 있느냐에 따라 그 配置方法을 달리하지 않으면 아니되나 一般的으로 配置上 유의할점은

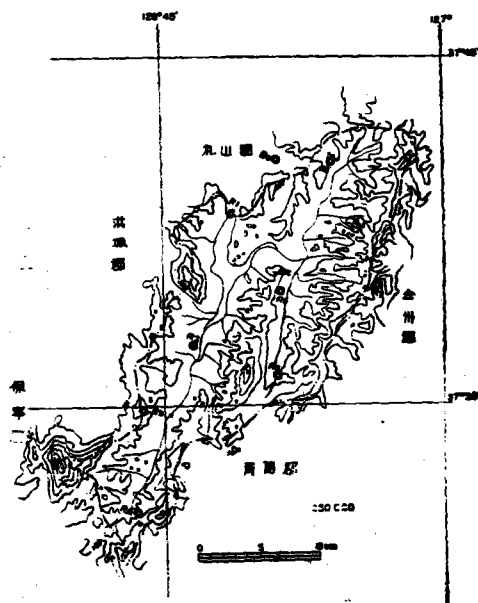


圖 1 地形 및 觀測所 配置圖

流域內의 一降雨雨量의 全體量을 捕捉함과 同時에 降雨의 時間的變化도 捕捉할것을 考慮하여 配置하는것이 理想的이다.

本地區의 目的은 時間的 分布도 分布이러니와 流域平均降雨量을 眞值에 가깝게 算定할 수 있어야 되기때문에 場所的分布에 重點을두었다. 또한 觀測配置에 考慮해야될 點은 流域平均降雨量을 計算함에 있어서 그 方法如何에 依하여 配置場所를 考慮해야 되는것이다.

以上 몇가지 問題點을 考慮하여 本地區에서는 平均降雨量 算定을 thiesen method 로서 算定키로하고 다음 圖1과 같이 觀測所를 配置하였다.

Ⅲ. 降雨資料

9 個觀測所의 1963 年 8 月부터 1965 年 10 月까

지 觀測한 資料中에서 一降雨雨量 10mm 以上の 降雨 50 個를 基本資料로서 擇하였다. 降雨量中에서 一降雨雨量을 擇한 理由는 다음과 같다.

- ① 日降雨量은 前日과 當日의 誤記가 많다.
- ② 洪水豫報에 따르는 災害防止調査이므로 流出量과의 關係가 깊기때문에 連續降雨量을 擇하였다.
- ③ 連續降雨期間中에는 雨量強度가 急激한 變化의 影響이 없을뿐아니라 降雨量全體에 對한 量의 數值가 安定하기때문이다.

50 個의 降雨量을 觀測所數를 減하여가며 平均降雨量의 算定法別로 計算한 結果 다음 表1 과 같다. 表中에서 2 個所를 3 種類로 區分選擇하여 比較했다.

表 1 流域平均降雨量表

區分 觀測所數 降雨月日	ARITHMETIC METHOD						THIESSEN METHOD					
	9	6	3	*	**	***	9	6	3	*	**	***
1963												
8. 13	13.5	11.8	8.1	7.9	11.9	9.1	15.1	12.4	8.6	8.7	12.2	9.1
8. 14~15	20.0	18.8	18.8	19.7	23.7	18.7	19.8	19.3	18.8	20.0	24.0	18.5
8. 20~22	27.3	29.4	27.1	34.5	37.4	23.5	25.6	28.0	25.9	34.3	26.6	22.3
8. 30	63.3	60.2	61.6	60.7	61.6	66.9	62.1	59.5	64.3	64.6	60.8	66.6
9. 24~25	26.9	24.1	30.2	32.1	16.3	25.8	27.2	23.1	28.0	29.4	16.2	25.8
10. 15	12.6	13.6	15.8	13.2	10.2	14.7	13.1	13.7	15.0	11.2	10.4	15.4
11. 6~7	16.5	16.2	14.7	14.4	17.5	10.1	16.5	16.3	15.4	14.4	17.6	16.0
12. 5~7	31.7	31.8	32.2	23.1	23.1	32.6	32.6	31.0	31.8	19.8	24.1	34.6
1964												
1. 11~12	23.8	26.1	31.9	25.7	21.7	32.9	23.9	26.1	31.9	24.1	21.7	34.1
1. 28~31	20.0	27.6	25.2	26.7	20.2	24.7	20.3	25.4	25.2	26.5	19.6	24.5
2. 5~10	45.4	45.3	42.5	44.3	47.9	41.6	44.1	44.5	42.2	44.7	48.3	41.3
3. 15	10.6	10.2	10.1	11.0	9.7	10.5	10.7	10.3	10.8	10.4	9.9	10.7
3. 19	30.8	30.7	32.5	23.1	33.4	33.1	30.9	31.4	32.8	33.7	33.2	32.9
4. 3~6	53.5	56.5	52.6	51.8	60.1	51.4	54.3	57.4	51.9	50.5	61.5	51.7
4. 14~19	272.7	274.3	288.0	303.1	264.6	262.4	274.9	277.7	280.0	279.1	266.7	264.4
4. 21~22	38.6	35.6	27.0	22.8	37.4	32.0	40.0	35.7	29.2	25.1	38.3	32.4
4. 25	22.8	22.9	24.3	25.0	22.6	24.1	22.4	22.7	24.2	25.0	22.3	23.9
4. 30~5. 1	75.1	76.8	72.3	74.6	74.1	71.5	73.5	75.4	72.2	74.8	74.0	71.0
5. 9	37.3	35.9	33.1	35.9	30.1	33.2	37.2	36.0	35.6	39.9	平37.8	32.4
5. 17	52.1	54.6	52.3	47.9	56.9	58.5	52.0	54.8	55.1	49.7	57.3	59.0

