

韓國에 있어서 降雨強度의 變化에 關한 研究

(降雨強度式의 誘導)

The Study to Derive Empirical Formula of Rainfall Intensity in Korea.

朴 成 宇
Sung Woo Park

Summary

In the design of general hydrological structures, it is well known that the design flood is of importance in the design of those structures. As the design flood is estimated using the design storm, the design storm is defined by the rainfall intensity itself. Though I had studied and reported many times the reports about the rainfall-intensity in my country, poorly I did not study the long-period variation of the intensity through each section in my country before. But now, in the basin area of the Han river and the Keum river, the self-recorded rainfall charts of the single storms, which are mostly above rainfall amount of 30mm and data of about 4500 with the 150 stationyear, were analyzed. And then, the intensity formula of the hourly unit is estimated using the period from 10 minutes to 5 days. The method to analyze and estimate them, and the final results will be summarized as mentioned below:

(i). At first I intended to select out the homogeneous watersheds of three, one in the Han river and two in the Keum river. But I would select the northern and the southern river basins, and westward from Koan station, in the basins of the Han river. Also I would select the upstream area, and the downstream area including the watershed of Chungjoo, Kongjoo, Chupungryung, and the Mt. Sock, in the basins of the Keum river. Finally, I could find that there couldn't be decided the homogeneous watershed to select watershed in the Keum river basin. So, I

decided out and analyze only the river basins of the Han river with limitation mentioned above.

(ii). The statistical method to select out the homogeneous watersheds is the test of homogeneous variance, and it is estimated from the following equation:

$$X^2_{n_1} = [\sum(n_i - 1) \log \bar{S}^2 - \sum(n_i - 1) \log S^2] \times \log e$$

(iii). Actually, each homogeneous watershed has individually its own intensity formula. But I would express them as the actual amount, because the equation of intensity variance is experiential and theoretical equation of the variance. Therefore the caluating equation is actually more convenient in the actual uses.

(iv). This report is one of the series for me to give the basis to the actual designs. The cost for this study is provided by the Ministry of Construction. And the designs of the hydrological structures in the watersheds with limitation mentioned above may be concerned with and based upon this report.

I. 序 論

一般 水利構造物의 設計에 있어서 設計洪水量은 그 構造物設計의 基準이 된다. 이 計劃洪水量의 誘導는 設計降雨에 依하여 求하여지는 것이며 設計降雨量을 알지 못할 때는 實際와 아주 다른 水文量에 依하여 設計하게 되고 따라서 그 結果에 對해서는 더 이상 말할 필요도 없다. 이러한 問題에 對해서 外國에서는 그 地方에 알맞는 任意의 連續時間 (Storm duration)에 對한 降雨強度를 쉽게 얻을 수 있도록 曲線 또는 實驗式을 마련해 두었다. 그런데 筆者는 우리나라의 日降雨量에 對한 時降雨量을

* 서울大學校 農科大學

$y=12.1+\frac{1681}{x}$ 의 實驗式이나, 連續 5時間의 每 10分마다의 分布率에 依한 強度變化를 發表한바 있거니와 이것 이외는 아직 實用的으로 利用可能한 것은 없다. 그리고 또 그 이외의 境遇 卽 24時間降雨의 境遇에는 日本人 物部氏(모노노베)의 分布式을 利用하는 程度이다.

이상과 같은 實情에서 一切의 水利構造物의 設計에 絶對的으로 必要한 降雨強度式이 우리에게 없다는 것은 科學面에 있어서 後進性을 면치 못한 하나의 例이다. 따라서 이 問題의 解決을 爲하여 우선 漢江流域과 錦江流域에 對한 研究調査를 하였다.

이러한 研究는 1914年以來 Hazen, Foster, Kimall, Gumbel, Slade, Thomas 等に 依하여 數理統計學的인 見地에서 日最大降雨量 또는 年最大洪水量의 推定을 하기 始作한 以來 이것을 發展시켜 時間單位의 降雨強度變化를 꾸준히 많은 水文學者들에 依하여 究明되어 있다.

