광산지질 第4卷 第4號(1971), 大韓鑛山地質學會. p. 225~234
J. Kor. Inst. Mining Geol. v. 4, n. 4, (1971), KIMG, p. 225~234

大邱地方의 確率日雨量에 關한 硏究

金 永 琪*·羅 仁 燁**

A Study on the Daily Probability of Rainfall in the Taegu Area according to the Theory of Probaility.

Young Ki Kim · In Yup Na

目 次

Abstract

With the advance of civilization and steadily increasing population rivalry and competition for the use of the sewage, culverts, farm irrigation and control of various types of flood discharge have developed and will be come more and more keen in the future.

The author has tried to calculated a formula that could adjust these conflicts and bring about proper solutions for many problems arising in connection with these conditions.

The purpose of this study is to find out effective sewage, culvert, drainage, farm irrigation, flood discharge and other engineering needs in the Taegu area.

If demands expand further a new formula will have to be calculated. For the above the author estimated methods of control for the probable expected rainfall using a formula based on data collected over a long period of time.

The formula is determined on the basis of the maximum daily rainfall data from 1921 to 1971 in the Taegu area.

1. Iwai methods shows a highly significant correlation among the variations of Hazen, Thomas, Gumbel methods and logarithmic normal distribution.
2. This study obtained the following major formula:

$$\log(x-2.6)=0.241\xi+1.92049 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (\text{I.M})$$

by using the relation $F(x)=\frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_{-\infty}^{\xi} e^{-\xi^2}d\xi.\ \ \xi=a\log_{10}\left(\frac{x+b}{x_0+b}\right) \quad (-b<x<\infty)$.

$$\log(x_0+b)=2.0448$$

*慶北大學校 文理大 **慶北大學校 農大 講師

$$\frac{1}{a}=\sqrt{\frac{2N}{N-1}}S_x=0.1954. \qquad b=\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}b_s=-2.6$$

$$S_x=\sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left\{\log(x_i+b)\right\}^2-\left\{\log(x_0+b)\right\}^2}=0.169$$

This formule may be advantageously applicable to the estimation of flood discharge, sewage, culverts and drainage in the Taegu area.

Notation for general terms has been denoted by the following. Other notations for general terms was used as needed.

$W_{(x)}$: probability of occurrance, $W_{(x)}=\int_x^{\infty}f_{(n)}dx$

$S_{(x)}$: probability of noneoccurrance. $S_{(x)}=\int_{-\infty}^{x}f_{(x)}dx=1-W_{(x)}$

T : Return period $T=\frac{1}{nW_{(x)}}$ or $T=\frac{1}{nS_{(x)}}$

W_n : Hazen plot $W_n=\frac{2n-1}{2N}$ $F_n=1-W_x=1-\left(\frac{2n-1}{2N}\right)$

n : Number of observation (annual maximum series)

P : Probability $P=\frac{N!}{t!(N-t)}F_i^{N-t}(1-F_i)^t$

F_n : Thomas plot $F_n=\left(1-\frac{n}{N+1}\right)$

N : Total number of sample size

X_l : X_s : maximum, minumum value of total number of sample size

I. 緖 論

降雨量, 증발량, 滲透量 등의 水文學的 硏究는 地下水, 地表水의 量을 推定하는 데 있어 確率量이 決定하는 데 있어 確率量이 決定되어야 하므로 一次로 大邱地方의 確率日雨量에 關한 硏究를 시도하였다.

더욱이 河水計劃, 洪水量推定, 路面排水, 小流域의 河川流量 등 各種 土木計劃에 있어 必要한 그 地域에 알맞는 降雨特性을 調査함에 있어 各重要度에 따라 채택할 수 있는 算式을 求하기 위하여 大邱地方의 1921년부터 1971년도까지의 장기간의 年最大日雨量의 資料를 분석하여 임의 확률년의 日雨量을 확률理論에 의한 통계적 처리에 의해서 求해 每年 빈발하는 한해 및 수해시 各種 土木計劃에 있어 일관성있고 合理的인 大邱地方의 代表算定式을 提示하는 데 있는 것이다.

II. 諸方法에 따른 確率日雨量의 算出

確率日雨量을 算出함에 있어 다음과 같은 세가지 방법을 적용하여 算出하였다.

1) 超過確率과 Return period
2) logarithmic normal distribution. Gumbel method
3) 關係式의 誘導(Iwai method. Thomas plot) 및 算式의 計算.

1) 超過確率과 Return period

1921년에서 1971년도까지 내린 대구지방의 매년 최대일 강우량 data로부터 Hazen method를 probability graph paper에 plot 하여 51개의 점을 평균한 직선을 긋고 Return period를 계산하여 Fig. I에서와 같이 바라는 확률 일우량을 概算할 수가 있다.

즉 Fig. I에서 2년 확률일우량 : 85.2mm
10년 확률일우량 : 141mm
20년 확률일우량 : 160.2mm
100년 확률일우량 : 199.4mm

와 같이 읽을 수가 있다.