5. 21	31.4	31.6	28.1	27.3	30.9	29.1	31.7	31.4	38.5	27.8	31.2	29.2
6. 1 ~ 2	25.4	26.8	26.5	27.7	21.2	23.0	25.8	26.4	24.8	25.4	21.0	23.2
6. 30~7. 2	52.4	49.2	48.2	47.0	46.0	41.5	54.2	49.2	44.8	41.3	47.5	42.5
7. 7 ~ 8	28.9	30.2	20.4	25.9	22.7	20.9	27.8	27.2	21.1	28.5	21.5	19.6
7. 11	67.8	68.0	59.1	58.4	59.7	61.6	69.0	67.4	60.3	60.1	59.3	61.5
7. 13~18	144.3	133.0	112.0	117.4	138.0	126.8	146.8	134.4	120.2	131.0	138.0	124.8
7. 23~24	46.2	46.6	50.1	50.5	60.9	52.6	46.2	50.6	51.4	52.4	61.5	52.3
7. 28~29	77.4	82.3	73.0	67.5	73.8	65.2	82.2	83.8	71.1	63.0	75.8	71.8
8. 19	25.7	19.7	27.9	36.0	20.6	16.5	25.0	22.8	22.9	30.4	20.4	19.4
8. 31~9. 4	96.7	93.9	93.2	88.2	86.4	94.6	98.9	93.1	93.5	87.4	86.5	95.6
9. 8	50.5	52.2	45.6	36.6	52.8	47.0	53.5	53.2	45.6	34.1	55.4	48.9
9. 12~14	45.2	46.8	45.7	48.8	47.9	43.2	43.3	45.5	47.3	52.4	46.9	47.3
9. 17~18	60.9	60.3	63.6	68.5	63.3	62.2	58.2	53.4	63.2	69.3	62.5	61.2
10. 4	21.5	20.5	21.9	21.2	21.0	23.8	20.9	20.3	22.9	22.5	22.3	23.8
10. 19~20	27.2	27.8	27.9	28.7	27.9	27.9	25.5	27.7	27.9	28.8	27.6	27.8
11. 4~ 5	15.6	13.9	17.2	16.4	12.6	16.0	15.5	13.9	16.4	16.0	12.6	16.4
11. 10~13 1966	26.6	25.9	28.8	27.5	26.9	24.0	27.0	26.4	26.3	23.8	28.4	24.7
1. 10~15	33.2	34.8	34.9	29.9	38.1	43.5	31.6	34.0	39.0	34.8	37.6	43.6
4. 21~23	18.7	17.8	17.8	17.7	20.2	17.1	18.7	17.8	18.1	17.1	20.6	17.2
4. 27~29	15.5	16.3	16.2	16.1	16.2	14.9	16.5	16.4	15.5	15.1	16.5	15.0
6. 13~16	30.3	32.3	44.9	51.4	35.7	34.4	27.6	32.2	40.2	52.7	34.1	33.0
7. 3 ~ 4	64.1	68.3	65.1	64.3	61.1	59.8	64.3	67.6	62.4	59.5	62.0	60.6
7. 7 ~11	177.3	177.8	175.2	175.2	164.4	166.1	176.8	175.1	170.6	166.7	165.8	167.5
7. 13~16	167.6	165.0	160.1	151.0	167.6	162.1	168.1	165.8	160.3	181.1	169.6	163.7
7. 18~21	106.4	106.1	107.5	106.7	79.9	100.5	106.1	101.3	104.7	100.8	78.6	101.5
7. 25~26	17.4	18.8	17.6	11.2	8.5	17.5	17.9	17.8	17.6	9.3	8.8	19.9
7. 28~29	11.7	12.1	14.3	9.6	7.2	12.4	13.7	12.7	13.0	6.1	7.9	13.7
8. 20~23	24.9	39.5	42.9	50.2	37.9	35.6	31.8	37.7	39.7	47.2	37.4	34.8
8. 28~39	60.1	56.6	63.6	64.1	52.0	65.6	58.2	54.3	64.6	65.8	50.2	65.2
10. 13~15	14.1	14.0	14.6	15.0	11.2	12.9	14.2	13.6	13.8	13.8	11.1	13.0

* R₁ R₂ 를擇합
 ** R₁ R₂ "
 *** R₁ R₂ "

IV. 平均降雨量計算

表 2 降雨繼續日數

繼續日數	1	2	3	4	5	6	計
資料數	13	15	9	7	2	4	50

流域內의 平均降雨量을 現段階에서 얻을 수 있는 方法中에서 가장 올바르다고 생각하는 平均降雨量을 眞值라 假定하여 分析比較하는 方法 以外에는 없다. 따라서 9個所의 雨量觀測值로서 計算한 平均雨量을 基準流域 平均降雨量이라고-

thiessen 法에 의한 平均降雨量을 擇했다. 이곳의 平均降雨量 計算法을 略述하면 다음과 같다.

1) 等雨線法(Isohyetal Method)

本 方法은 等降雨量線을 作圖하여 그 線間의 面積을 求하고 降雨量에 乘하여 合計하여 求하는 方法이다. 只今 等降雨量線間의 面積을 各各 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$, 라 하고 그 面積의 降雨量을 各各 $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$, 라 하면 平均降雨量 P 는 다음과 같다.

$$\bar{P} = \frac{A_1 P_1 + A_2 P_2 + \dots + A_n P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

本 方法은 아직 確實한 理論이나 實驗의 根據가 있는 方法이 아니며 等降雨量線을 作圖함에 있어서도 個人差가 甚한것을 避할 수 없는 難點과 우리나라에서와 같이 比較의 地勢의 變化가 甚한 處에서는 適合性이 他方法에 比較하여 稀薄한것이다.

2) 算術平均法(Arithmetic method)

單純히 觀測點의 雨量觀測值에 重點을 두어 平均하는 方法으로서 支配面積이 同一하다고 前提하고 보는 어디까지나 客觀的인 方法이다. 各 觀測所의 降雨量을 $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ 라하고 觀測所數를 n 라 할 때 平均降雨量은 다음 式에 依하여 計算한다.

$$\bar{P} = \frac{(P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n)}{n}$$

3) THIESSEN 法 (thiessen method)

本 法은 各 觀測所는 同一한 Weight를 갖었다고 前提하는 方法으로서 相互 觀測所의 支配力은 그點을 연결하는 直線의 垂直 2等分線으로 나눈다. 觀測所의 降雨量을 $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ 라 하고 W 을 Thiessen 係數로서 $\frac{A_i}{A}$ 로 表示하면 平均降雨量은

$$\bar{P} = W_1 P_1 + W_2 P_2 + \dots + W_n P_n$$

로 表示된다. 觀測所數가 적으면 算術平均法보다 좋은 平均值을 算定할 수 있으며 客觀的인 方法으로서 個人誤差가 없다. 이 方法은 觀測點의 高度나 位置의 良否에 따라 精度의 差가 甚히 나타나므로 觀測所의 設置時에 注意깊게 位置를 選定해야 한다.

4) 其他方法

上記 1), 2), 3), 方法이 主된 方法이나 以外

地形因子를 基礎로한 各種方法이 研究되고 있다. 實際적으로 正確한 流域平均 降雨量이라함은 可能한 限 正確한것이라는 意味로 끝나는것이며 過去의 記錄值를 가지고 分析한것은 絕對的인 意味로서 正確하다고 볼 수 없는것이다. 故로 可能한 限이란 말은 流域內에 可能한 限 多數의 觀測所를 設置하여 觀測하지 않으면 아니되는 意味이나 實際問題는 經濟的인 問題를 隨伴하지 않을 수 없는 點이 남아있는 것이다.

本 流域의 連續降雨量의 平均值를 算術平均法에 依한 平均降雨量과 Thiessen 方法에 依한 平均降雨量과의 相關圖를 作成한 結果 圖2와 같으며 相關係數(Coefficient of Correlation) $r=0.999$ 로 서 거의 1에 가까우므로 어느 方法을 求한다 하여도 本 流域에서는 그 差異性을 認定할 수 없다고 보겠으나 後述하는 偏差計算에 依하면 Thiessen 法이 算術平均法보다 偏差가 작어 優勢하다는것이 證明되었다.

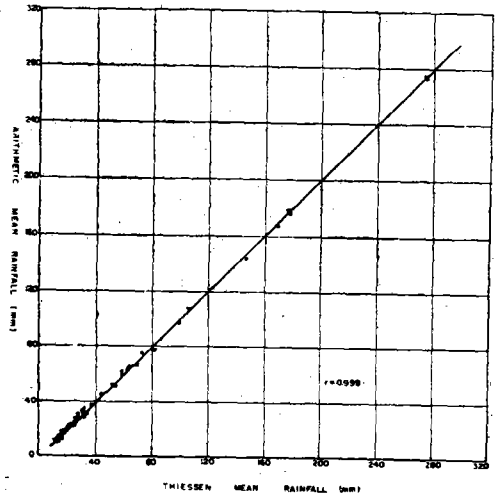


圖 2 算術平均對 Thiessen 平均

V. 代表觀測所의 選定

流域內의 代表觀測所의 必要性을 略述하면 下記와 같다.

- 1) 洪水豫報에 對한 流域平均降雨量을 算出하기 爲하여 有效한 연락觀測所가 必要할 境遇
- 2) 簡易觀測所가 多數設置되어 있으나 代表點에 小數의 自記雨量計를 設置할 計劃일 境遇

3) 現在에는 觀測所數가 多數 있으나 過去의 觀測所數가 小數이었을 때의 平均降雨量을 正確히 알아보려할 境遇

4) 流域의 平均降雨量을 迅速히 算定할 境遇

5) 經費節約을 爲한 一定程度의 平均降雨量을 推算하기 爲한 觀測所數를 削減하려할 境遇
 以上과 같은 條件을 滿足시키기 爲한 手段으로서 代表點은 그 流域의 降雨分布狀態가 平面分布 即 場所의 分布나 時間의 分布가 降雨의 原因이나 地形에 따라 複雜해지므로 小流域에서는 1~2 個가 必要하겠으나 大流域에서는 最少 3 點以上 必要하다. 小流域이라함은 同一流域內에 있어 降雨의 特性이 發見되지 않는 程度의 流域의 크기를 뜻하는 것이다.