元來 이 方法은 두가지로 나눌수 있는데 그중 하나는 任意單位時間內의 實際의 降雨量을 測定하여 自體值를 觀測度數 N에 對한 極值極限法을 利用하는 方法이며 이것은 洪水量이나 日最大降雨量을 推定해오던 方法과 같은 方法이다. 또 하나의 方法은 많은 自記紙를 任意單位의 時間에 對한 降雨強度를 하나 하나 分析해 나가는 方法이며 그중 最大 強度值만 줄여서 實際의 強度變化式을 一般化하는 方法이다. 前者의 境遇에는 한 地點에서 長期間의 記錄值가 있으면 可能하지만 그렇지 않을 境遇에는 不可하다. 또 後者의 境遇에도 同質流域(Homogeneous Watershed) 內에서의 觀測點이 많은 境遇에는 Station year method에서 累加하는 便利한 方法도 있기는하다. 要컨데 自然現象의 統計的 處理를 하는데 있어서 大數의 法則(Large Number Law)을 適用시켜 Standard error 를 最少로 하자는 것이며 그의 信賴度를 높히자는 것에 있다. 또 後者의 경우에는 降雨自體의 本質的인 面 卽 One storm, or Single Storm에 對한 Intensity의 變化를 究明할 수도 있는 利點이 있어서 前者의 境遇보다 좀 더 學問的인 興味도 있기는하다. 그러나 事實 數千個의 Single storm을 하나 하나 分析하고 그의 Intensity의 變化를 究明한다는 것은 實際에 있어서 대단히 어려운 일이다. 우리나라에서는 前述한 바와 같이 筆者에 依하여 1964年에 日降雨值에 對한 한時間強度를 Percentage에 依하여 表示하는 一般式을 주었고 또 連續5時間의 日降雨에 對한 Percentage에서 그 總

對量을 求하고 그 값에서 10分마다의 分布率을 찾는 方法을 提示한바 있다. 이 方法은 그 論文에도 說明했거니와 우리나라의 流域의 크기가 時間降雨만으로 有效할 것이라고 생각했지만 近來에 와서 複合 Unit Hydrograph를 單純 Unit-Hydrograph에 할 境遇 그리고 內水位의 變化와 外水位의 變化에 依하여 誘導한 洪水追跡上 長期間의 降雨를 取해야 할 境遇가 많다. 卽 排水計劃에 있어서의 Design storm은 二,三日의 長期降雨를 擇할 境遇가 많기 때문이다.

本 研究는 우리나라에서 利用을 目的으로 하였으며 또 降雨特性에 對하여 一般의 見解를 提示하고자 하였다.

Ⅱ. 使用資料 및 方法

1. 使用資料

本 研究에 使用한 資料는 自記雨量紙의 30mm 以上の storm에 對하여 漢江一般流域과 錦江流域에 對한 150 station-year 中約 4,500個의 自記紙를 分析하였다.

2. 研究方法

(i) 本 研究의 目的은 한 水文地點에서의 任意單位時間에 對한 Recurrence interval과 그의 값을 求하자는 것은 아니고 한 地點에서 많은 觀測值를 整理하여 所要單位時間마다의 強度를 計算했다. 計算하는 方法은 普通 水文學教科書에 있는 方法에 따랐다.

(ii) 相似流域抽出

漢江流域에서 우선 地帶的으로 北漢江 地區와 南漢江 地區 그리고 高安以西의 서울地區로 區分했다.

(가) 第一地區 北漢江

華川, 인제, 春川, 斗村, 創村, 기린, 강능,

(나) 第二地區 南漢江

여주, 忠州, 정선, 橫城, 平昌,

(다) 第三地區 서울地區

서울, 議政府, 水原, 龍仁,

等으로 區分했다. 同質流域의 判斷을 우선 同一集團에 依한 同量의 降雨가 同時에 내린다는 地域을 우선 여기서는 同質流域이라고 規定지었다.