2) logarithmic normal distribation. Gumbel method

1941년에서 1961년도까지의 대구지방의 강우

표 1. Calculation of Hazen plot

sample sige	x_i	$F_n(\%)$ Hazen plot	sample size	x_i	$F_n(\%)$ Hazen plot
1	203	99.0	27	88	48.1
2	170	97.1	28	87	46.1
3	161	95.1	29	84	44.2
4	155	93.1	30	83	42.2
5	155	91.2	31	82	40.3
6	142	89.2	32	82	38.3
7	126	87.3	33	82	36.4
8	124	85.3	34	81	34.4
9	116	83.4	35	71	32.5
10	114	81.4	36	68	30.5
11	114	79.7	37	68	28.5
12	112	77.5	38	64	26.5
13	108	75.5	39	63	24.6
14	107	73.6	40	62	22.6
15	107	71.6	41	59	20.7
16	106	69.6	42	58	18.8
17	103	67.7	43	57	16.8
18	98	65.8	44	56	14.9
19	97	63.8	45	55	12.9
20	96	61.8	46	52	10.9
21	96	59.8	47	48	9.0
22	96	57.8	48	48	7.0
23	95	55.9	49	46	5.0
24	94	54.0	50	45	3.0
25	94	52.0	51	38	1.0
26	88	49.1			

표 2. Calculation of probability daily rainfall (Taegu area)
(logarithmic normal distribution and Gumbel method)

n	mm/day x_i	발생년월일	$\log_{10}x_i$	$x=\log_{10}x_i$ $-\log_{10}x_0$	X^2	$x_i-\bar{X}$	$(x_i-\bar{x})^2$
1	203.2	1948.7.30	2.20792	0.23192	0.110171	102.8	10,567.84
2	160.8	1945.10.2	2.20629	0.23029	0.053034	60.4	3,648.16
3	154.8	1941. 7.6	2.18977	0.21377	0.045678	54.4	2,959.36
4	154.7	1946.2.26	2.18949	0.21349	0.045578	53.3	2,948.49
5	108.0	1943.7.15	2.03342	0.05742	0.003297	7.6	57.74
6	107.5	1959.8.31	2.03142	0.05541	0.003070	7.1	50.41
7	97.3	1947. 9.8	1.98810	0.01210	0.000146	−3.1	9.61
8	96.4	1955.7.13	1.98410	0.00810	0.000066	−4.0	16.00
9	95.6	1961.8. 3	1.98050	0.00450	0.000020	−4.8	23.04
10	94.4	1942.9.11	1.97500	0.00100	0.000001	−6.0	36.00
11	83.1	1958.7. 4	1.91960	−0.05640	0.000181	−17.3	299.9
12	82.2	1952.9.11	1.91490	−0.06110	0.003733	−18.2	331.24
13	81.8	1949.6.21	1.91280	−0.06320	0.003994	−18.6	345.95

14	81.5	1960.9.18	1.91120	−0.06480	0.004199	−18.7	357.21
15	81.2	1957.7.31	1.90960	−0.06640	0.004409	−19.2	368.64
16	67.6	1954.9.13	1.82990	−0.14610	0.021345	−32.8	1,075.84
17	67.5	1950.6.23	1.82930	−0.14670	0.021521	−32.9	1,082.42
18	64.9	1956.7.14	1.81220	−0.16380	0.026830	−35.5	1,260.25
19	63.5	1951.8.22	1.80280	−0.17320	0.099980	−36.9	1,361.61
20	61.8	1953.7. 3	1.79100	−0.18500	0.034225	−38.6	1,489.96
	2,007.8		39.51931		0.414516		28,289.08

