

〈論文〉

韓國 面積 降水量 算定에 關한 研究

〈月別, 季節別 및 年間雨量 中心으로〉

(A Study on the Evaluation of Areal Precipitation in Korea)

鄭 文 教*

Moon-Kyo, Jung

沈 載 高**

Jae-Seol, Sim

宋 在 偶***

Jae-Woo, Song

尹 世 儀****

Se-Eui, Yoon

—ABSTRACT—

This study is to evaluate the areal precipitation from the basic data groups of monthly, seasonal, and annual rainfalls over all ma in stations in Korea. The evaluating processes are performed through the point and regional frequency analysis from the basic data. The basic data groups are divided into two periods—the first (1916~1944) and the second (1960~1979)—which are compared with each other.

In the point frequency analysis, the variable transformation method is applied to the best fitting distribution, and the normal fittings are established by using the Chisquare test method.

In the regional frequency analysis, the geomorphologic factors and hydrometeorological factors are taken into consideration when dividing into five zones and Thiessen method and the Isohyetal method are applied.

The results of this study are as follows:

- 1) The areal precipitation values of the first period are about 70~80mm less than that of the second period for the whole of Korea. Therefore, a new precipitation value of 1180mm is considered more suitable than the value of 1159mm, which has been up till now.
- 2) As the annual areal precipitation values are evaluated over the five divided zones, it is noticed that the difference between the values of the first period and the second is the largest in spring (to the extent of 5 times that in the other seasons). Therefore it is considered that this result is necessary for the establishment of a timely insurance plan for the water resources.

* 延世大學校 大學院

** 延世大學校 大學院

*** 京畿大學 助教授

**** 京畿大學 專任講師

- 3) The application of the Isohyetal method through the division of Korea into five zones is considered to be a reasonable procedure in the analysis of areal precipitation.

要 旨

本 研究는 全國 主要 地點에 對한 月別, 季節別 및 年雨量을 基本資料集團으로 하여 地點 및 地域 頻度 解析을 實施함으로써 面積 降水量을 算定한 內容이다. 基本資料集團은 前半期(1916年~1944年; 29年間)와 後半期(1960年~1979年; 20年間)로 兩分하여 處理하고 比較 檢討하였다. 地點 頻度 解析에 있어서 適定 分布型은 變數變換法을 適用하고, χ^2 -test法을 利用하여 正規性 檢定으로 設定하였으며, 地域 頻度 解析은 地形因子와 水文氣象學의 因子를 고려하여 全國을 5個圈域으로 區分하고 Thiessen 方法과 等雨線法(Isohyetal Method)을 適用하여 比較 檢討하였다.

本 研究를 通하여 얻어진 成果는 아래와 같다.

- 1) 前半期 資料集團에 依한 全國의 面積 降水量値는 後半期 資料集團에 依한 解析 結果值보다 70~80 mm 작은 값을 나타내고 있으므로 보아 現在까지의 1,159mm를 1,180mm 程度로 上向調整함이 必要하다고 생각된다.
- 2) 全國은 5個 圈域으로 區分하여 年平均 面積 降水量을 算定한 바, 春季의 面積 降水量이 他季節에 比하여(約 5倍) 크게 增加하고 있음은 水資源 適期 確保 方案 樹立에 特記할 點이라 하겠다.
- 3) 面積 降水量 解析은 圈域別로 區分하여 等雨線圖法으로 解析함이 合理的 方法이라고 생각된다.

1. 序 論

近來 都市의 肥大化와 工業地帶의 擴散으로 물의 需要가 急增하게 된 反面, 工業化와 都市化의 副産物인 水質汚染에 따른 水資源 需給 問題는 時間의 經過에 따라 그 심각성이 더욱 加速化되어가고 있다. 한편 우리나라 降雨의 特性인 6~9월에 集中된 降雨現狀과 豪雨形態도 그 樣相이 複雜하며 規模 또한 커져가고 있어 洪水流出量이 約 400억 톤이나 되는 實情이므로 강차 急증하는 水資源 需要를 充足하기 위해서는 平時의 水資源 確保方案이 장구되어야 할 것이다.

이러한 水資源 確保問題를 위해서는 水資源의 큰 源泉인 自然降水의 特性 및 定量的인 把握 등 可用水資源에 對한 再評價가 先行되어, 將次 全國 水資源 需給計劃에 차질이 생기지 않도록 하여야 할 것이다.

治水計劃에 必要한 確率 降雨量 算定은 1885年 Nipher로부터 시작하여 1917年 Mayer¹⁾, 1932年 Bernard²⁾, 1935年 Yarnell³⁾에 의해 美國에서 發展되어 왔으며, 1952年 V.T. Chow⁴⁾가 極值理論을 應用하여 確率 降雨量 分布圖를 發表하였으며, 1939~1959년까지는 U.S. Weather Bureau⁵⁾에서 Gumbel法을 利用하여 全美國의 確率 降雨量圖가 作成되어 各種 排水, 治水計劃에 利用되어 왔다.

日本에서는 1955年 正務·草間⁶⁾에 의하여 처음으로 平方根 및 立方根 正規 分布型이 研究되었고, 1960年에 中安에 의하여 日雨量 單位의 確率 降雨量 分布圖만이 岩井重久의 特性係數法을 利用하여 作成되었으며,⁷⁾ 1970년에는 岩井, 石黑⁸⁾에 의하여 日雨量 分布

圖와 1時間 特性係數值 分布圖를 提示하였다.

우리나라에서는 1967年 李元煥에 依한 “國內 地域別 降雨 特性과 確率 降雨量 算定에 關한 研究”⁹⁾와 1974年의 Y-K法¹⁰⁾이 發表된 外 多數의 地點 確率 降雨量 算定에 對한 研究가 이루어져 왔다.

地點 降雨의 地域頻度 解析은 1970年을 前後하여 F. C. Bell, E.E. Farmer, Bagnerathan과 Shaw가 各各 주어진 地點 資料를 水文氣象學의 與件에 符合되는 地域으로 區分하여 頻度 解析을 실시하였다.^{11), 12), 13), 14)}

1.1. 研究 目的 및 範圍

本 研究는 前半期(1916~1944年; 29個年)에 對한 84 個地點과 後半期(1960~1979年; 20個年)에 對한 61個地點의 月別, 季節別 및 年雨量에 對하여 地點頻度 解析을 施行한 後, 全國을 5個 圈域으로 區分하여 地域 頻度 解析을 實施하였다. 또한 圈域別 및 全國의 再現 期間別 確率 降雨量을 提示하고, 前後半期의 平均 面積 降水量을 算定하여 比較 檢討함으로써 雨量分布의 定量的인 把握은 물론, 前後半期의 變動量을 把握하여 圈域別 및 全國의 可用水資源量 推定의 基礎資料를 提示하는데 그 目的이 있다.

1.2. 研究 內容 및 方法

地點 頻度 解析에 있어서는 前述한 基本資料集團과 5種의 變換資料集團들을 χ^2 -test法으로 適定 分布型을 設定하여 解析하였으며 地域 頻度 解析에 있어서는 全國을 5個 圈域으로 區分하여 Thiessen法과 等雨線法으로 再現 期間別(2, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000年), 圈域別 및 全國의 平均 面積 降水量을 求하고 比較 檢討하였다.

