

# 第1章 滋賀県降雨強度式について

第1章 滋賀県降雨強度式について .....	301
1-1 滋賀県降雨強度式 .....	301
1-2 降雨資料 .....	301
1-3 確率降雨強度の定め方 .....	303
1-4 降雨強度および超過確率 .....	303
1-5 確率降雨強度の決定 .....	303
1-6 確率降雨強度式の決定 .....	304



## 第1章 滋賀県降雨強度式について

## 1-1 滋賀県降雨強度式

滋賀県降雨強度式は、昭和43年6月に作成されたものが基本となっており、この時の強度式の算定の基本的な考え方を整理すると次のとおりである。

- (1) 確率降雨量を求める際に、河川計画上重視されるべき既往最大値やその近辺に位置する上位資料を適切に評価するために、上位N/10個程度の資料を解析対象とし、最小自乗法により確率曲線を定めている。
- (2) 資料のプロットポジションはトーマス法によっている。
- (3) 解析対象の降雨資料期間は、24時間雨量と12時間雨量は明治7年～昭和40年の72年間、6時間雨量、3時間雨量、1時間雨量、10分間雨量は大正10年～昭和40年の45年間としている。また、資料は長期間の資料が整理されている彦根地方気象台の観測値（彦根）としている。
- (4) 各降雨継続時間の確率降雨強度を定めるのに、観測最大値を重視するために国内の記録的降雨の傾向を参考にして下記の県内の最大降雨量の推定式を設定している。

$$R=120\sqrt{D} \quad R: \text{降雨量(mm)}、D: \text{降雨継続時間(hr)}$$

- (5) 上記の推定式で得られる降雨量を県下最大値として、その超過確率を推定の基になった明治29年9月7日の降雨記録（彦根で24時間雨量684.3mm、12時間雨量453.1mm）から、その値を72年（明治27年～昭和40年：72年間）に1度の降雨、すなわちトーマス法による超過確率  $W=1/(N+1)=1/(72+1)=1/73=0.0137$  と評価している。

また、大正10年以降しか資料のない短時間降雨（6時間、3時間、1時間、10分間）の場合にもこの式から最大降雨量を推定し、その超過確率を1/73としている。

- (6) 以上の条件から求められた各降雨継続時間の確率降雨強度を基に、確率降雨強度式を次の型（君島式）とし、最小自乗法によりその定数を定めている。

$$r = \frac{a}{t^n + b} \quad r: \text{降雨強度(mm/hr)}、t: \text{降雨継続時間(min)}、n, a, b: \text{定数}$$

- (7) 確率降雨強度式の算定は、県内の主要河川の洪水到達時間がほぼ6時間以内であることから、計算対象の確率降雨強度の降雨継続時間は6時間、3時間、1時間、10分間の4種類としている。

初版の設計便覧(案)河川編が作成されるに当たっては、昭和43年6月に滋賀県降雨強度式が作成されてから、28年を経過していたことから、新しい雨量観測資料を盛り込んで、昭和43年の強度式の検証がなされている。

この検証に当たっては、上述の強度式算定上の基本的な考え方が踏襲されているものの、確率年の小さい強度式（10年以下）算定の場合は、上位N/10程度の資料を重視する考え方は危険側となるため、この場合は全資料を解析対象として確率降雨強度が算定されている。

次節以降に現行の滋賀県降雨強度式を決定した解析の経過を示す。

## 1-2 降雨資料

確率降雨強度を定めるための長期間の短時間降雨資料が整理されているのは、彦根地方気象台の彦根の観測資料のみであり、その資料の中から上位N/10個を抽出すると表-1（昭和43年6月時点：資料は昭和40年まで）、1（平成7年3月時点：資料は平成5年まで）のとおりである。

表-1 滋賀県内の継続時間内の降雨量(昭和43年6月時点)

	日雨量	生起年月日	24時間雨量	生起年月日	12時間雨量	生起年月日
1	538.3	M.29. 9. 7	684.3	M.29. 9. 7	453.1	M.29. 9. 7
2	203.0	S.19.10. 7	271.4	S.34. 9.26	191.0	S.34. 9.26
3	195.8	S.34. 9.26	218.9	S.19.10. 7	171.0	S.40. 9.17
4	174.2	S.40. 9.17	186.9	T. 6. 9.30	141.2	S.21. 4.24
5	170.1	M.37. 9.16	170.1	S.37. 9.16	139.1	T. 2.10. 3
6	164.5	M.33. 9.27	164.5	M.33. 9.27	137.3	M.33. 9.27
7	159.7	T. 6. 9.30	160.4	T. 2.10. 3	133.4	T. 7. 9.24
8	156.3	M.36. 7. 8	156.3	M.36. 7. 8	129.4	S.37. 8.26
9	152.0	S.21. 4.24	154.9	S. 5. 7.31	126.6	S.28. 9.25
10	145.2	T. 5. 6.16	152.0	S.21. 4.24	119.0	M.37. 9.16