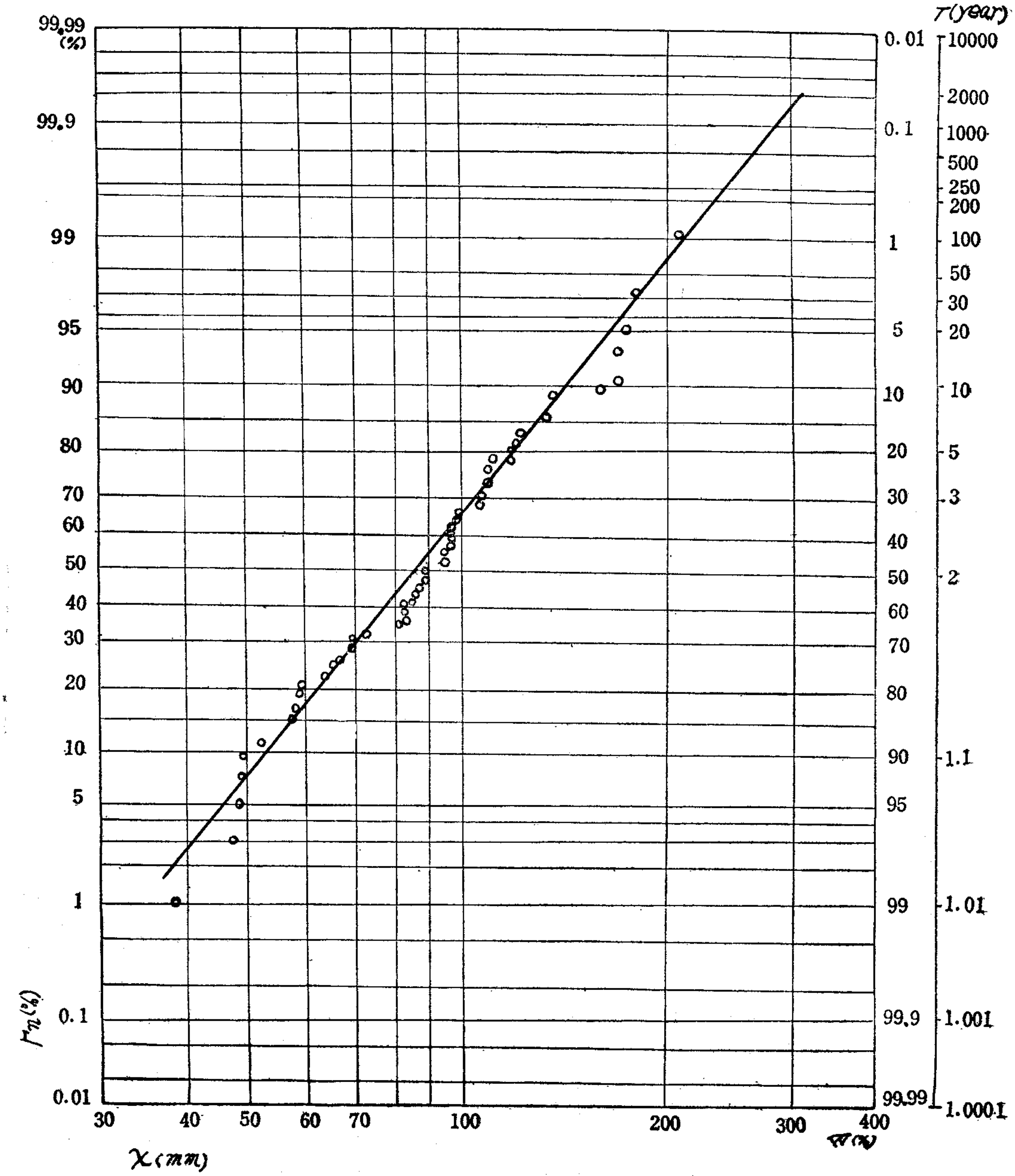

Fig 1. On plotted probability graph paper (Taegu area) (Hazen plot)

Data 로부터 logarithmic normal distribution 과 Gumbel method 에 의한 초과확률강우량을 算出한 結果는 표 2와 같이 얻었다.

a) logarithmic normal distribution

以上 算出한 結果 표 2를 對數定規 分布에 依한 方法을 適要하여 平均雨量 및 標準偏差는

$$\log_{10}x_0=\frac{\sum_1^N \log x_i}{N}=\frac{39.51931}{20}=1.976$$

$$\bar{x}=\frac{\sum_1^N x_i}{N}=\frac{2,007.8}{20}=100.4(\text{平均雨量})$$

$$\sigma_0=\sqrt{\frac{\sum_1^N(\log_{10}x_i-\log_{10}x_0)^2}{N}}=\sqrt{\frac{0.414516}{20}}$$

$$=\sqrt{0.0207258}=0.14397 \quad (\text{標準偏差})$$

以上 값을 100年 最大日雨量 및 50年 最大日雨量을 算出하면

$\log_{10}x=\sigma_0\varepsilon+\log_{10}x_0=0.1439\times2.3263+1.976=2.311$

$\therefore\ x=204.18\text{mm}$

(※ 100年間의 ε은 2.3263)

$\log_{10}x=\sigma_0\varepsilon+\log_{10}x_0=0.1439\times2.0537+1.976=2.2271$

$\therefore\ x=186.64\text{mm}.$

(50年間의 ε은 2.0537)

b) Calculation of Gumbel method

Gumbel method 에 따라 표 2를 適用하면,

$$\sigma=\sqrt{\frac{\sum_1^N\left(x_i-\frac{1}{x}\right)^2}{N}}=\sqrt{\frac{28289.08}{20}}=37.6$$

의 標準偏差 값을 얻어 100年 및 50年間의 最大日雨量은 다음과 같다.

100年의 Gumbel의 K은 3.137

50年의 Gumbel의 K은 2.592

$x=\sigma K+\bar{x}=37.6\times3.137+100.4=218.4\text{mm}$

$x=\sigma K+\bar{x}=37.6\times2.592+100.4=197.9\text{mm}$

以上의 두 方法으로 표 2를 利用하여 100年 및 50年의 초과확률강우량을 算定한 것이다.