Ⅲ. 結果 및 考察

다음은 第三地區인 서울地區의 檢定方法의 例이다. 卽 1965年 6月, 7月, 8月, 9月의 4個月의 階層抽出法에 依한 日降雨記錄을 同月 同日의 값을 取하여 그의 各地點이 가지는 小集團構造가 同一母集

團의 값이라고 推定하는 方法을 取한다. 即 實地的 計算方法은 다음과 같다.

日 字	降雨量		서 울	議 政 府	水 原	龍 仁	備 考
	1	11					
一 九 六 五 年	6 月	1	0	0	0	0	0
		11	0	0	0	0	0
		21	0	0	0	0	0
		30	0	0	0	0	0
	7 月	1	0.4	0	0	0	0
		11	16.0	7.8	29.2	23.3	0
		21	1.7	0	24.4	0	0
		22	16.0	50.5	10.8	49.0	0
		30	0	0	1.0	0	0
	8 月	1	0	0	0	0	0
		11	8.4	1.0	1.0	0	0
		12	0.4	20.0	22.9	23.0	0
21		0	0	0	0	0	
9 月	1	0	0	0	0	0	
	11	0	0	0	0	0	
	21	0	0	0	0	0	
	30	0	0	0	0	0	

위의 表는 1965年 6月~9月 사이에 同月 同一日 各 測點에 내린 日降雨記錄으로서 同一集團에 依한 同量의 降雨을 내릴 수 있는 것의 如否를 Test하려 한다.

即 標本四個가 階層意識抽出에 依한 小集團이며 이 集團群이 同一 母集團에 屬하는가의 如否를 Test 하려는 것이다.

Test는 다음과 같이 한다.

X^2 -Homogeneity location test. Used formula

$$X^2_{k-1} = \sum (n_i - 1) \log \bar{S}_i^2 - \sum (n_i - 1) \log S_i^2 \times e$$

Ho: Homogeneity

위 式의 計算式은 다음과 같다.

區 分	$(n_i - 1)$	S_i^2	$\log S_i^2$	$(n_i - 1) S_i^2$	$(n_i - 1) \log S_i^2$
서 울	18	33.8	1.53148	608.4	
수 원	18	91.8	1.96379	1625.4	
의정부	18	350.4	2.54456	6307.2	
용 인	18	37.0	1.56820	666.0	
Σ	72			9234.0	136.95

$$\bar{S}_i^2 = \frac{9234.0}{72} = 128.0$$

$$\sum (n_i - 1) \log S_i^2 = 136.95$$

$$\sum (n_i - 1) \log \bar{S}_i^2 = 138.19$$

$$\therefore X^2_{k-1} = [\sum (n_i - 1) \log \bar{S}_i^2 - \sum (n_i - 1) \log S_i^2] \times 2.301$$

$$= 2.87$$

$$df = 4 - 1 = 3 \quad 5\% \text{ Level}$$

$$\text{Theoretical } \Sigma x^2 = 7.815$$

$$2.87 < 7.815$$

\therefore Accept hypothesis

即 同四個標本은 同一母集團에 屬한다 라고 말할 수 있게 된다.

여기 또 仁川을 包含시키면

$$\Sigma x^2_{k-1} = 48.3$$

이며 理論 x^2 의 값 7.815에 比해서 超過한다. 故로 仁川은 이 地域內에 들어가지 않는다.

以下 이와같은 方法에 依하여 前記한 二個地域도 區分된다.

다음 錦江流域에 對해서는 地形上

(가) 第一地區

安城場, 용담, 錦山地區

(나) 第二地區

淸州, 公州, 連山, 秋風嶺

등의 二個地域으로 나누었다.

이것에 對한 各各의 同質流域抽出을 爲한 計算은 다음의 表와 같다.

即 同一集團에 依한 同月 同일이 降雨量이 같은 경우는 이 地域은 同性流域이라고 定義하고 이것을 證明하기에는 同一標本이 同一母集團에서 抽出되었다는 統計學的인 證明을 하면 되는 까닭으로 다음의 表와 같이 各各의 區域에 對하여 調査하였다.