	6時間雨量	生起年月日	3時間雨量	生起年月日	1時間雨量	生起年月日	10分間雨量	生起年月日
1	164.7	S.34. 9.26	110.0	S. 1. 7.29	64.9	S. 1. 7.29	33.0	S.11. 8.27
2	131.0	S.40. 9.17	102.7	S.34. 9.26	58.0	S.37. 8.26	26.7	S.39. 9.20
3	120.9	S.19. 7. 7	99.0	S.37. 8.26	52.1	S. 9. 7.21	24.5	S.32. 7. 4
4	115.0	S.37. 8.26	82.7	S.25. 8. 5	52.0	S.34. 8.13	24.4	T.14. 9.10
5	112.9	S. 1. 7.30	77.0	S.40. 9.17	50.0	S.11. 8.27	21.2	S.30. 8.20

※ 1. 日雨量、24時間雨量、12時間雨量：72年間(M.27～S.40)

2. 6時間雨量、3時間雨量、1時間雨量、10分間雨量：45年間(T.10～S.40)

表-1 滋賀県内の継続時間内の降雨量(平成7年3月時点)

	日雨量	生起年月日	24時間雨量	生起年月日	12時間雨量	生起年月日
1	538.3	M.29. 9. 7	684.3	M.29. 9. 7	453.1	M.29. 9. 7
2	203.0	S.19.10. 7	271.4	S.34. 9.26	191.0	S.34. 9.26
3	195.8	S.34. 9.26	218.9	S.19.10. 7	171.0	S.40. 9.17
4	181.0	S.47. 9.16	191.5	S.47. 9.16	169.5	S.47. 9.16
5	174.2	S.40. 9.17	190.0	H. 2. 9.19	141.2	S.21. 4.24
6	172.0	H. 2. 9.19	186.9	T. 6. 9.30	139.1	T. 2.10. 3
7	170.1	M.37. 9.16	170.1	S.37. 9.16	137.3	M.33. 9.27
8	164.5	M.33. 9.27	164.5	M.33. 9.27	137.0	H. 2. 9.19
9	159.7	T. 6. 9.30	160.4	T. 2.10. 3	133.4	T. 7. 9.24
10	156.3	M.36. 7. 8	156.3	M.36. 7. 8	129.4	S.37. 8.26

	6時間雨量	生起年月日	3時間雨量	生起年月日	1時間雨量	生起年月日	10分間雨量	生起年月日
1	164.7	S.34. 9.26	110.0	S. 1. 7.29	64.9	S. 1. 7.29	33.0	S.11. 8.27
2	133.5	S.47. 9.16	102.7	S.34. 9.26	63.0	S.46. 7. 8	26.7	S.39. 9.20
3	131.0	S.40. 9.17	101.5	S.47. 9.16	58.0	S.37. 8.26	24.5	S.32. 7. 4
4	126.0	H. 2. 9.19	99.0	S.37. 8.26	54.5	S.43. 8.25	24.4	T.14. 9.10
5	120.9	S.19. 7. 7	87.0	H. 2. 9.19	52.1	S. 9. 7.21	22.5	H. 2. 7.24
6	115.0	S.37. 8.26	82.7	S.25. 8. 5	52.0	S.34. 8.13	21.2	S.30. 8.20
7	112.9	S. 1. 7.30	77.0	S.40. 9.17	50.0	S.11. 8.27	20.3	S.14. 9.17
8	100.0	S.28. 9.25	75.0	S.19.10. 7	48.6	S.18. 7.21	20.0	S.26. 7. 9
9	67.9	S.33. 9.26	64.7	S.28. 9.25	47.5	S.47. 9.16	20.0	S.60. 7.10
10	65.7	S.36. 6.29	42.0	S.36. 6.29	47.4	S.39. 9.20	20.0	H. 1. 9.22

※ 1. 日雨量、24時間雨量、12時間雨量：100年間(M.27～H.5)

2. 6時間雨量、3時間雨量、1時間雨量、10分間雨量：73年間(T.10～H.5)

3. 網掛け部が新しく追加した雨量資料

## 1-3 確率降雨強度の定め方

各降雨継続時間の確率降雨強度を定めるのに、観測最大値を重視するために国内の記録的降雨の傾向を参考にして県内の最大降雨量の推定式を設定した。なお、記録的降雨は平成7年3月時点においても昭和43年時点の記録が更新されていない。

記録的降雨を対数紙上にプロットすると図-1のとおりであり、その値は表-2のとおりである。これから各降雨継続時間の降雨記録のバランスを考慮して、県下の最大降雨量の推定式として次のとおり決定した。

$$\underline{R = 120\sqrt{D}} \quad \begin{array}{l} R: \text{降雨量(mm)} \\ D: \text{降雨継続時間(hr)} \end{array}$$