3) 關係式의 誘導(Iwai method. Thomas plot) 및 算式의 計算

Iwai method 및 Thomas plot 에 적용한 關係式을 다음과 같의 誘導하여 算式을 計算한 결과는 다음과 같았다.

a) Iwai method 의 誘導式

正規分布曲線式 $\phi_{(x)}=\frac{h}{\sqrt{\pi}}e^{-h^2x^2}$ 에서 $X=x-m$ 라 두면 $f_{(x)}=\frac{h}{\sqrt{\pi}}e^{-h^2(x-m)^2}$ $\xi=h(x-m)$라 놓고 미분하여 $d\xi=hdx$ 이니 $f_{(x)}=\frac{1}{\sqrt{\pi}}e^{-\xi^2}\frac{d\xi}{dx}=\frac{1}{2}f(\xi)\frac{d\xi}{dx}\cdots(A_1)$ $\left(\because\ f(\xi)=\frac{2}{\sqrt{\pi}}e^{-\xi^2}\right)$

(A_1) 式을 確率변량 x를 對數變換하여

$$f_{(x)}=f(\log x)\frac{d(\log x)}{dx}=f(\log x)\frac{\log e}{x}=\frac{h}{x}$$

$$\frac{\log e}{\sqrt{\pi}}e^{-h'^2(\log x-m')^2}$$

$\xi'=h'(\log x-m')$ 미분하여

$d\xi'=(h'\log e dx)/x$

$$\therefore\ f_{(x)}=\frac{1}{\sqrt{\pi}}e^{-\xi^2}\frac{d\xi'}{dx}=\frac{1}{2}f(\xi')\frac{d\xi'}{dx}\cdots\cdots\cdots(A_2)$$

$$\left(\because\ h=\frac{1}{\sqrt{2}\sigma'}.\quad m'=\overline{\log x}\quad f(\xi')=\frac{2}{\sqrt{\pi}}e^{-\xi'^2}\right)$$

위 (A_2)식은 x의 원점 0를 上限이 ∞의 非對稱分布曲線이나 일반적으로 水文諸量에서는 下限값이 존재하기 때문에 이 x의 原點을 $(-b)$에 옮기면

$$f_{(x)}=f(\log(x+b))\frac{d[\log(x+b)]}{dx}$$

$$=\frac{f[\log(x+b)]\log e}{x+b}=\frac{c\log e}{\sqrt{\pi}}e^{-c^2[\log(x+b)-m'']^2}\cdots(A_3)$$

(A_3)에서 $\xi''=c[\log(x+b)-m'']$라 두고 미분하면 $d\xi''=\frac{c}{x+b}dx$가 된다.

$$\therefore\ f_{(x)}=\frac{1}{\sqrt{\pi}}e^{-\xi^2}\frac{d\xi}{dx}=\frac{1}{2}(\xi'')\frac{d\xi''}{dx}\cdots\cdots\cdots\cdots(A_4)$$

$$\left(\because\ c=h''=\frac{1}{\sqrt{2}\sigma''}\quad m''=\log(x_0+b)\right.$$

$$\left.f(\xi'')=\frac{2}{\sqrt{\pi}}e^{-\xi''^2}\right)$$

(A_4)에서는 x의 下限値가 $-b$이니 上限 ∞의 非對稱分布 曲線을 표시하는 것이다. 이 때의 超過確率은 다음과 같이 된다.

$$W_{(x)}=\int_x^\infty f_{(x)}dx=\frac{1}{2}\int_{\xi''}^\infty f(\xi'')d\xi''=\frac{1}{2}\int_{\xi''}^\infty\frac{2}{\sqrt{\pi}}e^{-\xi''^2}d\xi''$$

$$=\frac{1}{2}\left[\int_0^\infty\frac{2}{\sqrt{\pi}}e^{-\xi''^2}d\xi''-\int_0^{\xi''}\frac{2}{\sqrt{\pi}}e^{\xi''^2}d\xi''\right]$$

$$=\frac{1}{2}[1-\phi(\xi'')]\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(A_5)$$

$$\left(\because\ \phi(\xi'')=\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^{\xi''}e^{-\xi''^2}d\xi''\right.$$

$$\left.\xi''=c[\log(x_i+b)-\log(x_0+b)]\right)$$

(A_5)에 대한 m'' σ''의 推定을 다음과 같이 구하였다.

$$m' \fallingdotseq \overline{\log x} = \log x_0 = \frac{\sum_{i=1}^{N} \log x_i}{N} \qquad m'' \fallingdotseq \log(x_0+b)$$

$$\sigma'' \fallingdotseq u'' = \sqrt{\frac{\sum_{1=i}^{N} \{\log(x_i+b) - \log(x_0+b)\}^2}{N-1}}$$

$$\left(\because\ c = 1/\sqrt{2}\sigma''\text{이니}\right.$$

$$\left. c = \frac{1}{\sqrt{2\sum_{i=1}^{N}\{\log(x_i+b) - \log(x_0+b)\}^2/N-1}}\right)$$