代表點으로서는 各降雨의 分布狀態에 對한 降雨量의 傾向度가 잘 나타나는 地點을 擇하여야하며 大流域에서는 分割地域內마다의 代表點이 必要한 것이다. 또한 流域內의 平均面積高度地帶에 가까운 場所라야하며 觀測所地點 附近의 地形狀態가 比較的 變化가 적은곳을 擇하여야한다. 大流域에서는 降雨分布의 時間的 差를 測定할 수 있는(代表點 2點 以上 設置할 境遇) 場所와 通信이 可能한 場所를 擇하지 않으면 아니된다.

一般的으로 代表點의 選定方法으로서 高度에 依한 降雨量이 一次式으로 表示되는 條件下의 流域內에서 流域平均面積 高度地點의 降雨는 流域平均降雨量과 같다는 것으로 그 地點을 代表點으로 選定하는 方法과 流域內의 上昇氣流를 考慮한 降雨分布의 標準偏差에 依한 方法으로서 降雨의 分布가 地形에 依하여서 分布한다는 假定下에 上昇氣流가 發生하는 地域的 分布를 求하고 流域을 分割하며 各各代表點을 選定하는 方法이 있다.

또한 方法으로서 地點雨量과 平均降雨量과의 關係로서 代表點을 選定하는 方法으로 地點雨量/平均降雨量의 標準偏差를 利用하여 偏差의 最小地點을 選擇하는 方法이 있으며 相關係數의 分析에 依한 相關係數法도 있다.

本稿에서는 標準偏差分布圖法과 相關係數法에 依한 方法을 比較檢討하여 代表點을 決定하고자 한다.

a. 相關係數法에 依한 代表點의 選定

基準流域平均降雨量을 9 個地點의 資料로 計算된 Thiessen 法에 依한 平均降雨量으로 定하고 이

를 Y 軸에, X 軸에는 各觀測所의 地點降雨量을 polt 하여 最少自乘法에 依하여 方程式을 誘導했다. 또한 이들 相互間의 相關係數를 算出한 結果表 3과 圖 2와 같다.

表 3 觀測所別 相關係數 및 方程式

區分 觀測所	相關 係數	順 位	方 程 式	備 考
R ₀	0.901	9	$Y=1.082X+2.52$	Y=平均降雨量 X=地點雨量
R ₁	0.979	2	$Y=1.047X+0.744$	
R ₂	0.977	3	$Y=0.958X+0.261$	
R ₃	0.972	5	$Y=0.864X+0.264$	
R ₄	0.931	8	$Y=0.971X+1.100$	
R ₅	0.994	1	$Y=0.984X+1.043$	
R ₆	0.976	4	$Y=1.036X-1.345$	
R ₇	0.952	7	$Y=0.963X-1.287$	
R ₈	0.959	6	$Y=1.151X-5.12$	

上記 表에서 相關係數가 第1位인 R₅의 0.994와 第2位인 R₁의 0.979가 代表觀測地點으로 適合한 것이다. 上述한 바와 如히 代表觀測點은 水文氣象學的으로 良好한 地點이라고 하지만 流域平均降雨量을 迅速히 算定하여 流入量豫報나 洪水豫報가 主된 目的이므로 運用上 困難을 超來하여서는 아니된다는 點으로부터 R₅ 點보다는 R₁ 地點이 適合하므로 R₁ 地點을 選定한다.