2. 基本資料 및 圈域區分

2.1. 基本資料

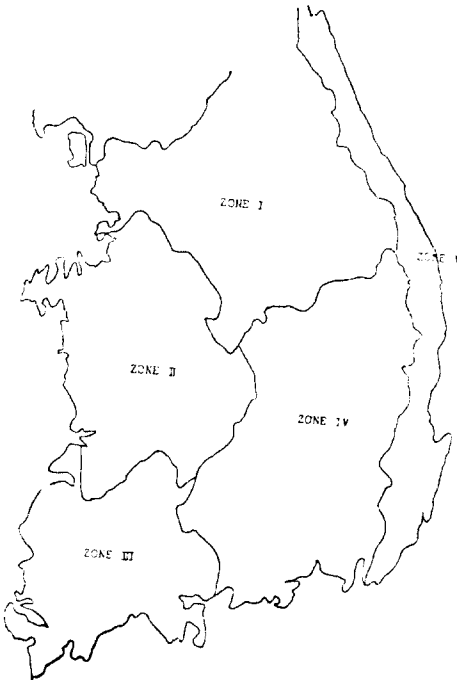
2.1.1. 雨量 觀測 地點 및 記錄 統計 年數

比較的 長期間의 雨量 資料를 保有하고 있으며, 缺測年이 적은 地點으로서, 全國의 分布狀態를 考慮하여 前半期에 對해서는 84個 地點으로 선정하였으며, 後半期에 對해서는 1950年代에 와서 過去(前半期)에 運用되던 觀測地點의 計器의 自記化로 因한 地點 再調整 및 減縮 等으로 資料의 獲得 可能 地點數가 不得已하게 變更되었으나, 資料의 同質性 缺如를 考慮하여 前半期와 可能한 限 同一地點으로서 61個 地點을 선정하였다.

上記 地點들의 資料 保有 期間으로 보아 觀測의 空白 期間이 比較的 작은 期間을 선정할 바 前半期는 1916年에서 1944年까지의 29年間으로 統計年數를 設定하고, 後半期는 1945年 以後, 觀測이 缺測되었던 動亂期와 1950年代의 觀測 地點 再調整後, 可能한 限 最近의 資料가 반영될 수 있으며, 統計年數가 長期間(20年 以上)이 될 수 있는 期間을 고려한 바, 1960年에서 1979年까지의 20年間을 後半期의 統計年數로 設定하였다. <표 2-1>은 各 前·後半期의 地點 內譯이다.

2.1.2. 基本資料 設定 經緯

앞으로 急増할 水 需要를 充足하기 위해서는 現在까지 夏季의 豐水期에 洪水 流出로 放流하였던 水量的



<그림 2-1> 圈域 區分圖

<표 2-1> 前, 後半期의 圈域別 地點 內譯

圈域	前 半 期	後 半 期
I	강화, 인천, 의정부, 서인천, 서울, 의정부, 화 을, 광주, 가평, 양평, 전, 안성, 춘천, 홍천, 악천, 장호원, 괴산, 충황성, 원주, 영월, 단양 주, 원주, 횡성, 홍천, 충주, 이천, 양평 춘천, 화천, 인제, 경창 개천, 단양, 영월	
	21個 地點	14個 地點
II	수원, 서산, 신원, 진천 서산, 온양, 진천, 보은 충성, 공주, 대간, 보은 추풍령, 영동, 대천, 공 경동, 금산, 논산, 홍산주, 홍성, 홍산, 이리, 군산, 고산, 무주, 김안진주, 진안, 경음 칠주, 정음	
	18個 地點	14個 地點
III	김실, 남원, 담양, 장성인실, 구미, 광주, 영광 영광, 함평, 나주, 광주 목포, 보성, 순천, 하동 구미, 하동, 순천, 여수 여수 보성, 태남, 목포	
	15個 地點	9個 地點
IV	문경, 영주, 영양, 안동점촌, 영주, 안동, 청송 상주, 선산, 의성, 청송 의성, 의관, 대구, 영천 영천, 대구, 성주, 김천 밀양, 광명, 합천, 거창 거창, 합천, 창령, 밀양 함양, 산청, 의령, 진령 양산, 마산, 의령, 진주 충무, 진주 산청, 함양	
	22個 地點	18個 地點
V	부산, 울산, 경주, 포항 영덕, 울진, 삼척, 강릉 울진, 강릉	
	8個 地點	6個 地點

一部를 可用水資源으로 確保하지 않으면 안되겠다. 水 需給計劃의 基礎資料로서는 月別 및 季節別 適期 確保 方案의 樹立이 必要할 것으로 생각되며 平常時의 總流 下量 以上の 水 需要量 確保策이 지금부터의 時急한 課題라고 생각되어 本 研究에서는 每年의 12月에서 다음해 11月까지의 月別 雨量은 基本資料集團으로 擇하였으며, ^{15), 16), 17)} 겨울(前年 12月, 1月, 2月), 봄(3, 4, 5 月), 여름(6, 7, 8月), 가을(9, 10, 11月), 年雨量 等 의 17個 資料集團으로 區分하였다.

2.1.3. 基本資料의 補充

月別 雨量의 缺測年에 對한 補充은 缺測地點에 可能한 限, 近距離에 等間隔인 3個의 觀測點을 선정하여,

缺測年月과 同一年月인 3個의 雨量值를 획득한 후, 算術 平均值로 補完하였으며,¹⁸⁾ 近距離 等間隔인 3個의 觀測點 선정이 不可能할 경우는 2個 觀測點을 선정하여 그 平均值를 利用했다. 그러나 인접지점 선정이 곤란한 경우나, 그 인접지점의 雨量 資料도 缺測되었을 경우에는 缺測 地點의 해당 月의 算術平均值로 補完을 實施했다.¹⁹⁾

2.2. 圈域 區分

降雨量의 分布는 時間的 및 空間的으로 變化하게 되며, 元來, 變化 要因으로서는 標高, 緯度, 海岸으로부터의 距離 및 地形 以外에도 風向, 氣壓配置狀態 等이 關聯된다고 알려져 왔다.

本 研究에서는 우리나라 水資源 總量 推定에 關한 水文氣象學의 研究 一環으로 本論文을 遂行하게 된 바 全國土 面積에 對하여 地形學的인 因子로서 河川流域界(分水界), 山脈, 標高, 流域의 開放度, 海岸距離 等을 考慮하고 氣象學的인 因子로서는 颶風來襲의 徑路, 豪雨發生 頻度가 큰 地域, 靄인 現象 등과 같은 事項들을 考慮하였으며, 既往의 研究 結果에서의 圈域區分을 考慮하여 5個로 區分을 하였다. 第5圈域은 太白山脈의 東部地域으로 緯度의 差異가 多少 큰 感이 있으나 降雨量이 比較的 적은 地域이므로 1個 圈域으로 設定키로 하였다. <그림 2-1>은 圈域 區分圖이며, <표 2-1>은 各 圈域內의 雨量 觀測 地點 內譯이다.