만약 $b=0$ $\sqrt{2}\xi''=t'$ 라 하면 (A5)식은 더욱 간단하게 구하여진다.

$$W_{(x)} = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^{\xi''} e^{-\xi''^2}\, d\xi''\right) = \frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{\pi}}$$

$$\int_0^{\xi''} e^{-\xi''^2} d\xi'' = \frac{1}{2} - \frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_0^{t'} e^{-t^2/2} dt'$$

$$= \frac{1}{2} - \phi(t)$$

이같이 Iwai method에서는 下限値 b를 갖고 있으니 통계적 적합성 및 sampling의 성질에 따라 통계적기초를 두어 實用的으로 가장 適合한 推定値가 됨을 알수가 있다.

이상의 Iwai method의 계산식을 一括하여 표시하면 다음과 같다.

$$\text{계속곡선}: W_{(x)} = \frac{1}{2}\{1 - \phi_0(\xi)\} \qquad (\text{超過確率式})$$

$$\text{밀도함수}: V_{(x)} = \frac{1}{2}\varphi_0(\xi)\frac{d\xi}{dx} \qquad (\text{分布曲線式})$$

$$\because \begin{cases} \varphi_0(\xi) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} e^{-\xi^2} & (\text{Gauss 의 오차함수}) \\ \phi_0(\xi) = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^{\xi} e^{-u^2} du & (\text{Gauss 의 오차적분}) \\ \xi = c\log\left(\frac{x+b}{x_0+b}\right) & (\text{確率變量의 對數變換式}) \end{cases}$$

超過確率 및 分布曲線式을 適要하여 Thomas method와 Iwai method에 의하여 計算하면 다음과 같다.

$$F_{(x)} = \frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_{\infty}^{\xi} e - \xi^2 d\xi$$

$$\xi = a\log_{10}\left(\frac{x+b}{x_0+b}\right) \quad (-b < x < \infty)$$

$$\log_{10}(x+b) = \log_{10}(x_0+b) + \frac{1}{a}\xi$$

a, b, x: 常數 ξ: 年數에 따른 日雨量分布計數

大邱地方의 日雨量計數 b의 決定은 계속곡선상의 양측의 초과확률이 같도록 50年間 最大日雨量 x_l과 50年間 最大日雨量 x_s 사이의 關係로 하여 다음과 같이 決定하였다. (표 5)

$$\log_{10} x_g = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \log_{10} x_i$$

$$b_s \fallingdotseq \frac{x_l x_s - x_g^2}{2x_g - (x_l + x_t)} \qquad (b = N - i + 1)$$

$$b = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} b_s \qquad \left(m = \frac{n}{10}\right)$$

$$\log_{10}(x_0+b) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \qquad \log_{w} = (x_i+b)$$

$$\frac{1}{a} = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}\log_{10}\left(\frac{x_i+b}{x_0+b}\right)^2} = \sqrt{\frac{2N}{N-1}}S_x$$

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\{\log_{10}(x_i+b)\}^2 - \{\log_{10}(x_0+b)\}^2}$$

計算은 x_0의 제一근사 값으로 幾何平均 x_g를 求하여 b를 決定했고 다음 $\log_{10}(x+b)$을 變量이라 생각하여 $\log_{10}(x_0+b)$의 度均과 標準偏差 S_x를 求하여 $\frac{1}{a}$을 推定할 수 있다.

$$\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\{\log_{10}(x_i+b)\}^2 = 3.716905$$

$$\log(x_0+b) = 1.9204941$$

$$\text{따라서}\quad S_x = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\{\log(x_i+b)\}^2 - \{\log(x_0+b)\}^2}$$

$$= 0.169$$

$$\frac{1}{a} = \sqrt{\frac{2N}{N-1}} \qquad S_x = 0.241332$$

大邱地方의 降雨量에 對한 基本推定式을 다음式과 같이 유도하였다.

$$\log_{10}(x - 2.6) = 0.241\xi + 1.92049 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (\text{I.M})$$

임의 확률 $N(F_n\%)$에 대응하는 ξ의 값을 표 2에서 求해 x를 計算하여 표 6을 얻었다. dotted line으로 그린 것이 Fig. 2의 (I.M) curve이다.