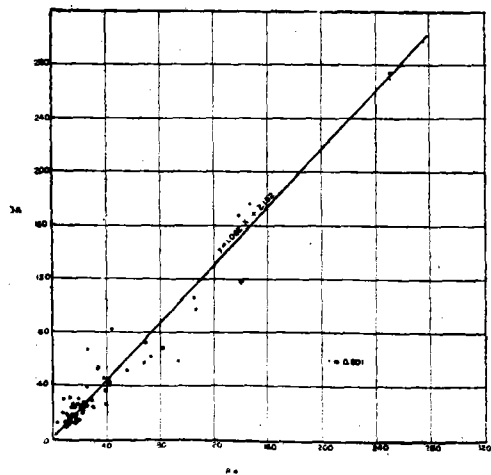


圖 2~1 流域平均對 R₀ 點雨量相關圖

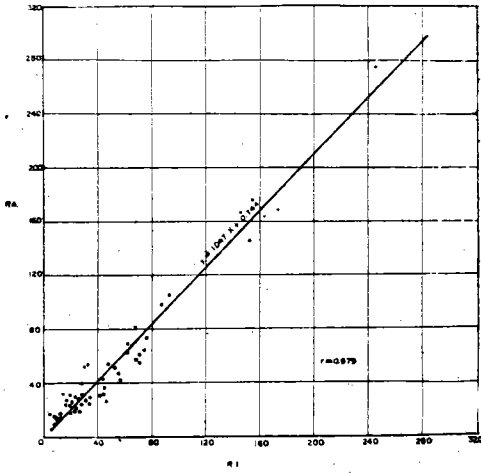


圖 2~2 流域平均對 R_1 點雨量相關圖

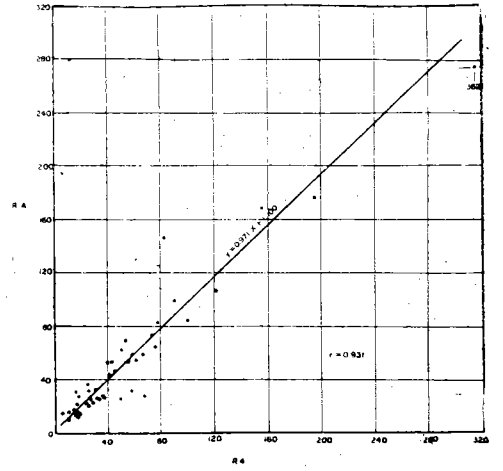


圖 2~5 流域平均對 R_4 點雨量相關圖

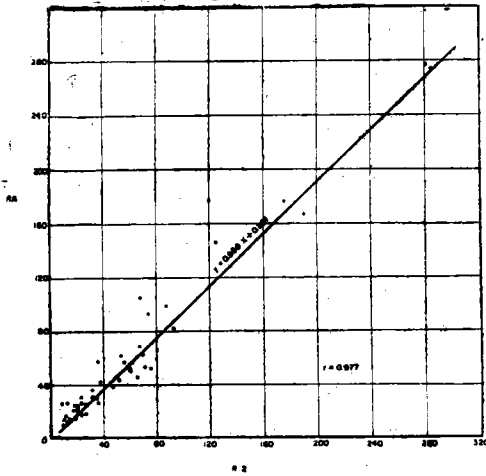


圖 2~3 流域平均對 R_4 點雨量相關圖

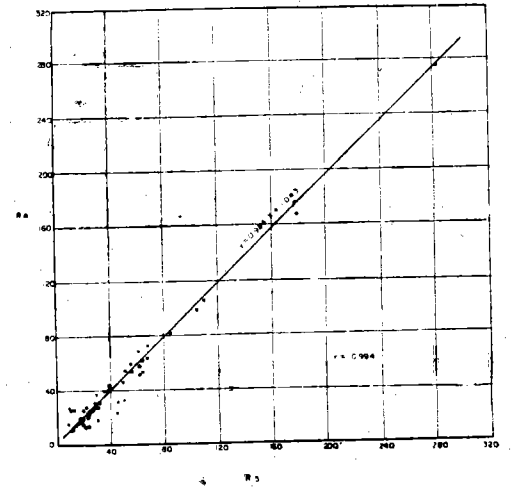


圖 2~6 流域平均對 R_3 點雨量相關圖

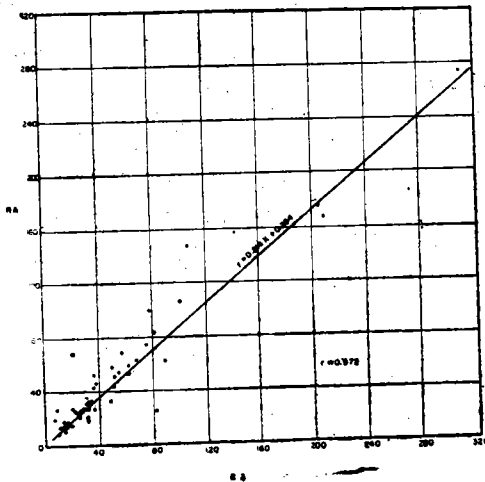


圖 2~4 流域平均對 R_3 點雨量相關圖

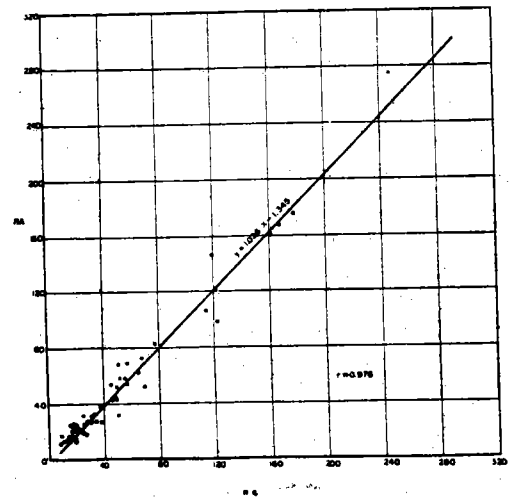


圖 2~7 流域平均對 R_3 點雨量相關圖

表 4 標準偏差表

觀測所	R ₀	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
偏差	0.31	0.25	0.24	0.29	0.37	0.29	0.25	0.41	0.33

上記 2 個方法에 依하여 그 結果值를 比較檢討하면 觀測所 R₁, R₂, R₅ 및 R₉의 4 個所가 代表點으로 選定可能性이 큰것이나 現在 R₁ 地點은 大興池의 堤塘이며 降雨量計 亦是 自記雨量計가 設置(組合에서 設置)되어 있을뿐 아니라 禮唐土組의 出張所職員이 管理하고 있어 管理通信面으로 매우 適合한 場所임으로 代表觀測所로 選定할것을 勸하고 싶다.

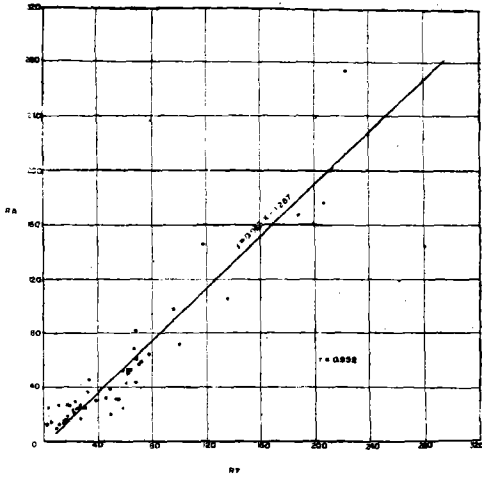


圖 2~8 流域平均對 R, 點雨量相關圖

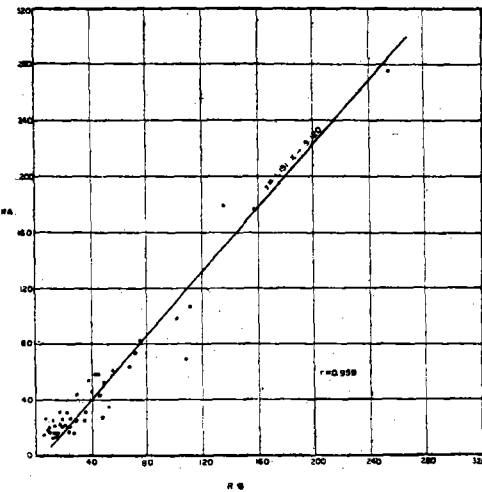


圖 2~9 流域平均對 R, 點雨量相關圖

b. 標準偏差分布圖法에 依한 代表點의 選定

流域平均降雨量을 A₁, 地點降雨量을 各各 P₁, P₂, P₃.....P_n 라하고 P₁/A, P₂/A, P₃/A.....P_n/A을 計算하고 이에 對한 標準偏差를 計算하여 等偏差線으로서 分布圖를 作成하였다. 圖 3 과 같이 流域의 中央部를 걸쳐 R₁ 觀測所地點 附近까지 標準偏差 0.25의 範圍內에 들어 上記에서 算出한 相關關係法에 依하여 求한 代表點과 잘 合致된다.

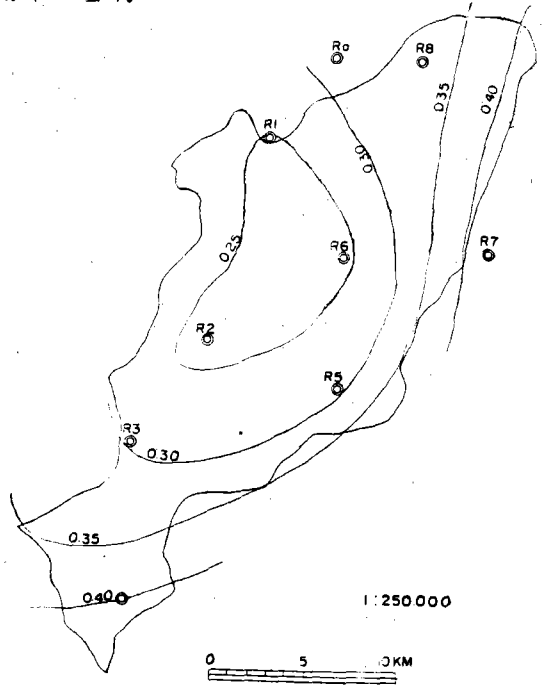


圖 3 標準偏差分布圖

VI. 相關關係의 分析

流域內의 降雨量觀測所 相互點雨量 關係를 分析하며 點雨量의 缺測問題를 解決하는 同時에 流域內의 水文學的判斷을 圖謀하고자 觀測所 9 個所의 資料로서 다음 式에 依하여 相互間의 相關係數를 求하고 相關係數를 區分하여 關係圖를 作成하여 보았다.

$$r = \frac{\sum (xi - \bar{x})(yi - \bar{y})}{\{\sum (xi - \bar{x})^2 \sum (yi - \bar{y})^2\}^{1/2}}$$

表 5

相 關 係 數 表

觀測所	R ₀	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
R ₀	1.000	0.924	0.863	0.689	0.791	0.848	0.888	0.851	0.772
R ₁		1.000	0.958	0.927	0.913	0.942	0.957	0.937	0.901
R ₂			1.000	0.977	0.954	0.935	0.932	0.905	0.833
R ₃				1.000	0.950	0.970	0.992	0.916	0.851
R ₄					1.000	0.952	0.908	0.869	0.809
R ₅						1.000	0.977	0.984	0.863
R ₆							1.000	0.919	0.851
R ₇								1.000	0.814
R ₈									1.000

點雨量의 缺測을 補充함에 있어서 Thiessen 法을 使用했을 境遇에는 缺測時마다 Thiessen polygon을 다시 作圖하여 補充했고 算術平均法에 있어서는 이를 無視하였으나 이들은 合理的인 方法이라고 생각할 수 없다. 故로 各點觀測所間의 相關關係의 強度를 考慮하여 補充함이 合理的인 方法이라고 생각한다.