이들의 表에서 各各의 變量值를 $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$ 의 記號에 依하여 表示하고 그에 對한 統計諸量(Statistic)를 計算하면 다음과 같다.

$$X_1 \dots \dots \dots SS_{X_1} = 3780.5 \quad S_1^2 = 80.4 \quad N = 48$$

$$X_2 \dots \dots \dots SS_{X_2} = 5475.6 \quad S_2^2 = 116.5 \quad N = 48$$

$$X_3 \dots \dots \dots SS_{X_3} = 9374 \quad S_3^2 = 199.5 \quad N = 48$$

$$X_4 \dots \dots \dots SS_{X_4} = 19698.0 \quad S_4^2 = 419.5 \quad N = 48$$

$$X_5 \dots \dots \dots SS_{X_5} = 15797.17 \quad S_5^2 = 336.11 \quad N = 48$$

$$X_6 \dots \dots \dots SS_{X_6} = 2406.9 \quad S_6^2 = 51.2 \quad N = 48$$

以上的 各表에서 X_7 Group 即 秋風嶺은 地域的으로 보아서 于先 除外하고 (X_1, X_2, X_3)集團과 (X_4, X_5, X_6)의 二個 母集團으로 區分한다.

이 두個의 即 第一地區에서의 適用函數는 前과같이 X^2 Location Homogeneity test에 依한 것이며 Used

年월일	구분							년월일	구분						
	安城場	용담	금산	清州	公州	連山	秋風嶺		安城場	용담	금산	清州	公州	連山	秋風嶺
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
66年 5月 5日	0	20	0	0	6.0	0	0	8月 5日	5.1	1.1	11.0	0	28.5	2.6	11.4
	0	0	0	0	0	0	0		0	0	1.7	30.0	1.5	7.1	
65年 10月 10日	20	0	1.0	0	0	0	0	10日	0	0	0	0	37.0	0	6.7
	0	0	0	0	0	0	0		29.4	24.2	35.6	45.0	37.0	58.2	
15日	0	0	0	0	0	0	0	15日	0	0	0	0	0	0	
	0	0	3.3	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
20日	12.0	0	0	0	0	0	3.8	20日	14.0	53.9	41.2	0	46.0	42.0	
									0	10.6	23.0	0	4.1	0	
25日	0	4.2	72.1	20.0	90.0	0	0	25日	35.0	4.0	0	0	13.4	2.0	
	0	0	1.7	0	2.5	0	0		0	0	0	0	0	0	0
30日	14.2	3.8	19.1	10.0	2.5	0	0	30日	0	13.3	9.4	0	0	20.0	42.9
	0	0	0	0	0	0	0		26.5	22.7	15.0	7.50	8.4	15.3	
7月 5日	12.7	0	0	0	0	0	0	9月 5日	8.3	5.0	11.8	0	44.5	16.0	0
	0	0	0	5.0	0	5.3	0		0	0	0	0	0	0	
10日	0	0	0	0	0	0	21.6	10日	0	0	2.0	0	3.5	0.3	1.5
	27.4	43.2	35.0	85.0	0	32.7			0	0.5	0	0	3.6	0	
15日	20	0	0	75.0	0	8.2		15日	0	0	0	0	0	0	0
	14.5	3.2	8.0	0	1.8	0	10.8		0	0	0	0	0	0	
20日	0	0	6.4	0	0	0.2		20日	0	0	0	0	0	0	0
									0	0	0	0	0	0	0
25日	0	1.4	0	0	2.9	0	4.0	25日	0	0	0	0	0	0	0
	1.7	0	0	0	0	1.6	2.6		0	0	0	0	0	0	
30日	0	0	0	0	1.0	0		30日	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	25.0	0	12.7		0	0	0	0	0	0	0

formula.

$$X^2_{k-1} = [\sum(n_i-1) \log \bar{s}_i^2 - \sum(n_i-1) \log s_i^2] \times 2.3026$$

H0: Homo of variance under the degree of freedom

5% Signioicant level.