上記の推定式で得られる降雨量を県下最大値として、その超過確率を推定の基になった明治29年9月7日の降雨記録（彦根で24時間雨量684.3mm、12時間雨量453.1mm）から、昭和43年時点ではその値を72年（明治27年～昭和40年：72年間）に1度の降雨、すなわちトーマス法による超過確率  $V=1/(N+1)=1/(72+1)=1/73=0.0137$  と評価してしたが、平成7年3月時点ではこれは、100年（明治27年～平成5年：100年間）に1度となり、超過確率  $V=1/101=0.0099$  となる。

また、大正10年以降しか資料のない短時間降雨（6時間、3時間、1時間、10分間）の場合にもこの式から最大降雨量を推定し、その超過確率を1/73、1/101とした。

## 1-4 降雨強度および超過確率

上位N/10個の降雨資料（表-1、1'）と最大降雨量の推定式から、各降雨継続時間の降雨強度およびその超過確率（トーマス法）は、表-3、3' のとおりとなる。

## 1-5 確率降雨強度の決定

今回、確率解析の対象としている降雨強度は年最大値の水文量であることから、解析にあたっては一般にこれによく適合するとされている対数正規分布を適用することとする。

表-3、3' の降雨強度をそれぞれの超過確率にそって対数確率紙上にプロットすると、図-2、2' のとおりとなる。確率降雨強度を定めるにあたっては、確率紙上にプロットされた各点を最小自乗法によって回帰直線式を定め、その直線式から任意の確率年の降雨強度を算定することになる。

対数正規確率紙上で回帰直線を求める場合に、各観測値（降雨強度） $X$  は対数正規分布をあてはめるので、その分布の基本式は次のとおりとなる。

$$\left[ \begin{array}{l} X = \log X \quad : \text{観測値の対数変換値} \\ Y = \sqrt{2} \xi \quad : \text{基準正規変数} \\ \phi_0(\xi) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\xi} e^{-u^2} du \quad : \text{Gaussの誤差積分} \\ V(X) = \frac{1}{2} (1 - \phi_0(\xi)) \quad : \text{超過確率式} \end{array} \right]$$

超過確率 $V$ に対して、基準正規変数 $Y$ の値はGaussの確率分布表により与えられる。そこで観測値の対数変換値 $\log X$ と基準正規変数 $Y$ について最小自乗法により回帰直線（ $\log X = A_0 + A_1 \cdot Y$ ）を求める。さらにこの回帰式により各確率年に対応する降雨強度を算定することになる。この結果は図-2、2' および表-4、4' のとおりである。

図-2' は昭和43年6月時点と平成7年3月時点の確率降雨強度を比較するために1時間雨量資料による結果を図示したものである。降雨記録が更新されていないので各確率年の降雨量が小さくなっていることが分かる。各確率年の降雨強度の値を比較してみるとどの降雨継続時間の場合も、平均的に約10%程度平成7年3月時点の値が小さくなっている。しかしながら、

県下の主要河川の計画は既にほとんど現行の降雨強度式で立てられていること、その確率降雨強度の減少程度も比較的小さいこと、さらに将来の異常豪雨の発生の予見ができないこと等を考慮して、安全側の立場から昭和43年3月時点の確率降雨強度を引き続き使用することとする。

以上は降雨資料の上位N/10個程度を重視して解析した結果であり、確率年が比較的大きい場合は問題ないが、確率年が小さい場合はこの考え方はかえって危険側になる。このことは図-3を見れば明らかである。図-3は1時間と10分間雨量について解析したものであるが、回帰直線はN/10個を解析対象としたものと、全資料を解析対象としたものの両方を図示している。この両直線が交差する確率年は約14年である。すなわち確率年が14年以下の場合は全資料による回帰直線で確率降雨強度を推定するのが妥当であるということが分かる。

以上のことから、先に述べたのと同様の手法で全資料を解析対象として小さな確率年の確率降雨強度を算定した。結果は表-5-1、2のとおりである。なお、この場合に1時間と10分間雨量の2種類の資料を使用したのは、小さい確率年の確率降雨強度を使用するのは比較的小さな流域の河川であり、その洪水到達時間も短いことからこの2種類の資料で解析すれば十分であると判断したからである。

### 1-6 確率降雨強度式の決定

以上の検討結果から、各確率年の降雨強度 $r$ (mm/hr)と降雨継続時間(min)との関係式いわゆる確率降雨強度式を求める。

降雨強度式は、種々の型のものが提案されているが、経験的に適合度の高い次の型(君島型)の式を用いることとする。

$$r = \frac{a}{t^n + b} \quad r: \text{降雨強度(mm/hr)}, t: \text{降雨継続時間(min)}, n, a, b: \text{定数}$$