3. 面積 降水量 算定

3.1. 基本 資料 解析

3.1.1. 解析 方法

資料解析은 地點 및 地域頻度解析으로 實施하였으며, 地點頻度 解析의 경우, 各 地點의 月別, 季節別 및 年 降水量值에 對하여 Y-K法으로 確率 降雨量을 求하였고, 地域頻度解析의 경우는 全國을 5個 圈域으로 區分한 後, 各 圈域에 對하여 再現期間別로 Thiessen의 加重法과 等雨線法으로 面積降水量을 산정하였다.

3.1.2. 資料 解析

(1) 地點 頻度 解析

既 發表된 確率 降雨量 算定 方法에든 Slade法, Gumbel-Chow法, 積率法, Jenkinson法, Hazen의 圖上 推定法 等이 있으나,^{20), 21)} 1974年 李元煥의 Y-K法, $L_T \sim Y$ 法이 우리나라 降雨特性에 適合한 것으로 알려져 있다.²²⁾ 따라서 本 研究에서는 Y-K法에 依하여 電算處理로 確率降雨量을 算定하였다.

(2) 地域 頻度 解析

地域頻度解析에는 Thiessen法과 等雨線法을 適用하였다.²³⁾ 卽, Thiessen法의 경우는 各 地點間에 Thiessen

網을 作成하여 求積器(Planimeter)로 面積을 測定함으로써 各 地點의 支配面積을 求하고 平均 面積 雨量을 算定하였다. 等雨線法의 경우는 各 地點別 確率 降雨量值에 對한 等雨線(Isohyets)을 그리고 各 等雨線間의 面積을 測定한 後 全圈域 面積에 對한 等雨線間 面積과의 比를 해당 等雨線間의 平均雨量值에 곱하여 이들을 全部 合算함으로써 全圈域에 對한 平均 面積 雨量을 算定하였다.

但, 再現期間 50年 以上의 月別 確率 降雨量值에 對하여는 各 地點別로 隔差가 크게 되어 等雨線 構成上 信賴性이 弱하다고 생각하여 省略하기로 하였다.

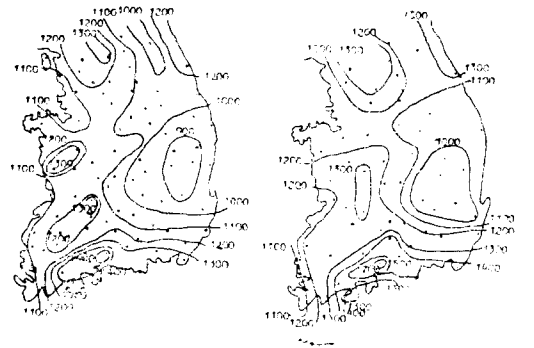
3.2. 面積 降水量 算定 圖表

3.2.1. 地點別 確率 降雨量 및 等雨線圖

前·後半期의 地點 頻度 解析 結果는 分量 關係上, 年間과 春季 및 夏季 雨量만을 再現期間別로 <표 3-1>에 表示하고, 再現期間 2年 및 100年에 對한 等雨線圖만을 <그림 3-1~3>에 圖示하기로 한다.

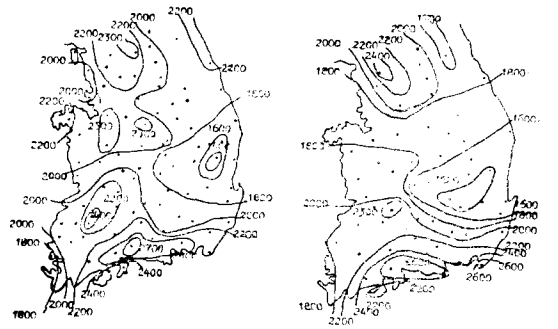
3.2.2. 圈域別 面積 降水量

3.1.2.節의 地域 頻度 解析 結果를 再現期間別로



<그림 3-1> (a) 2年 年間 降水量(前半期)

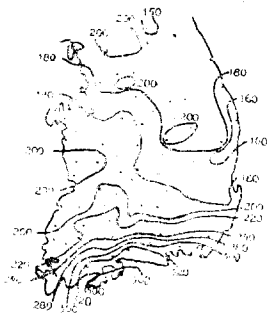
<그림 3-1> (b) 2年 年間 降水量(後半期)



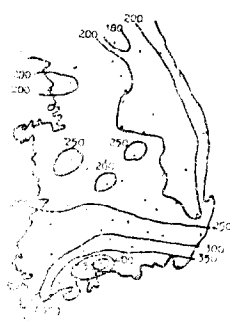
<그림 3-1> (c) 100年 年間 降水量(前半期)

<그림 3-1> (d) 100年 年間 降水量(後半期)

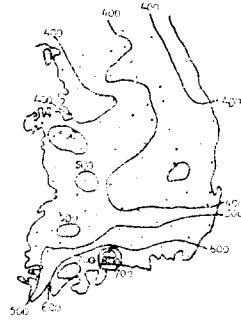
번호	지점	年												季												夏												平								
		1970				1971				1972				1973				1974				1975				1976				1977				1978					1979				1980			
		1	10	20	30	1	10	20	30	1	10	20	30	1	10	20	30	1	10	20	30	1	10	20	30	1	10	20	30	1	10	20	30	1	10	20	30		1	10	20	30	1	10	20	30
32	논산	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4					
33	홍산	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4	1462.4					



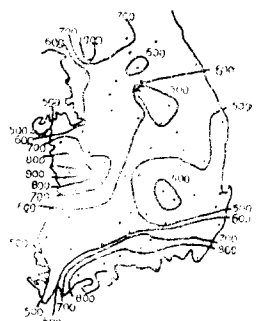
〈그림 3-2〉 (a) 2年 春季
降水量(前半期)



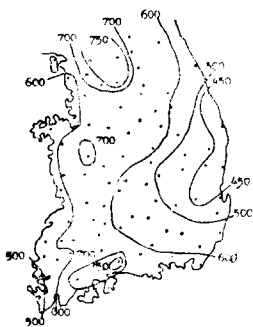
〈그림 3-2〉 (b) 2年 春季
降水量(後半期)



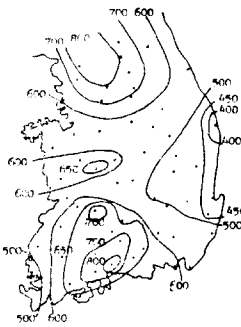
〈그림 3-3〉 (a) 2年 夏季
降水量(前半期)



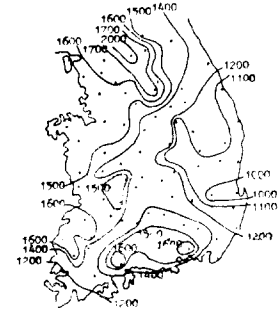
〈그림 3-3〉 (b) 2年 夏季
降水量(後半期)



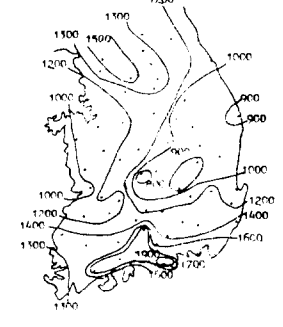
〈그림 3-2〉 (c) 100年 春
季 降水量(前半期)



〈그림 3-2〉 (d) 100年 春
季 降水量(後半期)



〈그림 3-3〉 (c) 100年 夏
季 降水量(前半期)



〈그림 3-3〉 (d) 100年 夏
季 降水量(後半期)

Thiessen法과 等雨線法으로 區分하여 區域別로 表示하
면 〈표 3-2〉와 같다.