表 5에서 볼 수 있는 바와 같이 觀測所間의 相關(平均降雨量을 除外) 0.75 以上으로 全流域內의 差이는 別로 發見할 수 없으나 細分하여 考察하여 본 結果 相關係數 0.95~1.00 (26%), 0.90~0.95 (37%), 0.85~0.90 (2%), 0.80~0.85 (9%), 0.75~0.80 (5%), 0.75~ (3%) 로서 高度相關을 表現해 주고있다. 이를 證明하기 爲하여 相關關係의 存在檢定을 해둘 必要가 있어 0.80인 境遇에 對한 檢定計算을 해본 結果 다음과 같다.

$$per = 0.6745 \frac{1-r^2}{\sqrt{N}}$$

式에서

r = 相關係數

N = 資料數

per = 0.034332 로서 相關關係의 存在는 再論할 必要가 없이 確實한것이다. (per > r 인 境遇 相關의 存在가 不確實하며 6 per ≤ r 면 存在가 確實하다)

圖 4에서 볼 수 있는 바와 같이 普遍的으로 相關關係가 좋으며 그 方向性이 뚜렷이 나타나지는 않지만 東西間의 相關이 좋으며 南北의 相關이

좋지않음이 發見되어 어느 程度 方向性을 인정할 수가 있다는것을 알겠으나 確實하지 않는 理由는 流域의 크기가 적다는데서 오는것이라고 생각된다.

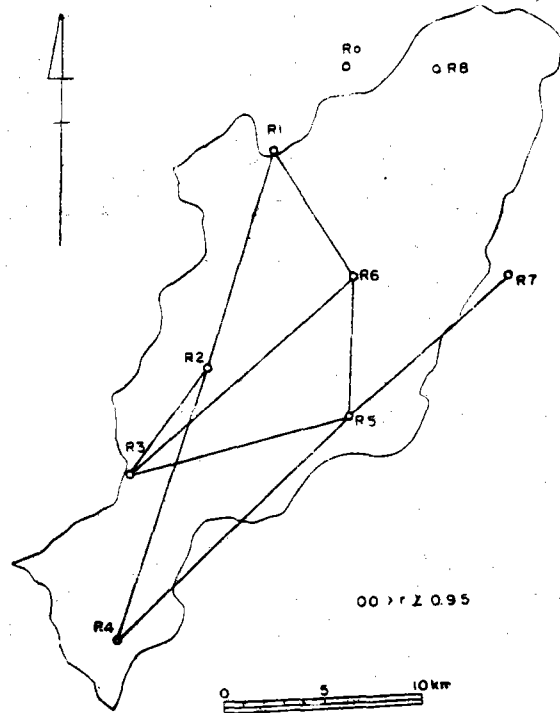


圖 4~1 連續降雨量의 相關關係

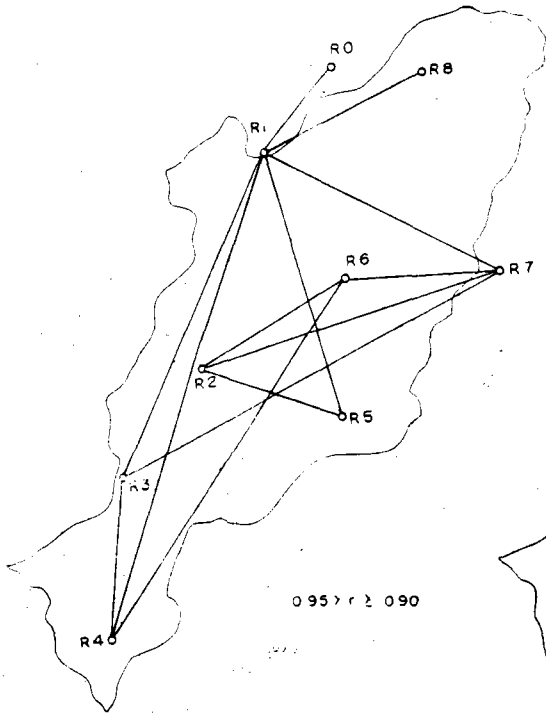


圖 4~2 連續降雨量의 相關關係

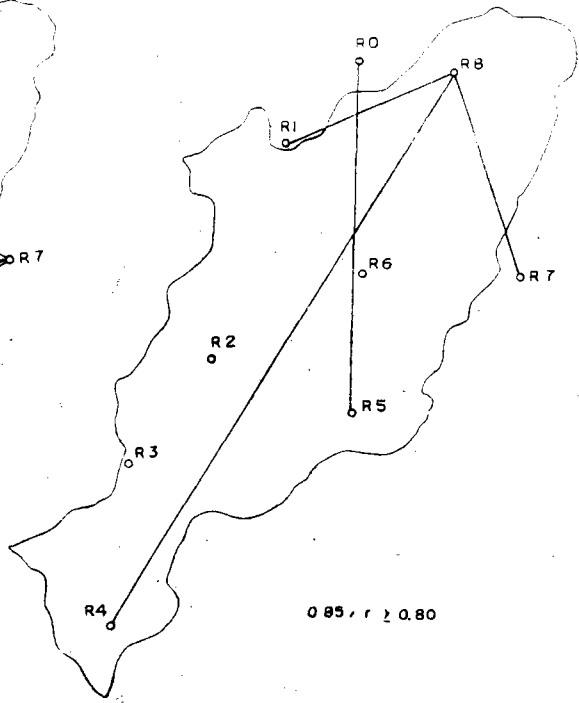


圖 4~4 連續降雨量의 相關關係

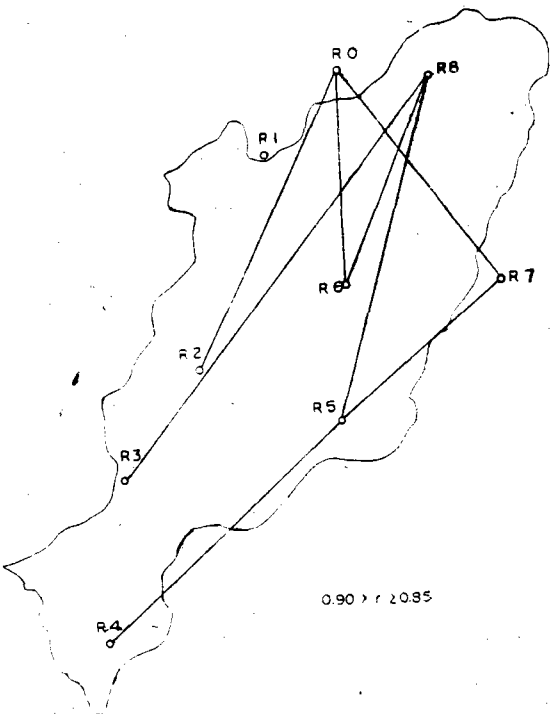


圖 4~3 連續降雨量의 相關關係

VII. 流域平均 降雨量과 觀測所密度와의 關係

流域內의 眞值의 平均降雨量을 算出하기란 上述한 바와 같이 거의 不可能한일이다. 그리하여 9個所의 降雨量觀測所 點降雨量으로서 Thiessen method에 依하여 求한 流域平均值로 定하고 觀測所를 9個所, 6個所, 3個所, 2個所로 各各 減少시켜가며 一降雨雨量과 眞值와의 偏差를 計算하여 그 分布狀態를 描寫하여보면 圖 6~7 과 같이 그 分布狀態가 正規分布에 가깝다는것과 觀測所數가 減少됨에 따라 漸次로 Peak가 減하여 감을 볼 수 가있다. 圖 6은 眞值와 點降雨量의 差로서 이를 絕對誤差(mm)라 稱한다.