定数 $n$ 、 $a$ 、 $b$ の決定は、 $n$ を適当に仮定(一般には0.5~0.8程度)し、最小自乗法によって算定する。この結果仮定した数個の $n$ に対応して定まった定数 $a$ 、 $b$ による各々の強度式のうちどれを採用するかは、各式からの算定値と定数計算に使用した確率降雨強度を比較しその偏差が最小になる定数を採用することになる。

今回の検討結果でも、その偏差が最小となるのは必ずしも $n=0.5$ の場合には限らなかったが、その偏差の値が比較的小さいことから、工学的な実用性を考えて $n=0.5$ とした。

次に今回の強度式の定数解析に使用した確率降雨強度を整理しておく。

確率年	確率降雨強度 $r$ (mm/hr)			
	10分間	1時間	3時間	6時間
2年	84.9	31.5	***	***
3年	97.0	36.9	***	***
5年	110.1	42.8	***	***
7年	118.1	46.5	***	***
10年	126.2	50.3	***	***
20年	167.8	61.4	34.7	23.6
30年	193.7	71.2	40.8	28.2
50年	228.7	84.3	49.2	34.8
80年	262.1	96.1	56.9	40.3
100年	281.6	104.3	62.1	45.0

図-1 記録的降雨量

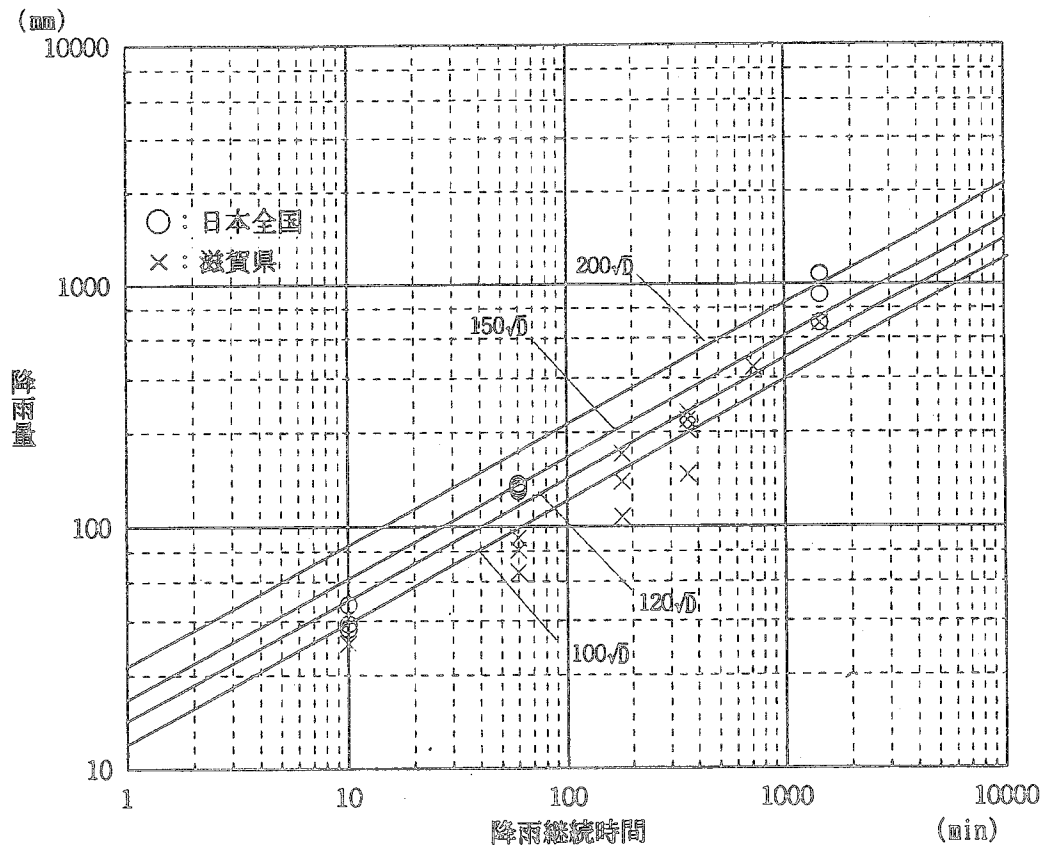


表-2 記録的降雨量

地域区分	降雨継続時間 (min)	降雨量 (mm)	観測所名	地域区分	降雨継続時間 (min)	降雨量 (mm)	観測所名
日本全国	1440(24hr)	1,109.0	諫早	滋賀県	1440(24hr)	684.3	彦根
		1,101.0	大台ヶ原		720(12hr)	453.1	彦根
		901.0	田辺		360(6hr)	295	柏原
		688.6	尾鷲			275	君ヶ畑
	60(1hr)	150.0	足摺岬		250	政所	
		146.0	福知山		164.7	彦根	
		144	諫早		180(3hr)	200	君ヶ畑
	140	銚子・清水	153			萱尾	
	10	48	足摺岬		110	彦根	
		40	洲本		60(1hr)	90	君ヶ畑
38		銚子	80	柏原			
			64.9	彦根			
			10	33	彦根		