3.2.3. 全國 面積 降水量

全國의 再現期間別 面積 降水量은 〈표 3-3〉과 같다.

〈표 3-2〉 區域別 面積 降水量

(a) I 區域

再 現 期 間	12		1		7		8		年			
	Thiessen 法	等雨線法	Thiessen 法	等雨線法	Thiessen 法	等雨線法	Thiessen 法	等雨線法	Thiessen 法	等雨線法		
	前				半				期			
2	18.2	18.3	12.7	12.2	237.0	286.3	192.2	192.7	1,102.8	1,102.5		
10	56.4	54.3	45.2	43.0	612.4	619.0	399.9	405.1	1,564.4	1,567.4		
20	74.4	68.4	60.7	55.0	748.6	745.8	482.0	473.6	1,718.5	1,719.0		
50	100.1	—	82.7	—	933.9	—	590.3	—	1,905.7	—		
100	121.0	—	100.6	—	1,079.9	—	673.3	—	2,039.1	—		
200	143.3	—	119.8	—	1,232.1	—	757.9	—	2,167.5	—		
500	174.7	—	147.2	—	1,443.2	—	872.4	—	2,331.0	—		
1,000	200.5	—	170.1	—	1,613.2	—	962.7	—	2,452.6	—		
2,000	227.6	—	195.1	—	1,790.7	—	1,055.3	—	2,571.4	—		
5,000	266.0	—	232.0	—	2,039.1	—	1,182.3	—	2,726.0	—		

	後		半		期					
2	16.6	15.4	15.4	13.6	278.1	274.9	221.6	213.5	1,188.2	1,160.2
10	41.7	37.6	59.6	51.3	535.7	544.2	458.4	459.2	1,555.4	1,552.1
20	52.0	44.4	82.7	72.5	636.8	572.9	556.8	559.5	1,674.4	1,651.5
50	65.9	—	117.4	—	769.6	—	690.7	—	1,817.1	—
100	76.8	—	147.1	—	871.0	—	796.2	—	1,917.8	—
200	87.9	—	180.1	—	974.0	—	906.1	—	2,014.0	—
500	103.3	—	229.4	—	1,112.8	—	1,058.9	—	2,135.8	—
1,000	115.6	—	272.0	—	1,221.7	—	1,182.1	—	2,225.7	—
2,000	128.4	—	319.3	—	1,332.9	—	1,311.1	—	2,313.3	—
5,000	146.2	—	390.6	—	1,484.6	—	1,491.9	—	2,426.5	—

(b) II 圏域

再現期間	12		1		7		8		年	
	Thiessen法	等雨線法	Thiessen法	等雨線法	Thiessen法	等雨線法	Thiessen法	等雨線法	Thiessen法	等雨線法
	前		半		期					
2	26.1	25.0	17.1	17.7	256.3	257.4	193.0	190.3	1,150.9	1,151.5
10	67.1	65.9	51.1	51.3	545.4	546.4	413.2	400.7	1,632.6	1,640.4
20	84.9	83.9	66.1	67.6	658.8	650.2	506.4	507.0	1,794.5	1,770.3
50	109.2	—	86.5	—	806.9	—	634.1	—	1,992.6	—
100	128.3	—	102.5	—	919.2	—	735.3	—	2,134.7	—
200	148.1	—	118.9	—	1,032.5	—	841.1	—	2,272.4	—
500	175.4	—	141.4	—	1,183.9	—	988.3	—	2,449.1	—
1,000	197.3	—	159.1	—	1,301.6	—	1,107.4	—	2,581.5	—
2,000	219.9	—	177.2	—	1,420.9	—	1,232.1	—	2,711.8	—
5,000	251.2	—	201.9	—	1,582.2	—	1,407.0	—	2,882.6	—
	後		半		期					
2	21.8	22.1	20.8	21.0	245.3	240.8	208.5	207.2	1,201.1	1,185.1
10	51.1	48.6	70.8	68.6	447.2	436.4	373.9	368.8	1,543.0	1,551.3
20	64.2	60.9	96.2	94.5	522.4	505.9	434.1	418.3	1,650.8	1,639.9
50	83.1	—	134.2	—	619.0	—	510.5	—	1,778.7	—
100	98.7	—	166.7	—	691.2	—	566.9	—	1,867.9	—
200	115.9	—	202.9	—	763.5	—	622.7	—	1,952.6	—
500	141.0	—	256.9	—	859.6	—	696.0	—	2,058.8	—
1,000	162.5	—	303.7	—	934.0	—	752.0	—	2,136.8	—
2,000	186.2	—	355.5	—	1,009.1	—	807.9	—	2,212.2	—
5,000	221.4	—	433.1	—	1,110.7	—	882.5	—	2,309.2	—

(c) III 圏域

再現期間	12		1		7		8		年	
	Thiessen法	等雨線法	Thiessen法	等雨線法	Thiessen法	等雨線法	Thiessen法	等雨線法	Thiessen法	等雨線法
	前		半		期					
2	27.9	26.7	23.8	23.8	213.4	220.2	216.7	209.8	1,242.5	1,209.4
10	78.5	77.4	62.9	64.2	478.5	474.9	386.8	378.7	1,720.0	1,701.5

20	101.3	98.2	78.9	78.5	585.0	583.5	446.6	445.9	1,878.5	1,867.7
50	133.0	—	100.0	—	725.3	—	520.8	—	2,070.7	—
100	158.2	—	116.0	—	832.4	—	574.7	—	2,207.4	—
200	184.6	—	132.2	—	941.1	—	627.3	—	2,338.8	—
500	221.5	—	153.8	—	1,087.2	—	695.1	—	2,505.9	—
1,000	250.7	—	170.6	—	1,201.5	—	746.1	—	2,630.0	—
2,000	281.4	—	187.4	—	1,317.8	—	796.5	—	2,751.2	—
5,000	324.1	—	210.0	—	1,476.0	—	862.7	—	2,968.7	—
後 半 期										
2	26.7	27.1	25.4	25.1	224.9	223.4	205.0	202.7	1,328.9	1,329.7
10	54.9	53.6	83.5	74.9	458.5	448.4	415.2	402.9	1,769.3	1,719.2
20	65.4	63.1	117.0	106.5	550.9	541.2	498.7	484.6	1,913.0	1,937.2
50	78.8	—	172.4	—	672.9	—	609.6	—	2,085.9	—
100	88.8	—	225.1	—	766.6	—	695.1	—	2,208.4	—
200	98.7	—	289.3	—	862.4	—	782.8	—	2,325.7	—
500	111.9	—	395.5	—	992.5	—	902.3	—	2,474.5	—
1,000	121.9	—	496.9	—	1,095.4	—	997.1	—	2,584.8	—
2,000	132.0	—	619.1	—	1,201.3	—	1,091.3	—	2,692.2	—
5,000	145.5	—	820.4	—	1,347.3	—	1,229.7	—	2,831.7	—