Ⅲ. 結 論

이상에서 論한 것과 같이 超過확률일우량을 수문통계학적인 방법에 의하여 확률년별로 推定함에 있어서 Hazen 및 Thomas plot는 계산이 간편하나 신뢰도가 확률지의 중앙부 즉 $W=0.5$부근에서는 높으나 100年 200年 300年 1000年 등의 초과확률이 작은 부분은 신뢰도가 낮은 결점

表 3. Table of normal distribution for probability year

N (year)	ξ	N (year)	ξ	N (year)	ξ	N (year)	ξ	N (year)	ξ	N (year)	ξ	N (year)	ξ
2	0.0000	27	1.2639	52	1.4634	77	1.5742	102	1.6502	155	1.7582	360	1.9606
3	0.3045	28	1.2749	53	1.4693	78	1.5784	103	1.6528	160	1.7662	370	1.9672
4	0.4769	29	1.2861	54	1.4746	79	1.5815	104	1.6554	165	1.7739	380	1.9733
5	0.5951	30	1.2967	55	1.4798	80	1.5849	105	1.6579	170	1.7814	390	1.9792
6	0.6858	31	1.3069	56	1.4849	81	1.5883	106	1.6607	175	1.7885	400	1.9850
7	0.7547	32	1.3170	57	1.4901	82	1.5917	107	1.6629	180	1.7955	410	1.9906
8	0.8134	33	1.3270	58	1.4952	83	1.5950	108	1.6654	185	1.8023	420	1.9961
9	0.8634	34	1.3359	59	1.4999	84	1.5982	109	1.6678	190	1.8089	430	2.0014
10	0.9062	35	1.3453	60	1.5047	85	1.6014	110	1.9701	195	1.8153	440	2.0067
11	0.9442	36	1.3537	61	1.5094	86	1.6046	111	1.6725	200	1.8215	450	2.0118
12	0.9780	37	1.3622	62	1.5141	87	1.6077	112	1.6749	210	1.8335	460	2.0166
13	1.0084	38	1.3702	63	1.5180	88	1.6108	113	1.6772	220	1.8446	470	2.0213
14	1.0361	39	1.3782	64	1.5231	89	1.6138	114	1.6795	230	1.8554	480	2.0260
15	1.0614	40	1.3860	65	1.5274	90	1.6168	115	1.6818	240	1.8656	490	2.0305
16	1.0848	41	1.3932	66	1.5317	91	1.6198	116	1.6841	250	1.8753	500	2.0350
17	1.1065	42	1.4008	67	1.5359	92	1.6228	117	1.6863	260	1.8847	550	2.0565
18	1.1263	43	1.4079	68	1.5400	93	1.6257	118	1.6885	270	1.8936	600	2.0757
19	1.1455	44	1.4145	69	1.5441	94	1.6285	119	1.6907	280	1.9022	650	2.0931
20	1.1630	45	1.4213	70	1.5481	95	1.6314	120	1.6929	290	1.9105	700	2.1094
21	1.1798	46	1.4276	71	1.5521	96	1.6342	125	1.7034	300	1.9184	750	2.1242
22	1.1955	47	1.4342	72	1.5560	97	1.6369	130	1.7135	310	1.9260	800	2.1375
23	1.2102	48	1.4404	73	1.5597	98	1.6396	135	1.7232	320	1.9335	850	2.1506
24	1.2246	49	1.4464	74	1.5634	99	1.6423	140	1.7324	330	1.9407	900	2.1630
25	1.2380	50	1.4520	75	1.5672	100	1.6450	145	1.7414	340	1.9476	950	2.1750
26	1.2509	51	1.4578	76	1.5709	101	1.6476	150	1.7499	350	1.9542	1000	2.1850

表 4. Calculation of probability daily rainfall (Thomas plot and Iwai method)

sample size	mm/day x_i	$F_n(\%)$ Thomas plot	$\log_{10}x_i$	x_1+b	$Y=\log(x_i+b)$	Y^2
1	203	98.1	2.30750	200.4	2.30190	5.298743
2	170	96.2	2.23045	167.4	2.22376	4.945108
3	161	94.2	2.20683	158.4	2.19976	4.838944
4	155	92.3	2.19033	152.4	2.18298	4.766401
5	155	90.4	2.19033	152.4	2.18298	4.765401
6	142	88.5	2.15229	151.4	2.18013	4.752960
7	126	86.5	2.10037	123.4	2.09132	4.373912
8	124	84.6	2.09342	121.4	2.08422	4.343973
9	116	82.7	2.06446	113.4	2.05461	4.221627
10	114	80.8	2.05690	111.4	2.04689	4.189758
11	114	78.8	2.05690	111.4	2.04689	4.189758
12	112	76.9	2.04922	109.4	2.03902	4.157602
13	108	75.0	2.03342	105.4	2.02284	4.091881
14	107	73.1	2.02938	104.4	2.01870	4.075149
15	107	71.2	2.02938	104.4	2.01870	4.075149
16	106	69.2	2.02531	103.4	2.01452	4.058291
17	103	67.3	2.01284	100.4	2.00173	4.006922