表-3 降雨強度および超過確率 (昭和43年6月時点)

N	24時間	$W=i/N+1$	12時間	$W=i/N+1$	6時間	$W=i/N+1$
1	28.5	0.0137	37.8	0.0137	(49.0)	0.0137
2	11.3	0.0274	15.9	0.0274	27.5	0.0217
3	9.1	0.0411	14.3	0.0411	21.8	0.0435
4	7.8	0.0548	11.8	0.0548	20.2	0.0652
5	7.1	0.0685	11.6	0.0685	19.2	0.0870
6	6.9	0.0822	11.4	0.0822	18.8	0.1087
7	6.7	0.0959	11.1	0.0959		
8	6.5	0.1096	10.8	0.1096		
9	6.5	0.1233	10.6	0.1233		
10	6.3	0.1370	9.9	0.1370		

N	3時間	$W=i/N+1$	1時間	$W=i/N+1$	10分間	$W=i/N+1$
1	(69.2)	0.0137	(120.0)	0.0137	(293.9)	0.0137
2	36.7	0.0217	64.9	0.0217	198.0	0.0217
3	34.2	0.0435	58.0	0.0435	160.2	0.0435
4	33.0	0.0652	52.1	0.0652	147.0	0.0652
5	27.6	0.0870	52.0	0.0870	146.4	0.0870
6	25.7	0.1087	50.0	0.1087	127.2	0.1087

- ※ 1. ( )は推定降雨量  
 2. 降雨量は降雨強度を示す。(mm/hr)  
 3. 継続時間6時間以内の雨については、1位の超過確率は $N=72$ (M.27~S.40)で算定し、2位以下は $N=45$ (T.10~S.40)で算定する。

表-3' 降雨強度および超過確率 (平成7年3月時点)

N	24時間	$W=i/N+1$	12時間	$W=i/N+1$	6時間	$W=i/N+1$
1	28.5	0.0099	37.8	0.0099	(49.0)	0.0099
2	11.3	0.0198	15.9	0.0198	27.5	0.0135
3	9.1	0.0297	14.3	0.0297	22.3	0.0270
4	8.0	0.0396	14.1	0.0396	21.8	0.0405
5	7.9	0.0495	11.8	0.0495	21.0	0.0541
6	7.8	0.0594	11.6	0.0594	20.2	0.0676
7	7.1	0.0693	11.4	0.0693	19.2	0.0811
8	6.9	0.0792	11.4	0.0792	18.8	0.0946
9	6.7	0.0891	11.1	0.0891	16.7	0.1081
10	6.5	0.0990	10.8	0.0990	11.3	0.1216

N	3時間	$W=i/N+1$	1時間	$W=i/N+1$	10分間	$W=i/N+1$
1	(69.2)	0.0099	(120.0)	0.0099	(293.9)	0.0099
2	36.7	0.0135	64.9	0.0135	198.0	0.0135
3	34.2	0.0270	63.0	0.0270	160.2	0.0270
4	33.8	0.0405	58.0	0.0405	147.0	0.0405
5	33.0	0.0541	54.5	0.0541	146.4	0.0541
6	29.0	0.0676	52.1	0.0676	135.0	0.0676
7	27.6	0.0811	52.0	0.0811	127.2	0.0811
8	25.7	0.0946	50.0	0.0946	121.8	0.0946
9	25.0	0.1081	48.6	0.1081	120.0	0.1081
10	21.6	0.1216	47.5	0.1216	120.0	0.1216

- ※ 1. ( )は推定降雨量  
 2. 降雨量は降雨強度を示す。(mm/hr)  
 3. 継続時間6時間以内の雨については、1位の超過確率は $N=100$ (M.27~H.5)で算定し、2位以下は $N=73$ (T.10~H.5)で算定する。



