

豪雨量の推定에 關한 一考察^{*1}

曹 熙 科^{*2}

A Study on the Estimation of Heavy Storm^{*1}

Hi Doo Cho^{*2}

After lasting heavy storm, the overflow from the top of soil saving dam may follow if the outlet is not precisely designed and it causes great damages as a result. Therefore, the peak rate of flood must be premeditated at the time of dam construction and many kinds of erosion control measures should also be constructed to protect against the effects of overflow causing the damages.

In this paper, the daily maximum amounts of precipitation from 1904 to 1972 are used as samples of this statistical analysis for the previous purpose and studying local ranges are limited the number of areas to two; Pusan and Mokpo area, because other areas can not give the data of more than 69 years.

Normal distribution, as follows, is used for this statistical study.

$$P(X) = \int_x^{\infty} f(x) dx$$

x : daily maximum amount

X : maximum of x

$P(X)$: probability to exceed X value

The estimates, which are the resultants of statistical analysis, can be locally compared with the real values(daily maximum amounts) by diagram, whether the former truly coincides with the latter. As a result, statistical method cannot be used for the premeditation of the amount as well as timing of heavy storms because the estimates donot coincide with the real values in this analysis.

緒 言

降水는 季節의 變化에 따라서 그 增減의 現象이 나타나며 우리나라는 年降雨量의 大部分이 6, 7, 8, 9의 四個月에 걸쳐 내리므로^(1,3) 豪雨가 이 期間에 集中되어 있다. 例로서는 1942年 서울에 1時間에 118.6mm가 내린 적도 있었다.³⁾ 降水가 豪雨의 性格을 띠어 降雨強度가 높았을대 洪水量이 急激히 增加하므로 治山 砂防에 있어서는 最大時雨量, 4時間雨量, 最大日雨量등 統計資料를 이용하고 있다. 流域의 林況 地況에 따라 流水量

의 調節이 可能하나^{4,10,11)} 長時間 豪雨가 持續되면 野溪의 汎濫을 招來하여 災害를 誘發하게 되므로⁷⁾ 이를 防止하기 위하여 砂防施設物施工에 앞서 앞으로 있을 豪雨量을 豫測한다는 것은 ick이나 重要한 課題이다. 즉 治山, 砂防에 있어서는 20~50年을 基準으로하여 計劃 洪水量^{9,10)}을 豫定하여 野溪工事設計時 河幅, 堤防築設 高, dam의 높이, 또는 防水路의 斷面결경에 參與시켜야 한다.¹¹⁾ 앞으로 있을 洪水量을 豫定하는데 필요한 豪雨量은 近來 推計學의 發達로 豪雨量의 豫測에 對하여 論하게끔 되었는데^{6,12)} 本論에서는 年最大日雨量을 가지고 確率論을 適用, 將來의 日最大雨量과 그 時期

*1 Recieved in September 20, 1974

*2 全南大學校 農科大學 College of Agriculture, Chonnam National University

를 推定하여 推定値와 測定値⁶⁾를 比較檢定코자 한다.

自然現象은 일반적으로 週期性을 認定할 수 있으므로 1,2,9,12) 日最大雨量도 週期的으로 發生한다고 前提하였다. 따라서 區間을 二年으로 하였으므로 區間이 反復됨에 따라서 日最大雨量은 增減의 現象이 나타나며 이 現象은 正規分布한다고 보아^{9,12)} 確率變數 x 의 密度函數 $f(x)$ 가

研究 方法

資料關係上 最長期觀測結果를 얻을 수 있는 釜山, 木浦地域의 年最大日雨量을 69個年分을 取하였다. (表 1)

表 1. 最大日雨量表
Table 1. Daily greatest amounts of rainfall

單位: mm
unit: mm

年 度	地 域		年 度	地 域		年 度	地 域	
	釜 山	木 浦		釜 山	木 浦		釜 山	木 浦
1904	205.40	89.20	1927	179.40	94.90	1950	80.10	89.40
1905	218.50	122.10	1928	97.60	155.10	1951	79.10	69.70
1906	208.90	44.80	1929	67.40	114.70	1952	124.90	147.40
1907	134.60	200.10	1930	138.90	80.20	1953	87.60	97.60
1908	136.90	82.40	1931	153.70	123.80	1954	97.70	76.80
1909	144.10	86.30	1932	55.70	106.80	1955	101.90	183.10
1910	120.80	129.60	1933	203.00	144.40	1956	112.30	119.70
1911	169.70	73.40	1934	165.70	178.60	1957	152.20	120.30
1912	250.90	127.30	1935	157.00	59.30	1958	72.80	156.10
1913	62.90	41.70	1936	213.80	186.60	1959	90.70	64.70
1914	242.10	95.90	1937	82.60	54.20	1960	129.80	58.80
1915	209.10	77.90	1938	190.60	96.80	1961	138.20	116.30
1916	164.50	93.20	1939	143.30	41.50	1962	217.30	79.30
1917	100.10	94.30	1940	189.60	148.10	1963	183.60	204.00
1918	143.70	144.60	1941	106.10	187.20	1964	90.10	96.60
1919	136.00	88.10	1942	135.50	46.50	1965	207.20	126.20
1920	115.90	157.20	1943	106.00	71.80	1966	65.80	54.70
1921	125.10	111.70	1944	78.30	111.50	1967	90.40	101.50
1922	93.10	96.10	1945	95.70	105.30	1968	111.80	62.50
1923	111.90	115.80	1946	116.20	101.20	1969	234.00	115.70
1924	92.50	131.30	1947	75.20	106.60	1970	155.10	80.90
1925	172.00	96.20	1948	152.80	118.80	1971	297.10	96.70
1926	158.30	186.60	1949	237.10	68.10	1972	224.70	134.70