(d) IV 圈域

再 現 期 間	12		1		7		8		年	
	Thiessen 法	等雨線法	Thiessen 法	等雨線法	Thiessen 法	等雨線法	Thiessen 法	等雨線法	Thiessen 法	等雨線法
前 半 期										
2	15.4	14.5	12.4	12.7	204.8	206.4	164.4	160.9	1,039.9	1,049.3
10	57.4	55.1	51.1	50.4	433.3	436.3	326.4	329.0	1,453.1	1,456.7
20	78.4	77.1	72.3	68.8	521.3	517.3	389.5	383.0	1,598.7	1,597.7
50	109.0	—	106.6	—	635.3	—	472.4	—	1,770.0	—
100	134.6	—	139.5	—	721.1	—	535.9	—	1,892.5	—
200	162.3	—	180.6	—	807.0	—	600.6	—	2,010.7	—
500	202.7	—	252.7	—	921.1	—	688.5	—	2,161.5	—
1,000	236.7	—	327.4	—	1,009.3	—	757.9	—	2,274.0	—
2,000	273.7	—	424.7	—	1,098.1	—	829.3	—	2,384.1	—
5,000	327.8	—	602.5	—	1,217.6	—	927.6	—	2,527.5	—
後 半 期										
2	15.9	14.4	15.0	14.4	214.2	221.2	168.5	170.6	1,131.4	1,134.4
10	43.5	41.2	62.3	58.9	428.2	424.2	357.8	353.5	1,475.4	1,452.9
20	55.6	53.8	90.8	87.1	513.1	498.9	435.1	439.9	1,586.0	1,587.0
50	72.2	—	140.6	—	625.8	—	539.6	—	1,713.3	—
100	85.3	—	191.2	—	712.8	—	621.8	—	1,811.3	—
200	99.0	—	257.3	—	802.1	—	707.5	—	1,903.1	—
500	117.8	—	376.6	—	924.1	—	826.8	—	2,012.0	—
1,000	132.9	—	501.2	—	1,021.1	—	923.6	—	2,094.5	—
2,000	148.4	—	663.8	—	1,121.5	—	1,025.2	—	2,174.0	—
5,000	169.9	—	957.6	—	1,260.5	—	1,168.9	—	2,278.1	—

(e) V 圏域

再現期間	12		1		7		8		年			
	Thiessen 法	等雨線法	Thiessen 法	等雨線法	Thiessen 法	等雨線法	Thiessen 法	等雨線法	Thiessen 法	等雨線法		
	前				半				期			
2	19.7	19.3	17.5	17.7	185.5	177.9	153.1	147.2	1,046.5	1,066.7		
10	78.3	68.8	68.8	76.4	417.9	392.8	326.5	328.7	1,464.3	1,479.7		
20	107.6	114.8	94.0	108.5	516.2	480.4	401.5	406.0	1,605.3	1,619.8		
50	150.0	—	130.1	—	650.0	—	505.7	—	1,777.7	—		
100	184.7	—	159.4	—	755.3	—	589.4	—	1,901.3	—		
200	221.6	—	190.3	—	864.7	—	678.1	—	2,020.7	—		
500	273.6	—	233.6	—	1,016.1	—	803.4	—	2,173.6	—		
1,000	315.7	—	268.6	—	1,137.6	—	906.1	—	2,287.8	—		
2,000	359.8	—	305.0	—	1,264.1	—	1,015.0	—	2,399.8	—		
5,000	421.4	—	355.6	—	1,440.3	—	1,169.8	—	2,546.2	—		
	後				半				期			
2	19.9	20.8	23.0	21.0	179.5	175.3	164.3	158.5	1,139.4	1,135.5		
10	61.4	66.4	87.9	82.6	379.8	371.2	372.4	371.1	1,439.4	1,467.9		
20	78.9	80.4	120.4	129.1	463.6	460.5	466.5	471.3	1,535.4	1,526.2		
50	102.3	—	167.3	—	577.8	—	601.7	—	1,649.8	—		
100	120.2	—	505.9	—	667.9	—	713.9	—	1,730.0	—		
200	138.3	—	247.1	—	761.9	—	836.2	—	1,806.4	—		
500	162.5	—	305.4	—	892.4	—	1,014.9	—	1,902.6	—		
1,000	181.3	—	352.8	—	997.8	—	1,166.5	—	1,973.4	—		
2,000	200.3	—	402.5	—	1,108.0	—	1,331.7	—	2,042.0	—		
5,000	225.8	—	472.1	—	1,262.5	—	1,574.8	—	2,130.4	—		

〈丑 3-3〉 全國 面積 降水量

再現期間	12		1		7		8		年			
	Thiessen 法	等雨線法	Thiessen 法	等雨線法	Thiessen 法	等雨線法	Thiessen 法	等雨線法	Thiessen 法	等雨線法		
	前				半				期			
2	20.7	19.8	15.6	15.7	236.6	236.1	184.6	181.9	1,110.6	1,108.3		
10	64.4	61.7	53.1	53.3	509.3	509.8	373.0	371.6	1,561.8	1,562.5		
20	85.0	83.0	71.2	70.1	619.1	613.7	447.9	444.0	1,712.9	1,707.9		
50	114.3	—	97.6	—	764.8	—	547.3	—	1,896.8	—		
100	138.2	—	120.2	—	877.0	—	624.0	—	2,028.2	—		
200	163.5	—	145.7	—	991.7	—	702.7	—	2,154.9	—		
500	199.4	—	185.4	—	1,147.3	—	810.1	—	2,316.6	—		
1,000	228.8	—	222.0	—	1,270.1	—	895.4	—	2,437.1	—		
2,000	260.0	—	265.7	—	1,396.2	—	983.4	—	2,555.2	—		
5,000	304.2	—	338.7	—	1,569.2	—	1,105.0	—	2,709.2	—		
	後				半				期			
2	19.4	18.7	18.6	18.6	236.3	235.2	196.3	193.1	1,192.2	1,180.9		
10	48.0	46.1	69.0	63.6	461.3	456.8	398.3	394.0	1,552.5	1,541.6		

20	60.0	56.8	96.4	92.3	549.6	523.3	480.3	477.1	1,668.4	1,663.4
50	76.5	—	140.2	—	665.9	—	590.6	—	1,807.0	—
100	89.4	—	180.5	—	755.1	—	677.0	—	1,904.5	—
200	102.8	—	228.6	—	846.0	—	766.8	—	1,997.6	—
500	121.5	—	307.3	—	969.2	—	891.0	—	2,115.0	—
1,000	136.6	—	382.5	—	1,066.4	—	991.3	—	2,201.6	—
2,000	152.3	—	473.7	—	1,166.3	—	1,096.1	—	2,285.7	—
5,000	174.5	—	626.6	—	1,303.5	—	1,243.3	—	2,394.5	—

4. 比較 考察

前章에서 실은 前·後半期別, 方法別, 雨量 資料를 地點別, 圈域別, 全國 順으로 比較檢討하기로 하였다.