圖-2 普通降雨強度

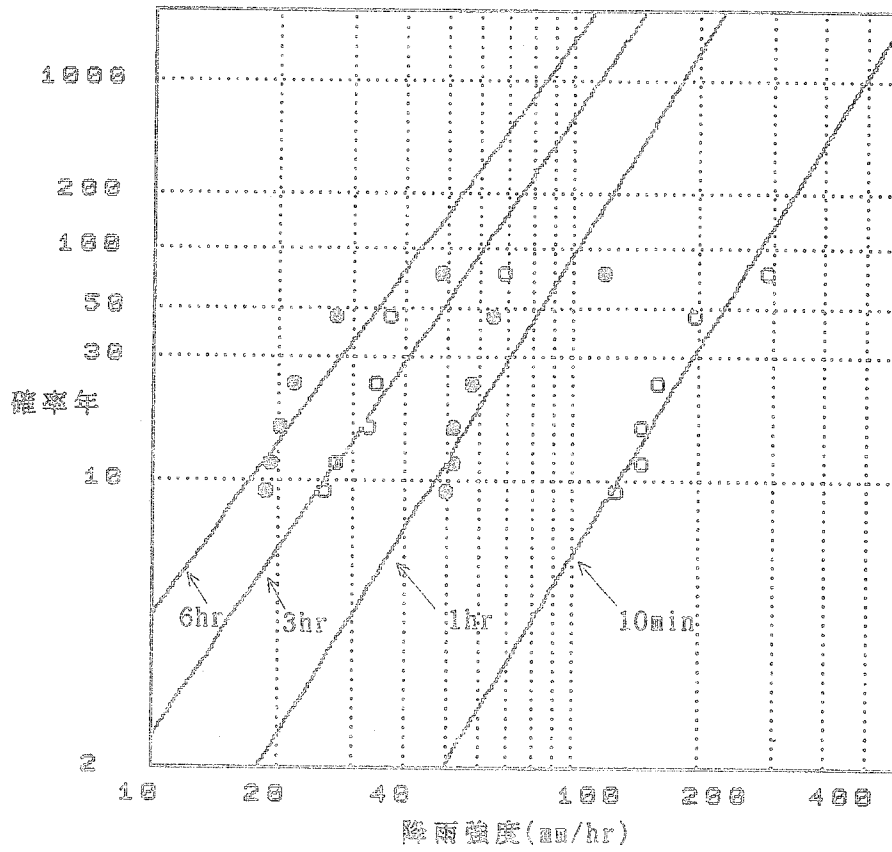


圖-2' 特殊降雨強度

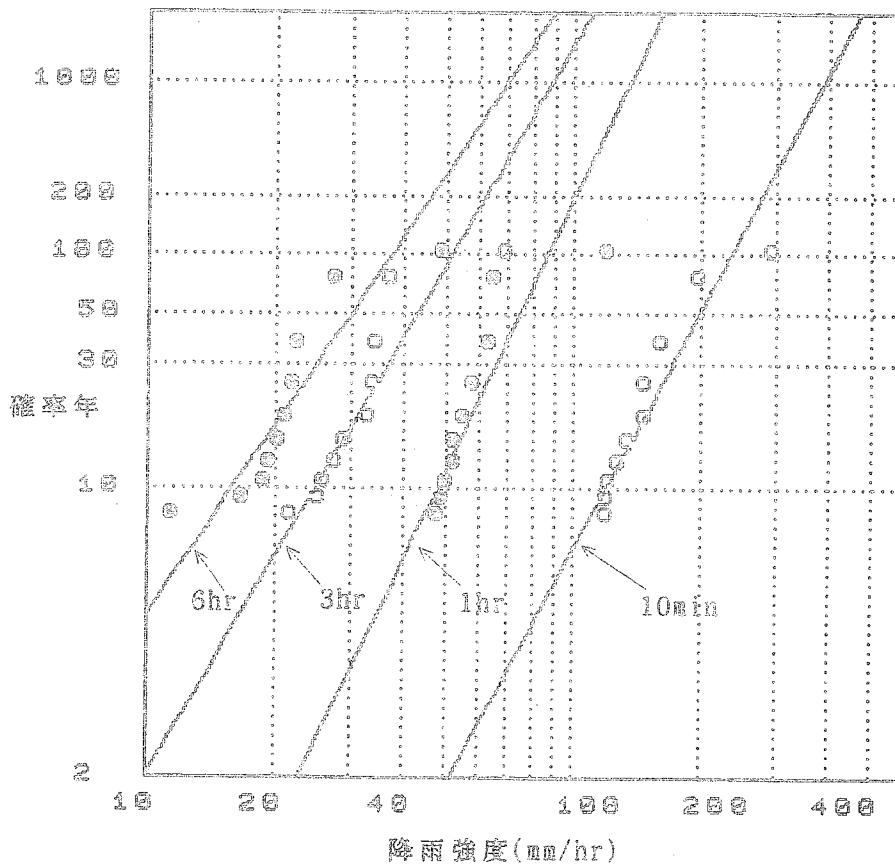


図-2'' 確率降雨強度・比較(1hr)