18	98	65.4	1.99123	95.4	1.97955	3.918618
19	97	63.4	1.98677	94.4	1.97497	3.900506
20	96	61.6	1.98227	93.4	1.97035	3.882279
21	96	59.6	1.98227	93.4	1.97035	3.882279
22	96	57.7	1.98227	93.4	1.97035	3.882279
23	95	55.8	1.97772	92.4	1.96567	3.863858
24	94	53.8	1.97313	91.4	1.96095	3.845324
25	94	51.9	1.97313	91.4	1.96095	3.845324
26	88	50.0	1.94448	85.4	1.92146	3.692008
27	88	48.1	1.94448	85.4	1.92146	3.692008
28	87	46.2	1.93952	84.4	1.92034	3.687705
29	84	44.3	1.92428	81.4	1.91062	3.650468
30	83	42.4	1.91908	80.4	1.90526	3.630015
31	82	40.4	1.91381	79.4	1.89982	3.609316
32	82	38.5	1.91381	79.4	1.89982	3.609316
33	82	36.5	1.91381	79.4	1.89982	3.609316
34	81	34.5	1.90849	78.4	1.89432	3.58448
35	71	32.7	1.85126	68.4	1.83506	3.367445
36	68	30.8	1.83251	65.4	1.81558	3.296330
37	68	28.9	1.83251	65.4	1.81558	3.296330
38	64	27.0	1.80618	61.4	1.78817	3.197551
39	63	25.0	1.79934	60.4	1.78104	3.172103
40	62	23.1	1.79239	59.4	1.77379	3.143630
41	59	21.2	1.77085	56.4	1.75128	3.066981
42	58	19.2	1.76343	55.4	1.74351	3.039827
43	57	17.4	1.75587	55.4	1.73560	3.012307
44	56	15.5	1.74819	53.4	1.72754	2.984394
45	55	13.5	1.74036	52.4	1.71933	2.956095
46	52	11.5	1.71600	49.4	1.69373	2.868721
47	48	9.6	1.68124	45.4	1.65706	2.745847
48	48	7.7	1.68124	45.4	1.65706	2.745847
49	46	5.8	1.66276	43.4	1.63749	2.681373
50	45	3.9	1.65321	42.4	1.62737	2.648333
51	38	2.0	1.57978	35.4	1.54900	2.399401

表 5. Calculation of b

x_l	x_s	$x_l \cdot x_s$	$x_l x_s - x_g^2$	$x_l + x_s$	$2x_g - (x_l + x_s)$	b_s
203	38	7714	312.9423	241	−68.9412	−4.55
170	45	7650	248.9423	215	−42.9412	−5.797
161	46	7406	4.9423	207	−34.9412	−0.1414
155	48	7440	38.9423	203	−30.9412	−1.258
155	48	7440	38.9423	203	−30.9412	−1.258
						$b \fallingdotseq -2.6$

表 6. Calculation of the theoretical quantities x

T(year)	ξ	0.241ξ	$1.92049+0.241\xi$	$x-2.6$	x
300	1.9184	0.46233	2.38282	241.5	244.1
250	1.8753	0.45195	2.37244	235.7	238.3

200	1.8215	0.43898	2.35947	228.8	231.4
150	1.7499	0.42173	2.34222	219.9	222.5
100	1.6450	0.39645	2.31694	207.5	210.1
75	1.5672	0.37770	2.29839	198.8	201.4
50	1.4520	0.34993	2.27042	186.4	189.0
30	1.2967	0.31250	2.23299	171.0	173.6
25	1.2380	0.29836	2.21885	165.5	168.1
20	1.1630	0.28028	2.20077	158.8	161.4
10	0.9062	0.21839	2.13888	137.7	140.3
5	0.5951	0.14342	2.06391	115.9	118.5
3	0.3045	0.07338	1.99387	98.6	101.2
2	0.0000	0.0000	1.92049	83.3	85.9