다음으로 各點雨量을 眞值로 나누어 이를 百分率(%)로 表示하여 分布狀態를 表示하여보니 亦是 絕對誤差時와 同一한 結果를 가져왔다. 이를 相對誤差라 稱하였다.

流域平均降雨量과 觀測所 密度와의 關係를 考察하기 爲하여 上記資料, 絕對誤差와 相對誤差에 對한 平均值 m 와 標準偏差 σ 를 求하여 圖表化하여 表 6과 圖 8~9를 얻었다. 그 結果 觀測所

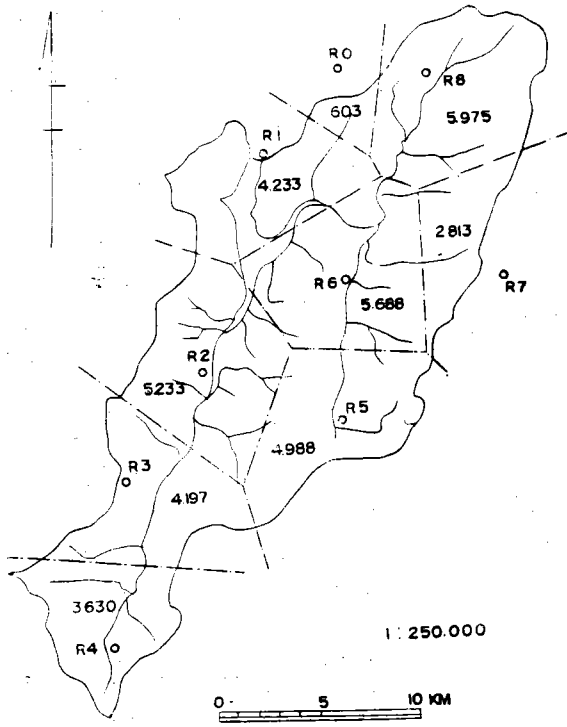


圖 5~1 9個觀測所 THIESEN 網

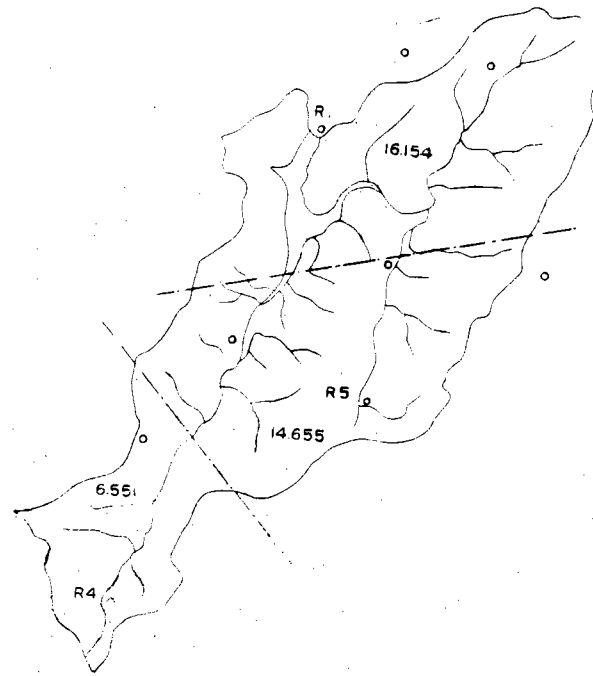


圖 5~3 3個觀測所 THIESEN 網

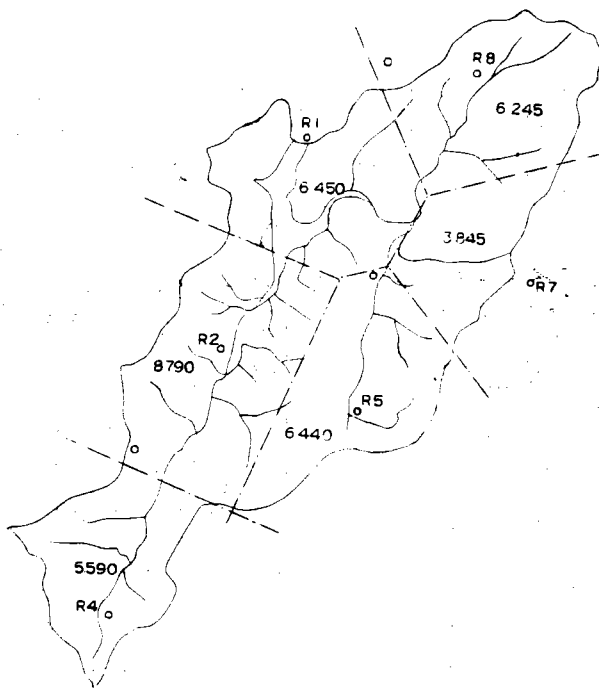


圖 5~2 6個觀測所 THIESEN 網

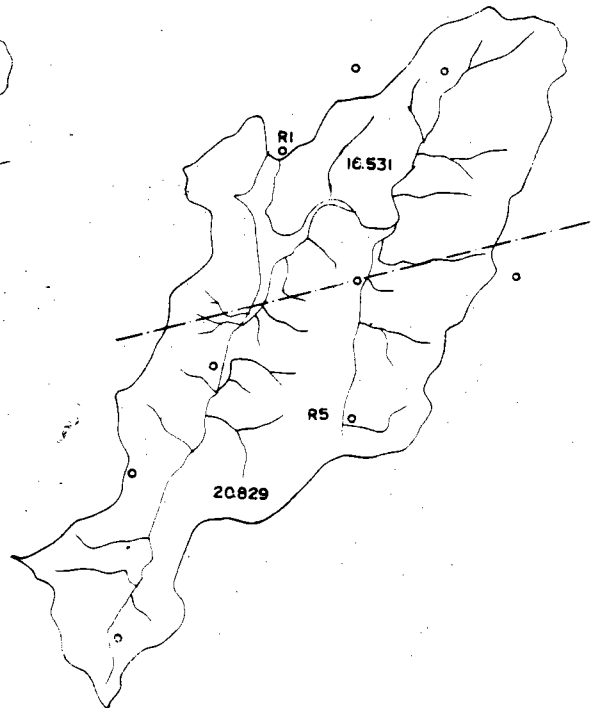


圖 5~4 2個觀測所 THIESEN 網

數가 減少됨에 따라 m는 增大되고 있음을 볼 수가 있다. 故로 이와같은 性格을 利用하여 現在設置되

어 있는 9個觀測所에 對한 流域平均降雨量은 二誤差가 어느 程度內包하고 있는가를 推定해 보려 한다.

表 6 絕對誤差表 (mm)

觀測所數	m				δ			
	9	6	3	2	9	6	3	2
THIESEN	0.00	0.45	1.08	1.47	0.00	3.13	5.76	8.83
ARITHMETIC	0.30	-0.15	0.60	0.89	2.49	2.86	7.31	9.64

表 7 相對誤差表

觀測所數	m				δ			
	9	6	3	2	9	6	3	2
THIESEN	100.00	99.90	99.94	98.28	0.00	4.90	13.52	24.12
ARITHMETIC	100.32	99.85	100.98	100.51	4.86	7.05	17.43	13.12

表 8 Thiessen 法에 依한 觀測所 1個所當 支配面積

觀測所數	9	6	3	2			備 考
				①	②	③	
R ₀	603						
R ₁	4,233	6,450	16,154	2,6125	16,581	16,531	
R ₂	5,233	8,790			20,779		
R ₃	4,197						
R ₄	3,630	5,590	6,551	11,235			
R ₅	4,988	6,440	14,655			20,829	
R ₆	5,688						
R ₇	2,813	3,845	3,845				
R ₈	5,975	6,245	6,245				
町							
計	37,630	"	"	"	"	"	