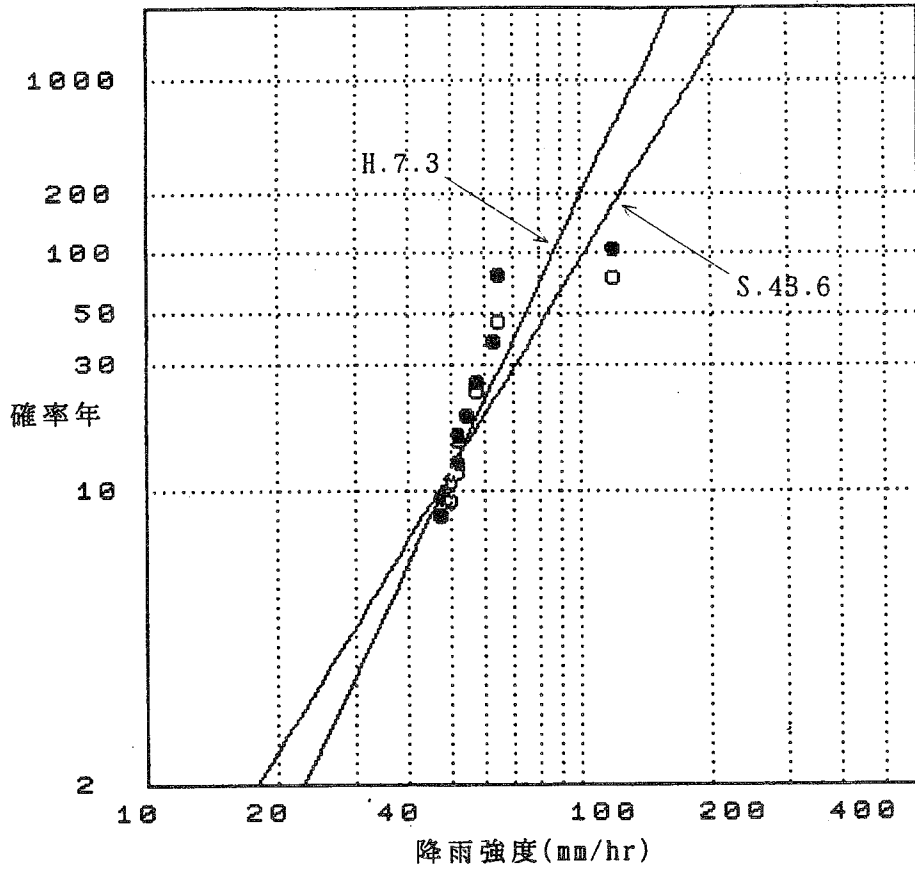


図-3 確率降雨強度(1hr,10min)

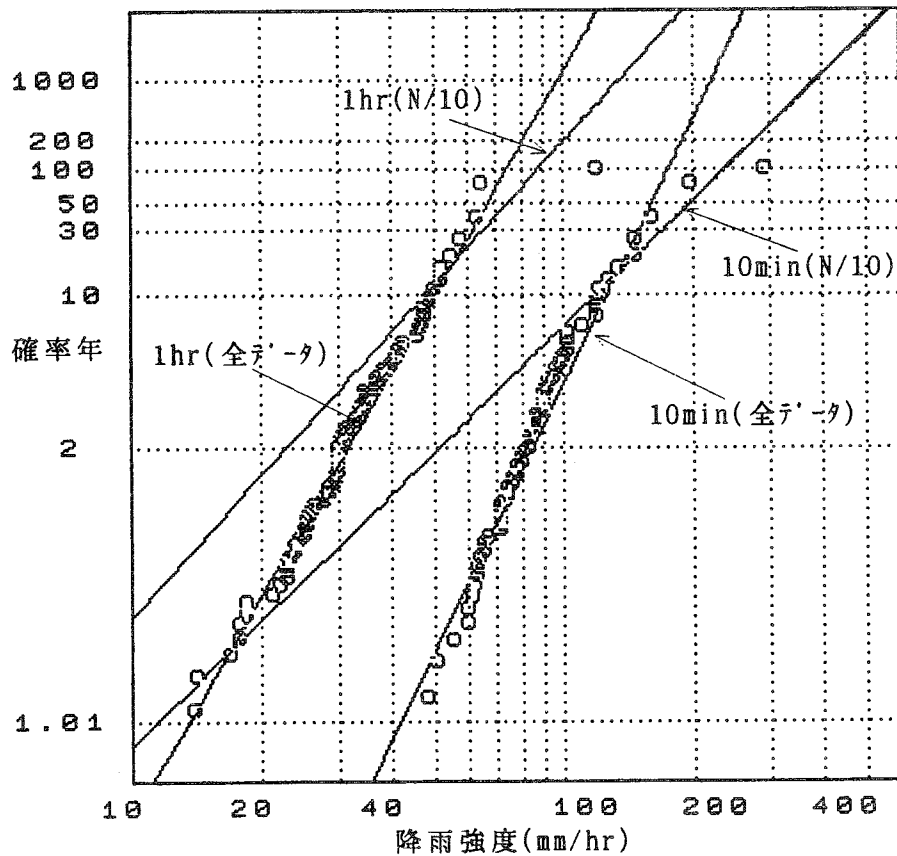


表-4 確率降雨強度の算定 (昭和43年6月時点)