4.1. 地點別 比較

前半期 84個 地點과 後半期 61個 地點의 確率降雨量에서 再現期間 2年の 경우, 年間과 春季 및 夏季의 最大雨量値와 最小雨量値가 發生한 地點 및 그 量은 <표 4-1>과 같다.

<표 4-1> 再現期間 2年の 最大 및 最小 雨量과 그 地點(單位: mm)

區 分	年	春 季	夏 季
前半期	最大値 하동	1,492.6	양정 791.5
	最小値 경승	802.9	울진 410.5
後半期	最大値 하동	1,726.2	의정부 825.5
	最小値 안동	904.8	화천 376.2

<표 4-1>과 前章의 <그림 3-1~3>을 살펴보면, 前·後半期の 雨量의 變動이 크다는 事實을 쉽게 알 수 있을 것이다. 即 量的으로는 最大値와 最小値 共히 前半期보다 後半期가 增加되고 있으며, 特히 年 最大値인 경우, 230餘mm가 增加한 것으로 나타났다. 但 夏季의 경우는 變動의 幅이 적은 것으로 나타났다. 空間的으로는 <표 3-1~3>에서와 같이 多雨地點이 增加한 사실을 알 수 있을 것이다.

4.2. 圈域別 比較

<표 3-2> 圈域別 面積 降水量과 比較하기 위하여 前半期 29年, 後半期 20年에 對하여 各各 月別 및 季節別 그리고 年雨量을 算術 平均한 값으로 Thiessen法과 等雨線法으로 平均 面積 降水量을 算定한 바는 <표 4-2>와 같다.

4.2.1. 方法別 比較

等雨線法과 Thiessen法에 依한 結果値를 相互比較하면 <표 3-2>와 <표 4-2>에서 全般的으로 等雨線法の 結果値가 적은 것으로 나타났으며, 再現期間이 增加할 수록 兩方法의 結果値의 差가 增加하는 것을 알 수 있

을 것이다. 이것은 地點 雨量値가 平均 面積 雨量値에 미치는 영향이 等雨線法の 경우에 더 적은 까닭이 아닌가 생각되며, V圈域의 경우는 太白山脈의 地形적 影響으로 等雨線法の 結果値가 더 크게 나타났다고 생각된다.

4.2.2. 前·後半期別 比較

前半期와 後半期の 平均 面積 降水量을 比較한 內容은 <표 4-3>과 같으며, 이것으로부터 再現期間 2年の 경우는, 12月, 6月, 7月, 9月 降水量이 감소하고 그 밖에는 增加한 사실을 알 수 있다. 季節別로 보면 全圈域이 春季雨量의 變動幅이 가장 크다는 사실을 알 수 있으며, 年雨量의 경우는 各 圈域 모두 50~90mm 정도 增加하고 있다는 사실을 알 수 있다. 또 再現期間이 增加할수록 後半期 降水量이 감소하는 趨勢도 알 수 있으며, 이것은 年平均 雨量은 增加했으나 大雨量의 頻度는 오히려 줄어들었다는 것을 말할 수 있을 것이다.

年間 降水量에 對해 季節別 雨量이 차차하는 量的 變動趨勢를 알기 위하여 圈域別로 相關解析을 實施한 結果, 그 相關圖은 <그림 4-1>과 같으며, 이것으로부터 夏季의 경우는 全圈域 모두 後半期 降水量이 감소했으며, 春季, 秋季의 경우는 모두 後半期에 와서 降水量이 前半期보다 增加한 事實을 알 수 있으나, 前半期에서는 秋季降水量이 春季보다 큰 반면, 後半期에 와서는 V圈域을 除外하고 오히려 春季 降水量이 秋季보다 더 많아졌다는 사실을 알 수 있다.

但 <그림 4-1>에서는 分量 關係上 III, V圈域의 相關圖만 表示하였다.

4.3. 全國 面積 降水量 比較

全國의 경우 <표 4-3>을 보면 12, 6, 7, 9月 雨量이 감소한 外에는 後半期 雨量이 거의 增加한 事實을 알 수 있으며, 季節別로는 春季 雨量의 增加幅이 가장 크며, 月別로는 4月 雨量의 增加幅이 가장 크다. 年雨量의 경우는 再現期間 2年일 데만 後半期 雨量이 增加했으며, 面積 降水量 算定 方法에 따라서는 큰 差가 나지 않은 것으로 볼 수 있다.

Y-K法에서는 再現期間 2年の 降雨量을 年平均 降水量

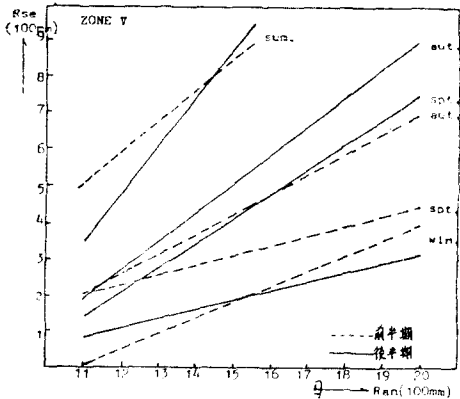
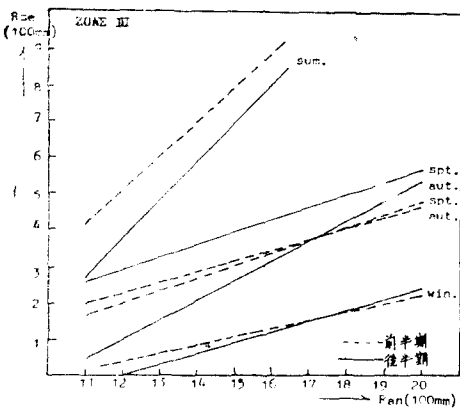
〈丑 4-2〉 算術平均値法 對位 平均 面積 降水量