여기서

$$S_i^2 = \frac{61910.3}{141} = 439.08$$

$$\sum(n_i-1) \log S_i^2 = 341.65945$$

$$\log \bar{S}_i^2 = 2.64246$$

$$\ast X^2_{k-1} = [\sum(n_i-1) \log \bar{S}_i^2 - \sum(n_i-1) \log S_i^2] \times 2.3026$$

計算表는 다음과 같다.

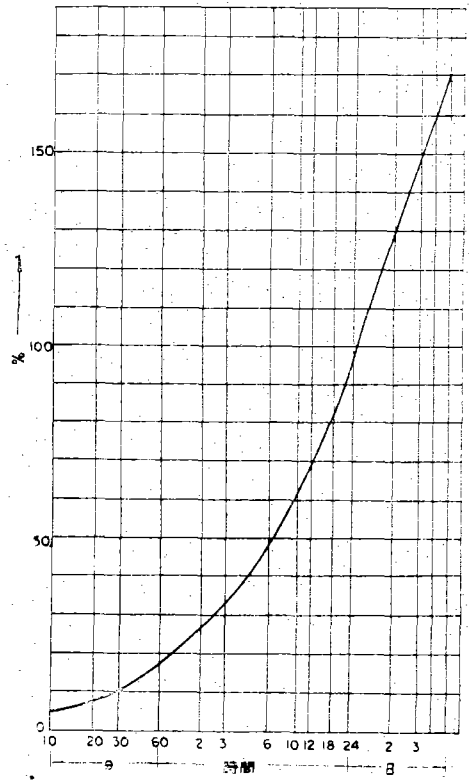
區分	(n_i-1)	S_i^2	$\log s_i^2$	$(n_i-1)s_i^2$	$(n_i-1) \log S_i^2$
安城場	47	80.4	1.90390		
용담	47	116.5	3.06633		
금산	47	199.5	2.29993		
Σ	141			61910.3	341.65945

$$\sum(n_i-1) \log \bar{S}_i^2 = 141 \times 2.64246 = 372.58686$$

Time	Percentage	Time	%
10min	4.38(%)	7	55.46
20	7.63	8	60.05
30	10.43	10	62.55
40	12.76	15	81.31
50	15.01	20	91.74
1hr	17.51	24	100.00
2	27.52	2(day)	130.10
3	35.02	3	147.20
4	41.70		160.13
5	45.87	5	170.14
6	50.00		

降雨深一期間曲線

(1N%)