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} \dots\dots\dots(1)$$

$t = \infty$ 로 하면

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\frac{x-\bar{x}}{\sigma}}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt \dots\dots\dots(3)$$

로 되므로 正規分布函數式^{2,5,8)}

$$P(x) = \int_x^{\infty} f(x) \cdot dx = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} \dots\dots\dots(2)$$

를 適用하였다. 이때 x 는 現象의 크기인 日最大雨量, \bar{x} 는 x 의 算術平均, X 는 x 의 最大値인 超過雨量, σ 는 x 의 標準偏差이다.

$x = X$ 일때 標準化變數 $t = \frac{X-\bar{x}}{\sigma}$ 이므로, $x = \infty$ 일때,

式(3)에 의하여 釜山, 木浦地域의 日最大雨量(表1)⁶⁾의 69個年分중 各各 34個年(1904~1937年)을 試行期間으로하여 分析하고 (表2, 表3) 超過降雨量 $X = \bar{x} + 6t$ 로 서 求할 수 있으므로 $P(x) 1/2, 1/4, 1/10, \dots, 1/200$ 에 該當하는 estimate의 量을 얻을 수 있다(表 4). 여기서 $1/2, 1/4, \dots, 1/200$ 은 2年內에 1回, 4年內에 1回 $\dots\dots\dots 200$

年内に 1回 있은 estimate에 當하는 降雨가 있음을 意味한다.

表 2. 釜山地域分析表
Table 2. Statistical analysis in Pusan 單位: mm, Unit: mm

年 度	最大日雨量(x)	(x- \bar{x})	(x- \bar{x}) ²	年 度	最大日雨量(x)	(x- \bar{x})	(x- \bar{x}) ²
1904	205.40	57.41	3,295.91	1924	92.50	-55.49	3,079.14
1905	218.50	70.51	4,971.66	1925	172.00	24.89	619.51
1906	208.90	60.91	3,710.03	1926	158.30	10.31	106.30
1907	134.60	-13.39	179.29	1927	179.40	31.41	986.59
1908	136.90	-11.09	122.99	1928	97.60	-50.39	2,539.15
1909	144.10	-3.89	14.44	1929	67.40	-80.59	6,494.75
1910	120.80	-27.19	744.74	1930	138.90	-9.09	82.63
1911	169.70	21.71	471.32	1931	153.70	4.71	22.18
1912	250.90	102.91	10,590.47	1932	55.70	-92.29	8,517.44
1913	62.90	-85.09	7,240.31	1933	203.00	55.01	3,026.10
1914	242.10	94.11	8,856.69	1934	165.70	17.71	313.64
1915	209.10	61.11	3,734.43	1935	157.00	9.01	81.18
1916	164.50	16.51	272.58	1936	213.80	65.81	4,330.96
1917	100.10	-47.89	2,293.45	1937	82.60	-65.39	4,275.85
1918	143.70	-4.29	18.40	Σ	5,031.80		86,908.10
1919	136.00	-11.99	143.76	n=34			
1920	115.90	-32.09	1,029.77	$\bar{x}=147.99$			
1921	125.10	-22.89	523.95	$\sigma=51.32$			
1922	93.10	-54.00	2,916.00				
1923	111.90	-36.09	1,302.49				