區分	圖域方法	12	1	2	冬季	3	4	5	春季	6	7	8	夏季	9	10	11	秋季	年
I	①	25.3	19.3	22.4	66.9	34.3	70.8	83.2	188.3	122.2	336.4	219.1	677.7	122.3	39.2	39.8	201.5	1134.3
	②	23.9	18.0	—	62.5	—	—	—	187.1	—	337.0	215.4	667.3	—	—	—	194.4	1116.8
II	①	33.0	22.9	25.8	81.7	38.0	80.4	82.5	200.9	148.6	296.8	224.4	669.8	140.7	43.7	44.4	228.8	1181.2
	②	32.5	22.5	—	79.9	—	—	—	199.4	—	295.9	220.9	660.2	—	—	—	224.7	1159.6
III	①	36.9	29.6	32.8	99.3	49.6	100.8	102.4	252.9	181.4	251.4	232.3	665.0	157.4	56.3	43.8	257.5	1274.6
	②	37.4	29.7	—	97.3	—	—	—	249.9	—	251.1	232.3	659.8	—	—	—	254.7	1279.3
IV	①	24.2	20.2	26.6	71.0	42.7	81.5	88.9	213.0	151.7	232.0	184.5	568.0	140.5	43.6	32.4	216.4	1068.6
	②	24.1	19.9	—	70.0	—	—	—	213.2	—	229.3	181.5	567.1	—	—	—	210.5	1083.7
V	①	31.2	28.0	38.3	97.5	47.6	72.2	78.5	198.3	121.5	221.1	180.3	522.9	151.8	56.3	47.5	255.6	1074.2
	②	29.6	25.8	—	99.3	—	—	—	203.6	—	209.1	169.2	519.7	—	—	—	250.4	1073.6
全國	①	28.9	22.7	27.4	79.0	41.0	80.5	87.1	208.6	144.6	274.9	208.7	628.3	139.5	45.6	40.0	224.9	1140.8
	②	28.3	22.0	—	76.9	—	—	—	208.6	—	273.6	204.9	621.1	—	—	—	219.8	1136.6
I	①	20.4	24.6	28.1	73.1	48.5	92.4	81.7	222.5	129.6	310.9	255.3	695.9	136.1	44.4	39.0	219.5	1211.1
	②	18.5	21.6	—	67.3	—	—	—	221.9	—	307.4	244.7	687.4	—	—	—	208.8	1181.8
II	①	26.5	30.8	34.6	91.8	57.7	105.0	93.9	256.6	136.1	266.3	224.4	626.8	138.8	51.5	50.4	240.7	1215.8
	②	26.9	30.0	—	90.6	—	—	—	255.6	—	270.9	221.7	620.7	—	—	—	242.0	1208.2
III	①	29.5	38.3	43.8	111.6	67.1	132.0	122.0	321.1	181.9	253.8	227.1	662.8	146.4	55.4	55.7	257.4	1353.0
	②	28.8	35.0	—	109.7	—	—	—	314.5	—	261.1	221.8	687.0	—	—	—	260.2	1350.9
IV	①	19.9	24.1	32.6	76.7	60.6	107.6	98.2	266.4	147.4	240.3	192.4	580.0	132.2	49.6	44.4	226.2	1149.3
	②	19.6	23.3	—	74.3	—	—	—	266.7	—	243.1	190.8	572.5	—	—	—	227.5	1140.3
V	①	27.6	35.2	40.9	103.8	63.7	90.6	87.4	241.7	123.2	207.9	195.1	526.2	148.0	72.4	57.6	278.1	1149.7
	②	32.2	38.1	—	118.2	—	—	—	264.8	—	192.7	195.0	509.3	—	—	—	297.5	1128.9
全國	①	23.6	28.8	34.3	86.7	58.0	105.0	95.4	258.4	143.2	262.8	221.6	628.6	138.4	51.6	47.2	237.2	1210.8
	②	23.5	27.5	—	84.9	—	—	—	262.4	—	264.0	26.4	623.1	—	—	—	237.5	1195.5

①：Thiessen法，②：等雨線法

〈表 4-3〉 前・後半期 面積 降水量 增減表

圈域	再現 期間	12	1	2	冬季	3	4	5	春季	6	7	8	夏季	9	10	11	秋季	年
		I	2 10 20	-1.6 -14.7 -22.4	2.7 14.4 22.0	3.7 13.1 17.2	7.4 7.0 5.9	10.2 32.9 44.6	7.1 68.8 100.3	-7.9 16.7 30.7	19.8 103.9 140.3	-9.1 53.4 96.2	-8.9 -76.7 -111.8	29.4 58.5 74.8	25.5 -69.3 -104.7	9.7 38.0 52.2	3.8 13.6 19.5	-1.7 3.4 6.3
II	2 10 20	-4.3 -16.0 -20.7	3.7 19.7 30.1	5.4 24.8 33.8	7.6 18.4 23.9	12.9 50.5 68.5	16.1 57.0 78.4	6.8 42.8 59.3	47.9 122.8 151.5	-14.5 5.1 17.3	-11.0 -98.2 -136.4	15.5 -39.4 -72.3	-25.5 -166.2 -219.9	-4.4 12.1 16.0	5.1 19.4 24.5	1.9 17.3 25.8	12.0 36.3 41.7	50.2 -89.6 -143.7
III	2 10 20	-1.2 -23.6 -35.9	1.3 20.6 38.1	9.5 25.3 30.8	8.7 13.8 16.4	11.4 44.2 64.5	29.8 52.8 63.0	18.4 47.1 53.5	70.9 104.1 107.4	-14.4 29.4 58.3	11.5 -20.0 -34.1	-11.7 28.4 52.1	-5.9 -17.0 -16.8	-28.0 20.4 50.5	-3.7 11.6 20.5	5.3 27.9 42.1	-11.3 28.6 49.8	86.4 49.3 34.5
IV	2 10 20	0.5 -13.9 -22.8	2.6 11.2 18.5	3.2 18.3 25.0	8.3 -0.2 -5.0	13.2 41.9 55.4	22.2 48.2 60.8	7.6 30.6 39.2	52.1 94.1 107.8	-8.7 6.5 16.9	9.4 -5.1 -7.2	4.1 31.4 45.6	24.3 -33.0 -58.6	-22.9 32.8 67.9	6.9 8.4 7.6	6.7 29.2 44.0	4.8 38.6 52.5	91.5 17.3 -12.7
V	2 10 20	0.2 -16.9 -28.7	5.5 19.1 26.4	-0.7 13.4 20.7	15.5 -9.4 -27	14.4 29.3 33.6	14.4 37.3 48.4	11.5 18.8 19.2	37.5 75.3 91.8	-4.7 25.3 43.1	-6.0 -18.1 -52.6	11.2 45.9 65.0	-0.6 -26.0 -29.1	-0.4 -6.6 -11.3	15.9 25.0 27.9	3.4 31.5 52.1	22.1 51.6 55.5	92.9 -24.9 -69.9
全國	2 10 20	-1.3 -16.4 -25.0	3.0 15.9 25.2	4.3 18.8 25.0	8.6 6.5 4.8	12.1 40.3 54.3	17.3 55.1 74.0	5.2 30.6 31.2	43.9 102.1 123.5	-10.5 24.1 47.1	-0.3 -48.0 -69.5	11.7 25.3 32.4	8.3 -66.1 -93.8	-8.8 24.6 43.2	4.9 13.9 18.0	2.9 19.7 30.3	7.1 43.4 57.6	81.6 -9.3 -44.5
算術平 均値對 於面積 降水量	I II III IV V 全國	-4.9 -6.5 -7.4 -4.3 -3.6 -5.3	5.3 7.9 8.7 3.9 7.2 6.1	5.7 8.7 11.0 6.0 2.6 6.9	6.2 20.1 12.3 5.7 6.3 7.7	14.2 19.7 17.5 17.9 6.1 17.0	21.6 24.6 31.2 26.1 18.4 24.5	-1.5 11.4 19.6 9.3 8.9 8.3	34.2 55.7 68.2 53.4 43.4 49.8	7.4 -12.5 0.5 -4.3 1.7 -1.4	-25.5 -30.5 2.5 8.3 -13.2 -12.1	36.2 0.0 -5.2 8.1 14.8 12.9	18.2 -43.0 -2.2 12.0 3.3 0.3	13.8 -1.9 -11.0 -8.3 -3.8 -0.9	5.2 7.8 -0.9 6.0 16.1 6.0	-0.8 6.0 11.9 12.0 10.1 7.2	18.2 11.9 -0.1 9.8 22.5 12.3	76.8 34.6 78.4 80.7 75.5 70.0



〈그림 4-1〉 年季節面積降水量相關圖

과 같도록 設定한 바, 以上에서와 같이 後半期에 와서 增加한, 再現期間 2年の年間降水量 即 年平均降水量을 圈域別로 提示하면 〈표 4-4〉와 같다.