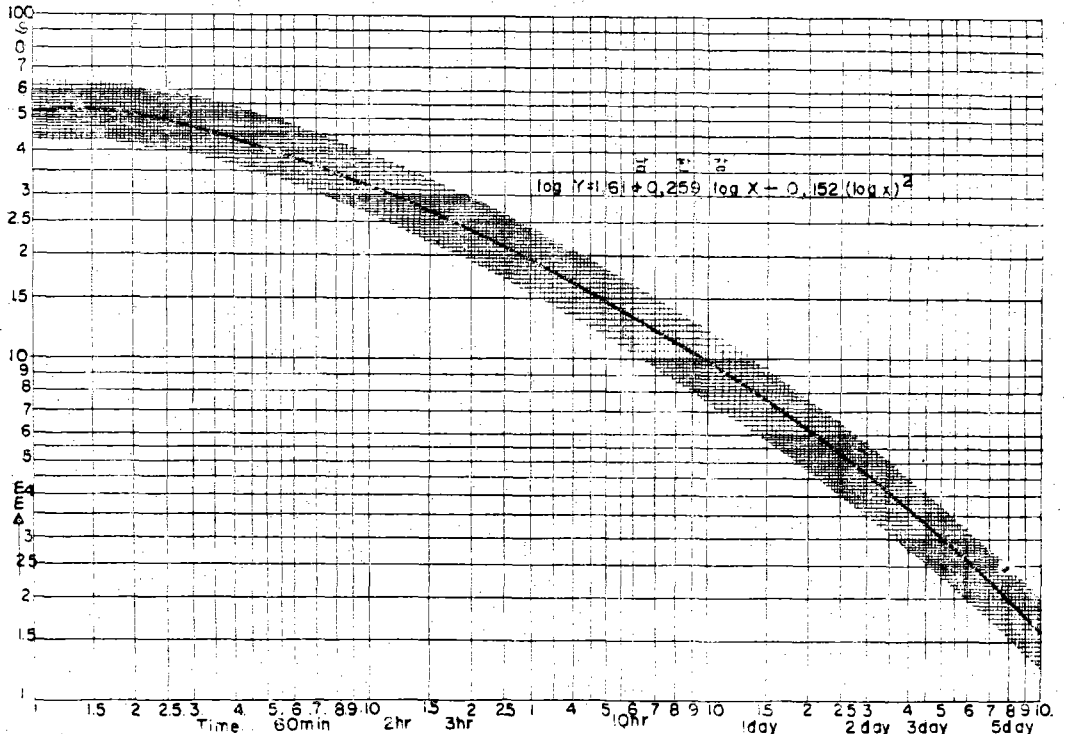


(iii) $350\text{mm} \times 45.87\% = 160.54\text{mm}$

$\therefore 32\text{mm/hr}$ 의 Intensity

以上과 같은 方法에 依하여 任意의 降雨에 對한 任意의 Duration의 降雨量과 Intensity를 求하게 된다.

다른 二個의 實驗式에서도 이와같은 方法에서 利用된다.



IV. 結 論

우리나라가 비록 狹少하다고 하지만 그의 水文性은 多樣하며 一律的인 水文處理는 不可하다는 것은 專門分野에 從事하는 사람들은 누구나 다 알고 있는 바이다. 더욱 外國의 水文處理方法을 模倣하거나 各種의 實驗式이나 其他係數를 使用하고 있는 경우가 많지만 이것은 우리로서는 받아들일 수 없는 處事이며 이러한 點은 또한 累次에 걸쳐서 強力히 主張해 온바 있었다. 이論文은 이와 같은 理論에서 우리나라 水門等을 展開시키기 爲한 筆者의 例年の 作業의 한 結果이며 적어도 諸江流域에서는 誘導된 實驗式에 依하여 充分한 Design Storm으로서 利用價値가 있다고 생각된다. 錦江流域의 경우에는 좀더 그의 Net work를 다시 整理할 必要가 있을 것 같고 研

究가 계속되어야 할 必要를 느끼는 바이다. 今般 錦江流域 開發이 提唱되고 있는 이마당에 모든 水利事業의 첫段階인 Design storm에 miss가 생긴다면 萬事는 不問可知이기때문에 좀더 이 事業을 하는데에 있어서는 慎重을 期해야 할 것 같기도하다.

參考文獻

1. 박성우; 韓國에 있어서 諸水文構造物의 設計의 基本을 주기 위한 水文學의 研究 農工學會誌 vol.1 No. 1 1964. 5
2. 박성우; 同上 (洪水 流出編) 農工學會誌 vol.3 No. 3 1966. 5
3. 박성우; 同上 (降水한 발편) 農業土木學會誌 vol.8 No.1 1966. 5

벼用水量計劃上の 葉面蒸發量 및 株間水面蒸發量에 關한 基礎的인 研究

Fundamental Study on the Evapo- transpiration Requirements
of Paddy Rice Plant.

金 哲 基*
Chul Ki Kim

Summary

The purpose of this study is to find out the reasonable amount of evapo-transpiration required for the paddy rice plant during the whole growing season. So, on the basis of the experimental data concerning the evapo-transpiration from 1966 to 1968, the author obtained the following results.

1) The leaf area index in the densely planted plot is generally higher than that in the conventionally planted one during the first half of growing season

So, the coefficient of transpiration in the former plot is somewhat higher than in the latter, and the coefficient of water surface evaporation under the plant cover has the inverse relation between both plots.

2) It is unreasonable that coefficient of evapo-transpiration is applied to the calculation of the evapo-transpiration requirements of each growing stage, because a degree of variation in meteorological factors and in the thickness of the plant growth is involved in it.