表 3. 木浦地域分析表
Table 3. Statistical analysis in Mokpo 單位: mm, unit: mm

年 度	最大日雨量(x)	(x- \bar{x})	(x- \bar{x}) ²	年 度	最大日雨量(x)	(x- \bar{x})	(x- \bar{x}) ²
1904	89.20	-21.60	466.56	1924	131.30	20.50	420.25
1905	122.10	11.30	127.69	1925	96.20	-14.60	213.16
1906	44.80	-66.00	4,356.00	1926	186.60	75.80	5,745.64
1907	200.10	89.30	7,974.49	1927	94.90	-15.90	252.81
1908	82.40	-28.40	806.56	1928	155.10	44.30	1,962.49
1909	69.30	-41.50	1,722.25	1929	114.70	3.90	15.21
1910	129.60	18.80	353.55	1930	80.20	-30.60	936.36
1911	73.40	-37.40	1,398.76	1931	123.80	13.00	169.00
1912	127.30	16.50	272.25	1932	106.80	-4.00	16
1913	41.70	-69.10	4,774.81	1933	144.40	33.60	1,128.96
1914	95.90	-14.90	222.01	1934	178.60	67.80	4,596.84
1915	77.90	-32.90	1,082.41	1935	59.30	-51.50	2,652.25
1916	93.20	-17.60	309.76	1936	186.60	75.80	5,745.64
1917	94.30	16.50	272.25	1937	54.20	-56.60	3,203.56
1918	144.60	33.80	1,142.44	Σ	3,767.40		55,250.00
1919	88.10	-22.70	515.29	n=34			
1920	157.20	46.40	2,152.96	$\bar{x}=110.80$			
1921	111.70	0.90	0.81	$\sigma=40.91$			
1922	96.10	-14.70	216.09				
1923	115.80	5.0	25.00				

表 4. 推 定 値
Table 4. Estimated amount

P(X) Probability	Estimate (X) (mm)	
	釜 山	木 浦
1/2	147.99	110.80
1/4	182.61	138.39
1/10	213.76	163.23
1/20	232.41	178.09
1/40	248.58	190.98
1/100	267.38	205.97
1/200	280.18	216.18

結果 및 考察

I. 釜山地域

試行年度를 1904—1937년까지 34個年⁹⁾(表 2)으로 하고 推定年度를 1938—1972년까지 35個年(表 1)으로 하여 推定値(表 4)와 實測値⁹⁾(表 1)를 比較檢定(그림 1)하여 본 結果 다음과 같은 結果를 얻었다.

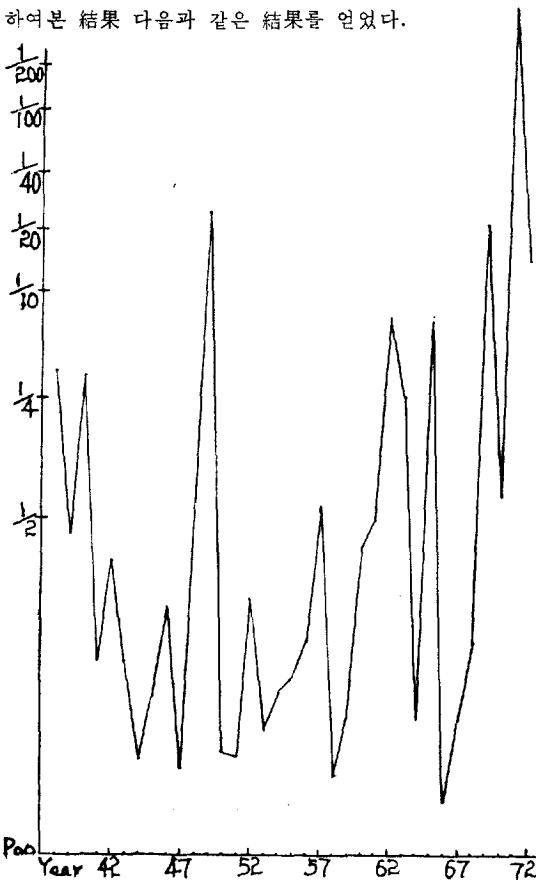


그림 1. 釜山地域推定圖
Fig. 1. Estimated diagram for comparison in Pusan

1. 推定年(35個年)內에 1971년에 297.10mm의 강우가 있어 probability 1/200(280.18mm)을 超過하는 量이 起年인 1938년부터 34年次에 發生하였다.

2. 推定年內에 1949년에 237.10mm, 1969년에 234mm의 降雨가 있어 probability 1/20(232.42mm)을 超過하는 量이 2回發生하였으며 起年으로 부터 12年次에 第1回發生 第2回는起年으로 부터 32年次에 發生하였으므로 第1回發生과 第2回發生의 間隙이 20年이므로 probability 1/20에 一致하였다. 그러나 第2回發生年인 1969年에서 불과 3年次인 1971년에 probability 1/200을 超過하는 降雨인 297.10mm의 强우가 있어 規則性을 認定할 수 없다.