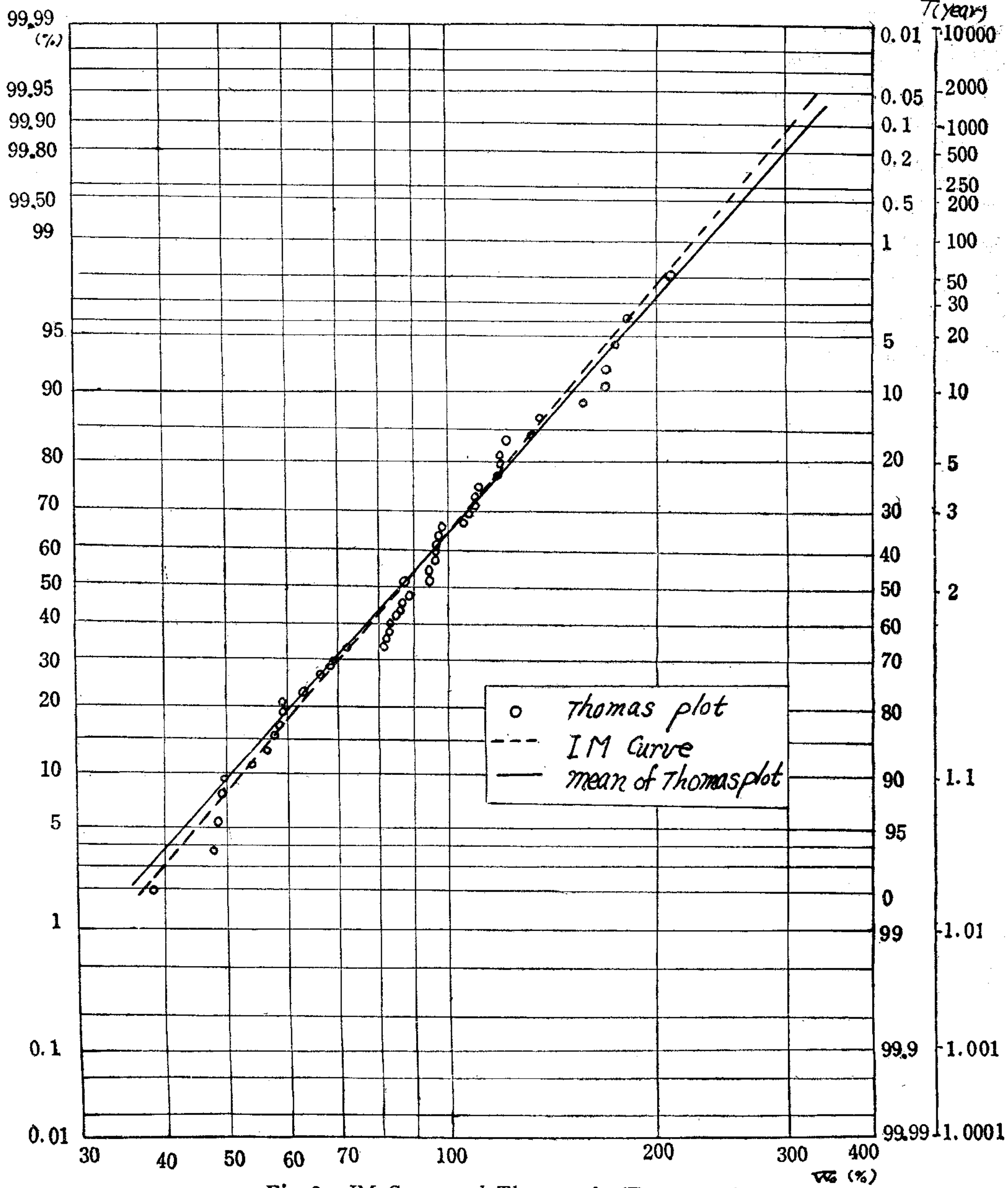

Fig 2. IM Curve and Thomas plot(Taegu area)

이 있을 뿐 아니라 특히 관측치의 범위외의 部分의 초과확률을 推定하는 난점이 있었다. 그리고 logarithmic normal distribution method 와 Gumble 법에서도 계산의 번잡성 및 어떤 일관성있는 代表式을 구하기는 곤란하다. 그런데 Iwai method는 주어진 관측치뿐만 아니라 관측치가 代表하고 있다고 보는 統計的인 母集團을 넓게 보아서 統計的分布를 對數正規 分布로해서 頻度分布를 推定하여 積分곡선으로 초과확률을 求하여 더욱 有用한 양측 有限分布를 생각하기 爲해서 中限値 b를 算定하여 확률紙上의 곡선形狀을 변화하여 계산하였으므로 他의 方法에서 볼 수 없는 적합성은 갖은式을 (I.M) curve로 表示하여 대구지방과 같이 水門學的 환경이 상이한 강우의 특성을 表示하는데는 매우 客觀的인 것으로서 대구지방의 代表式으로 하였다.

本 論文에서는 각종 토목설계 계획을 하여온 종래의 方法과는 달리 그 工事의 중요度에 따라 확률일우량을 산출할 수 있으므로 合理的인 설계가 가능하게 되는 것이다.

참 고 문 헌

1) Emil Kuiebling: Diseussion on Maximum rates of rainfall, trans ASCE, Vol. 208 1889.
2) Cheser- O. Wisler. & E.F. Brater: Hydrology 1807.
3) C W. Sherman: Frequency and Intensity of Excessice Rainfalls at Boston Massachusetts Thomas, ASCE Vol., 95, 1931.
4) 物部長穗：水理學, 岩波書店 1933.
5) 岩井重久：水文學における 非對稱分布について 土木學會論文集 第1—2號 1946.
6) J. Jslade: An symmetric probability function Trans ASCE Vol. 101, 1936.
7) S. Iwai: Duration Curves of logarithmic Normal distribution Type and their Applications, Memories of Engineering. Kyoto Univ. Vol. 12 No. III 1950.
8) Linsley & Kohler: Applied Hydrology 1949.
9) B.F. Kimball: Sufficient statistical Estimation Functions for the Parameters of the Distribution of Maximum Values, AMS. 1949.