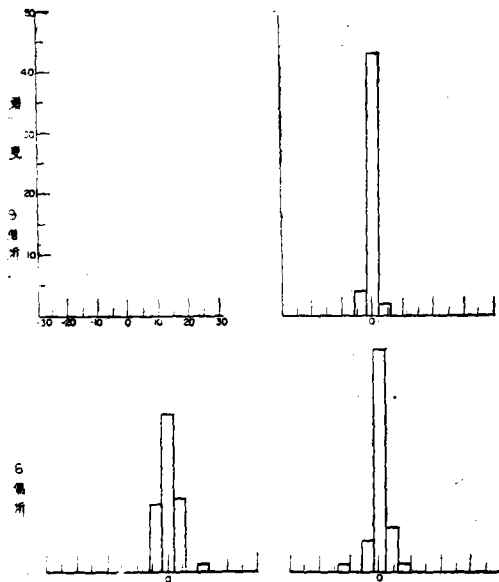


圖 6~1 眞值와 絕對誤差(mm)의 頻度

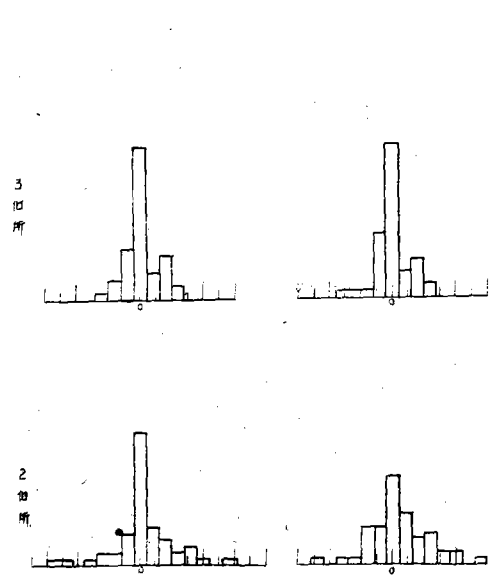


圖 6~2 眞值와 絕對誤差(mm)의 頻度

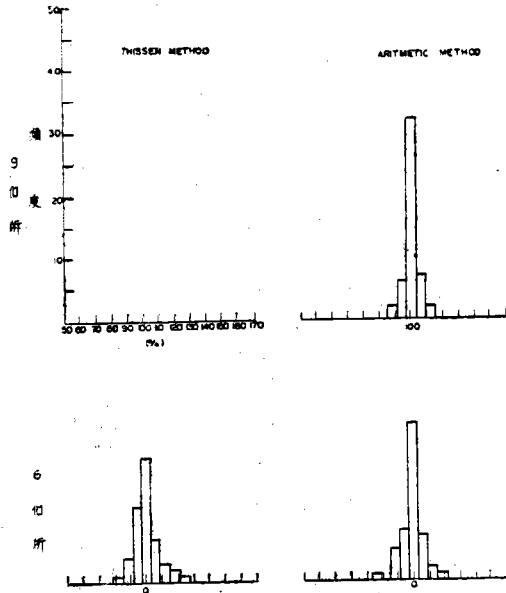


圖 7~1 眞値와 相對誤差(%)의 頻度

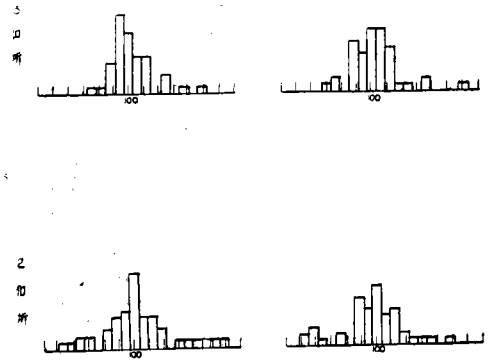
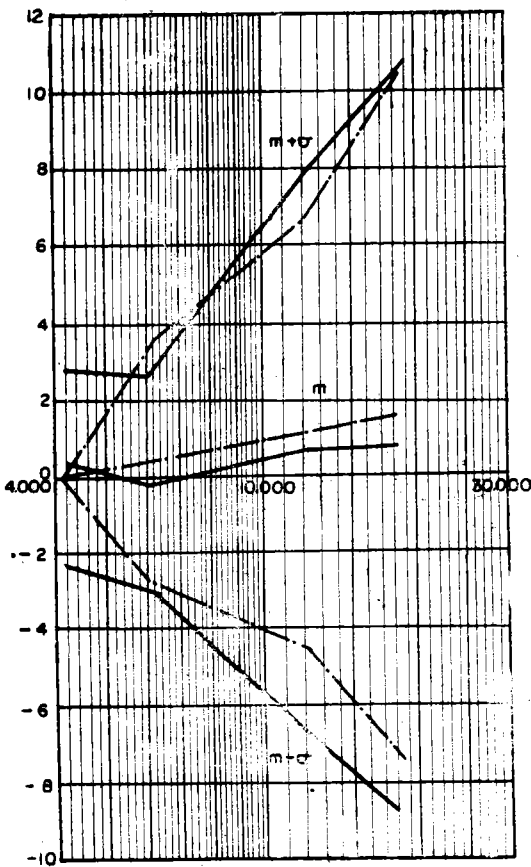
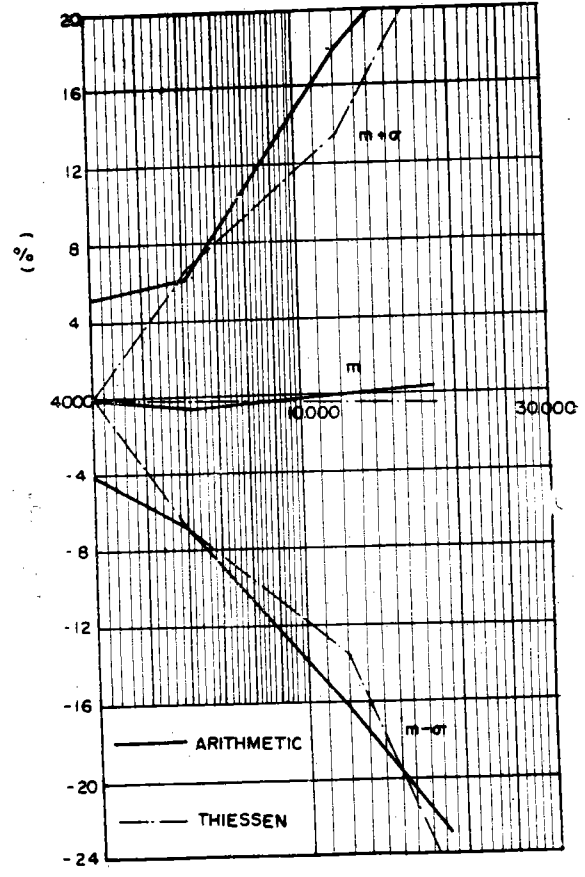


圖 7~2 眞値와 相對誤差(%)의 頻度



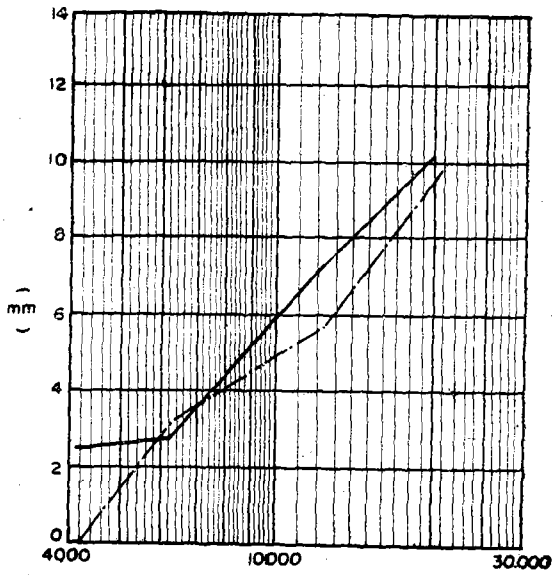
絶对誤差 (mm)