3. Probability 1/40~1/100에 該當하는 量은 全然發生하지 않았다.

4. Probability 1/2, 1/4, 1/10에는 規則性을 認定할 수 없이 無秩序하게 降雨가 發生하였다.

II. 木浦地域

釜山地域分析方法和 같이 試行年度를 1904~1937년까지 34個年⁹⁾(表 3)으로 하고 推定年度를 1938~1972년까지 35個年(表 1)으로 하여 推定値(表 4)와 實測値⁹⁾(表 1)를 比較檢定(그림 2)하여 본 結果 다음과 같은 結果를 얻었다.

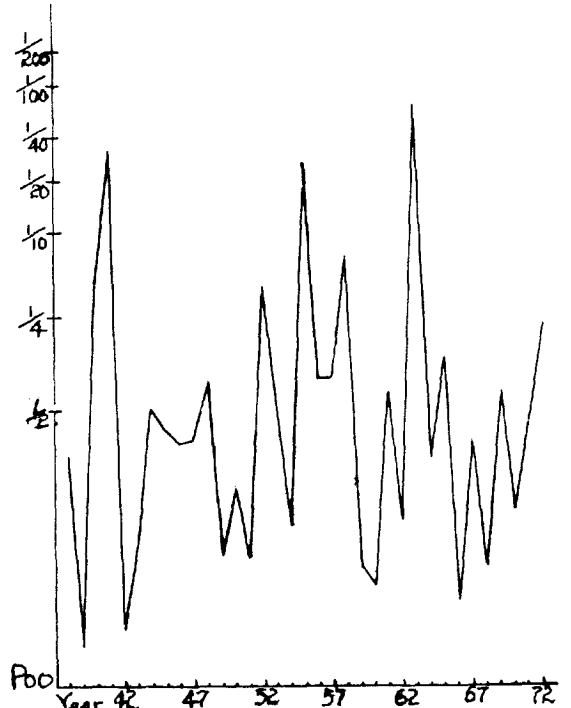


그림 2. 木浦地域推定圖
Fig. 2. Estimated diagram for comparison in Mokpo

1. 推定年(35個年)內에 1963年 204mm의 강우가 있어 probability 1/40(190.98mm)을 超過하는 量이 起年인 1938년부터 26年次에 單 1回發生하여 規則性을 認定할 수 있다.

2. 起年으로 부터 4年次인 1941년에 187.20mm, 18年次인 1955년에 183.10mm의 강우가 있어 probability 1/20(178.09mm)의 量을 超過發生하여 第1回와 第2回와의 發生間隔이 14年 程度이어서 若干의 規則性을 認定할 수 있으나, 第2回發生年인 1955년부터 불과 9年次인 1963년에 probability 1/40의 超過量인 204mm의 降雨가 發生하였으므로 規則性을 認定할 수가 없다.

3. 推定年이 35個年이라서 probability 1/100, 1/200을 超過하는 量이 發生하지 않는것은 當然하다 하겠으나 probability 1/2, 1/4, 및 1/10內의 降雨 亦是 規則性을 認定할 수가 없다.

結 論

年最大日雨量의 發生은 派狀의인 降雨強度를 나타내며 實測雨量이 推定値보다 過大發生하거나 或은 過小發生하였으며 그 發生區間이 一律性이 없으므로 規則性을 認定할 수가 없다(그림 1, 2). 따라서 治山, 砂防에서 計劃洪水量決定의 支配要因인 年最大日雨量을 推計學的으로 推定한다는 것이 不可하고 年最大日雨量의 發生週期가 不規則하다는 것을 本研究의 結果 알았다.

謝 辭

本研究에 필요한 資料를 提供하여 주신 中央觀象臺

光州支臺當局에 감사하는 바이다.

引 用 文 獻

- 1 金光植. 1956. “農業氣象學通論”. p.73~92. 共同文化社.
- 2 朴東坡. 1966. “統計學概論”. p. 15~102 法文社.
- 3 車鍾煥, 金建洙. 1971. “農林氣象學”. p. 140~145. 先進文化社.
- 4 伏谷伊一. 1961. “砂防工學新論”. p.41~45. 地球出版.
- 5 鄭英鎭. 1964. “近代通計學의 理論과 實際”. p. 36~42, 47~52 65~74, 94~98 및 326~327. 寶晉齋.
- 6 中央觀象臺. 1973. 降雨量統計. 中央觀象臺光州支臺提供.
- 7 飯塚肇. 1967. “森林防災學”. 森北出版. p. 12~26
- 8 寺田一彦. 1962. “推測統計法”. p. 27~34, 41~47 朝倉書店.
- 9 遠藤隆一. 1960. “砂防工學”. 共立出版 p. 106~117
- 10 島山武雄. 1967. “新砂防工學”. 地球出版 p. 80~81
- 11 William P.C., Joel D.J. and Julian H. 1950. “Engineering for Dams”, Vol. II, p. 306~311. John Wiley & Sons, Inc.
- 12 山口伊佐夫. 1970. “山地保全工學”. p. 98~120. 農林出版.