〈표 4-4〉 再現 期間 2年の年間面積降水量 (單位 : mm)

方法	圈域	\bar{R}_1	\bar{R}_2	\bar{R}_3	\bar{R}_4	\bar{R}_5	全國
Thiessen法		1188.2	1201.1	1328.9	1131.4	1139.4	1192.2
等雨線法		1160.2	1185.1	1329.7	1134.4	1135.5	1180.9

5. 結 論

本 論文의 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 地點 雨量에 있어서 多雨 地點의 降水量이 後半 期에 와서 현저히 增加했으며, 이것은 從來 前半期 資料集團의 解析 結果值를 上向 調整할 것을 暗示하는 것으로 생각된다.

2. V圈域의 경우, 山岳 效果가 고려되는 等雨線法의 적용이 適當한 것으로 사료되며 Thiessen法의 結果 值와 比較한 바 差가 큰 것으로 나타났다.

3. 年雨量의 경우, 後半期의 資料 解析 結果로 보아 各 圈域 共히 50~90mm 정도 增加하고 있으며 全國의 으로는 70~80mm 정도 增加한 事實을 알 수 있다.

4. 特히 增加幅이 큰 季節이 春季이며, 年間 降水量에 對한 春季 降水量의 比重이 近來에 와서 秋季 降水量보다 增加한 事實은 水資源 適期 確保 方案 樹立이라는 觀點에서 特記할 事項이라 할 수 있겠다.

5. 現在 全國의 年平均面積 降水量值 1,159mm는 上向 調整되어야 할 것으로 보며, 1,180mm 程度가 될 것으로 생각한다.

感謝의 말씀

本 研究는 韓國科學財團 研究費의 도움으로 이루어졌으며, 同 財團 關係者 諸位에게 깊은 感謝를 드립니다. 또한 本 研究의 遂行에 있어서 많은 協助를 하여 주신 研究員 여러분과 電算處理를 맡아 주신 연세대학교 컴퓨터센터 關係者들에게 感謝드립니다.

앞으로의 課題

本 研究가 완료됨으로서 다음과 같은 연구가 계속 수행되어야 하겠다.

圈域別 平均面積 降水量을 算定하므로써 全國土 위에 낙하되는 降水의 總容量을 推定하며 나아가 流出量을 把握하고, 圈域別 可用水資源量을 推定하여야 할 것이다. 이로부터 水資源의 季節別 適期 確保方案樹立과도 연결되어야 할 것이다.

2年次, 3年次 研究 課題를 열거하면 아래와 같다.

1. 2年次 研究 課題

- a) 流域別 물 수지에 관한 研究
- b) 流域別 可用水資源의 推定 研究
- c) 水資源의 季節別 適期 確保 方案

2. 3年次 研究 課題

- a) 最大 可降水量의 推定 研究
- b) 確率 降水量에 관한 研究

參 考 文 獻

1. Mayer, A.F. : "The Elements of Hydrology", John Wiley and Sons, Inc. 1st ed. New York, 1951.
2. M.M. Bernard : "A Formulas for Rainfall Intensity of Long Duration", Trans. ASCE, Vol. 96, 1932, pp. 592~624.
3. Yarnell, D.L. : "Rainfall Intensity-frequency Data", U.S. Dept. Agr. Misc. Pub. 204, 1935.
4. V.T. Chow : "Design Charts for Finding Rainfall Intensity Frequency", Water & Sewage Works, Vol. 99, No. 2, 1952.

5. U.S. Weather Bureau : "Rainfall Intensity for Local Drainage Design in the United States", Tech. Paper, No. 23~29, 1953~1959.
6. 正務・草間 : "水文氣象學", 地人書館, 1955, pp. 108.
7. 岩井重久・石黑政儀 : "應用水文統計學", 森北出版株式會社, 東京, 1970, pp. 178.
8. 岩井重久・石黑政儀 : "應用水文統計學", 森北出版株式會社, 東京, 1970, pp. 12~235, pp. 241~255.
9. 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", 大韓土木學會誌 15卷 3號, 1967, pp. 28~33.
10. 李元煥 : "우리나라 地點 降雨의 水文, 統計의 特性에 關한 研究", 大韓土木學會誌 22卷 1號, 1974, pp. 1~20.
11. F.C. Bell : "Generalized Rainfall-Duration-Frequency Relationships", J. of Hydraulic Div. ASCE, Vol. 95, 1969, pp. 311~327.
12. E.E. Farmer : "Rainfall Intensity-Duration-Frequency Relations for the Wasatch Mountains of Northern Utah", W.R.R. Vol. 8, No. 1, 1972, pp. 266~271.
13. V.R. Baghirathan & E.W. Shaw : "Rainfall Depth-Duration-Frequency Studies for Sri Lanka", J. of Hydrology, Vol. 37, 1978, pp. 223~239.
14. G.N. Summer : "The Prediction of Short-duration Storm Rainfall Intensity Maxima", J. of Hydrology, Vol. 37, 1978, pp. 91~100.
15. 建設部 : "韓國水文調查書", (雨量編), 1963.
16. 中央觀象臺 : "氣象月報"
17. 中央觀象臺 : "氣象年報"
18. 尹龍男 : "水文學", 清文閣, 1977, pp. 34~37.
19. 李元煥 : "우리나라 主要地點에 있어서의 降雨解析에 關한 水文統計學的 研究", 韓國水文學會誌 5卷 2號, 1972, pp. 31~43.
20. 李元煥 : "우리나라에 있어서의 確率 降雨量 算定에 關한 比較考察", 韓國水文學會誌 4卷 2號, 1971, pp. 86~93.
21. 李元煥 : "우리나라 地點 降雨의 水文統計의 特性에 關한 研究", 大韓土木學會誌 22卷 1號, 1974, pp. 69~75.
22. 李元煥 : "韓國 確率 降雨量圖 作成을 爲한 水文學的 研究", 韓國水文學會誌 10卷 1號, 1977, pp. 39~51.
23. 尹龍男 : "水文學", 清文閣, 1977, pp. 44~47.