圖 8~1 絶对誤差와 觀測所密度와의 關係



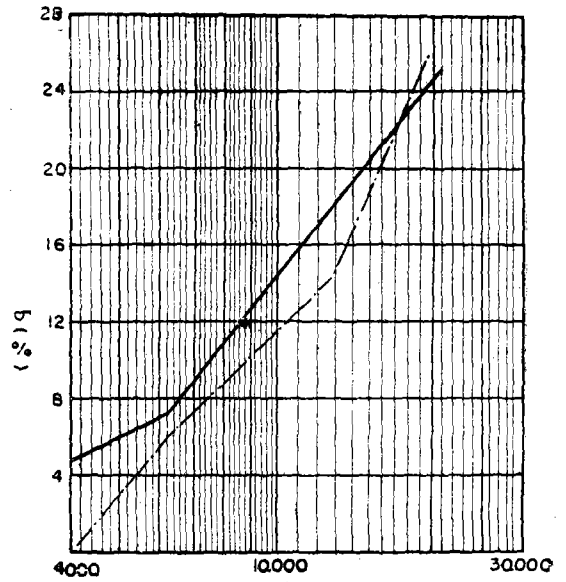
相對誤差 (%)

圖 9~1 相對誤差와 觀測所密度와의 關係



絶對誤差(mm)

圖 8~2 絶對誤差와 觀測所密度와의關係



絶對誤差(%)

圖9~2 相對誤差와 觀測所密度와의關係

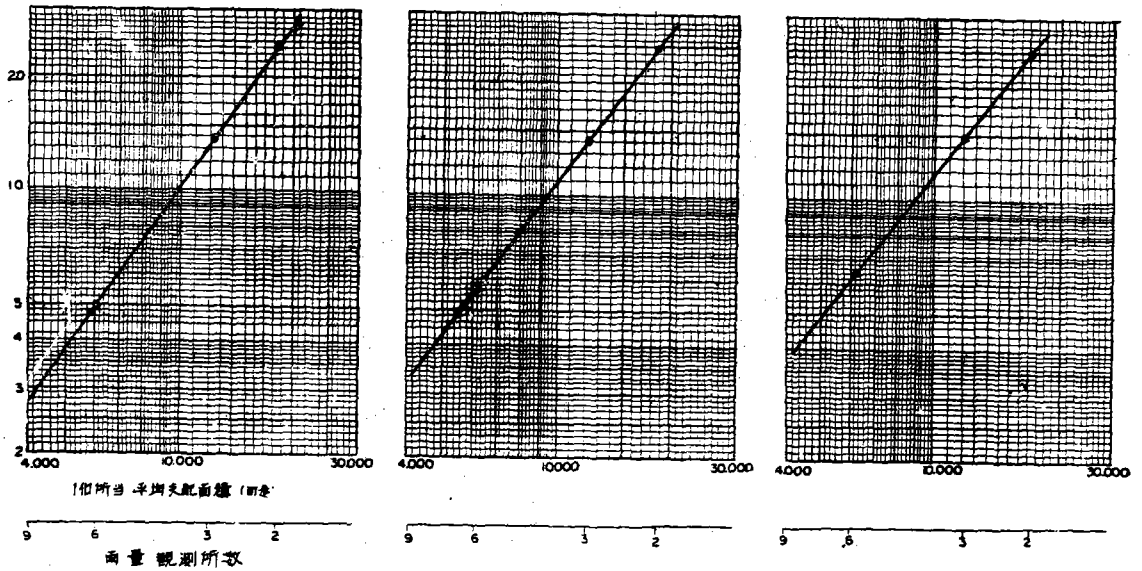


圖 10 標準偏差와 雨量觀測所密度와의關係

上記 相對誤差의 標準偏差를 基礎로하여 觀測所數에 對한 各各의 標準偏差 δ 을 log-log paper on plot하면 直線關係가 成立되어 圖 10에서 觀測所 9個所에 對한 標準偏差 $\delta_1=2.72$ 를 讀取 하

며 第一近似值로 決定한다.

6, 3, 2 個所에 對한 標準偏差의 第二近似值를 求하기 爲하여 (誤差의 合成에 있어서 正規分布에서는 加法性이 認定됨) 다음과 같이 求하여 圖 10 과 같이 作圖한다.

$$\delta_6' = \sqrt{\delta_1'^2 + \delta_3'^2} = 5.55$$

$$\delta_3' = \sqrt{\delta_1'^2 + \delta_3'^2} = 13.79$$

$$\delta_2' = \sqrt{\delta_1'^2 + \delta_3'^2} = 54.25$$

이곳에서 9 個所에 對한 標準偏差 $\delta_2' = 3.20$ 을 求한다. 上記計算을 反復하며

$$\delta_6'' = \sqrt{\delta_2'^2 + \delta_6'^2} = 6.45$$

$$\delta_3'' = \sqrt{\delta_2'^2 + \delta_3'^2} = 14.12$$

$$\delta_2'' = \sqrt{\delta_2'^2 + \delta_2'^2} = 24.42$$

標準偏差 $\delta = 3.7$ 를 最終的으로 決定한다. 圖 10 에서 標準偏差가 1% 内外가 되게하려면 本地區의 流域內에 現在配置되어있는 條件에 準한다면 25 個所의 觀測所가 必要하다고 볼 수 있다. 그러나 實際로 이와 같은 無理한 設置를 하였다고 해서 반드시 우리들이 求하고자하는 代表觀測所 選定에 對한 影響力이 커지는 것이 아니며 오히려 計算上 複雜만 하여진다. (標準偏差의 分布圖 參照) 왜냐 하면 本地區에서 代表觀測所를 1 個所만을 定하고자 하기 때문이다.

VII. 結 論

以上 流域內의 降雨量資料로 分析한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 代表觀測地點選定은 R_1 , R_5 및 R_6 點이 可能點中에서 R_1 을 相關關係 $r = 0.979$ 으로 擇했다.
2. 降雨의 方向性은 南北間에 比해 東西間에 方向性을 發見할 수 있었으나 流域이 적은 關係로 確정한 方向性을 認定하기가 어려웠다.

3. 本地區에 있어서 算術平均法보다 Thiessen 方法을 使用하여 流域平均降雨量을 算出하는 것이 標準偏差가 적다. Thiessen 方法을 使用하는 것이 좋다는 確證을 얻었다.
4. 流域內에 9 個觀測所를 設置했을 時的 標準偏差는 3~4%이며 標準偏差가 1% 內로 觀測所를 設置한다면 約 1,500 町步에 1 個所 程度로 流域內에 約 25 個所를 設置해야 한다는 것을 알았다.

參 考 文 獻

1. 木村俊晃 “相關關係의 解析을 基礎とした 流域平均降雨量의 計算法” 土木技術資料 第2卷 5號
2. 川畑幸夫 “水文氣象學”
3. W.J. GIBBS “REPORT ON DEVELOPMENT OF A FLOOD FORECASTING SYSTEM FOR THE LOWER MACLEAY RIVER VALLEY NEW SOUTH WALES” VOIUMER 3
4. 李海東 “統計學原論”
5. 農業土木研究所 “1964年度 試驗研究事業報告書”
6. Linsley R.K. “Applied Hydrology”
7. 石原安雄 “出水解析に關する最近の進歩” 京都大學防災研究所年報 第5號 B. 1963
8. 菅原正己 “養老川の日流量을 雨量から算出する方法について” 科學技術廳資源局 水文 66. 1962
9. 竹內俊雄 “山地流域における 一雨雨量의 降雨分布について” 土木研究所報告 106號의 6 (筆者 土聯 農業土木研究所)