データ 順位	超過確率 W	基準 正規変数 Y	観測データの降雨強度(mm/hr)				観測データの降雨強度(対数変換値)			
			10min	1hr	3hr	6hr	10min	1hr	3hr	6hr
			X	X	X	X	logX	logX	logX	logX
1	0.0137	2.2060	293.9	120.0	69.2	49.0	2.4682	2.0792	1.8401	1.6902
2	0.0217	2.0199	198.0	64.9	36.7	27.5	2.2967	1.8122	1.5647	1.4393
3	0.0434	1.7125	160.2	58.0	34.2	21.8	2.2047	1.7634	1.5340	1.3385
4	0.0651	1.5133	147.0	52.1	33.0	20.2	2.1673	1.7168	1.5185	1.3054
5	0.0868	1.3608	146.4	52.0	27.6	19.2	2.1655	1.7160	1.4409	1.2833
6	0.1085	1.2346	127.2	50.0	25.7	18.8	2.1045	1.6990	1.4099	1.2742

降雨強度と基準正規変数の回帰直線:  $\log X = A_0 + A_1 \cdot Y (t=7.57^\circ \text{Dvt})$

	10min	1hr	3hr	6hr
A0=	1.6906	1.2511	0.9486	0.7355
A1=	0.3246	0.3264	0.3600	0.3890
r=	0.9480	0.8613	0.8931	0.8091

確率年	超過確率 W	基準 正規変数 Y	推定降雨強度(対数値)				推定降雨強度(mm/hr)			
			10min	1hr	3hr	6hr	10min	1hr	3hr	6hr
			logX	logX	logX	logX	X	X	X	X
7	0.1429	1.067	2.0372	1.5994	1.3327	1.1495	108.6	39.2	21.3	13.9
10	0.1000	1.282	2.1070	1.6695	1.4101	1.2329	127.4	46.2	25.5	16.7
12	0.0833	1.383	2.1398	1.7025	1.4465	1.2721	138.0	50.4	28.0	18.7
20	0.0500	1.645	2.2249	1.7880	1.5408	1.3738	167.8	61.4	34.7	23.6
30	0.0333	1.834	2.2863	1.8497	1.6088	1.4471	193.7	71.2	40.8	28.2
50	0.0200	2.054	2.3577	1.9215	1.6880	1.5325	228.7	84.3	49.2	34.8
80	0.0125	2.241	2.4185	1.9826	1.7554	1.6050	262.1	96.1	56.9	40.3
100	0.0100	2.326	2.4461	2.0103	1.7860	1.6380	281.6	104.3	62.1	45.0

表-4 確率降雨強度の算定(平成7年3月時点)

データ 順位	超過確率 W	基準 正規変数 Y	観測データの降雨強度(mm/hr)				観測データの降雨強度(対数変換値)			
			10min X	1hr X	3hr X	6hr X	10min logX	1hr logX	3hr logX	6hr logX
1	0.0099	2.330	293.9	120.0	69.2	49.0	2.4682	2.0792	1.8401	1.6902
2	0.0135	2.212	198.0	64.9	36.7	27.5	2.2967	1.8122	1.5647	1.4393
3	0.0270	1.927	160.2	63.0	34.2	22.3	2.2047	1.7993	1.5340	1.3483
4	0.0405	1.745	147.0	58.0	33.8	21.8	2.1673	1.7634	1.5289	1.3385
5	0.0541	1.606	146.4	54.5	33.0	21.0	2.1655	1.7364	1.5185	1.3222
6	0.0676	1.494	135.0	52.1	29.0	20.2	2.1303	1.7168	1.4624	1.3054
7	0.0811	1.398	127.2	52.0	27.6	19.2	2.1045	1.7160	1.4409	1.2833
8	0.0946	1.313	121.8	50.0	25.7	18.8	2.0856	1.6990	1.4099	1.2742
9	0.1081	1.237	120.0	48.6	25.0	16.7	2.0792	1.6866	1.3979	1.2227
10	0.1216	1.167	120.0	47.5	21.6	11.3	2.0792	1.6767	1.3345	1.0531

降雨強度と基準正規変数の回帰直線： $\log X = A_0 + A_1 * Y$  (トマス<sup>o</sup>ロット)

	10min	1hr	3hr	6hr
A0=	1.7127	1.3573	0.9978	0.7414
A1=	0.2833	0.2503	0.3076	0.3569
r=	0.9349	0.8558	0.8971	0.8906

確率年	超過確率 W	基準 正規変数 Y	推定降雨強度(対数値)				推定降雨強度(mm/hr)			
			10min logX	1hr logX	3hr logX	6hr logX	10min X	1hr X	3hr X	6hr X
7	0.1429	1.067	2.0150	1.6244	1.3260	1.1222	103.5	42.1	21.2	13.2
10	0.1000	1.282	2.0759	1.6782	1.3921	1.1989	119.1	47.7	24.7	15.8
12	0.0833	1.383	2.1045	1.7035	1.4232	1.2350	127.2	50.5	26.5	17.2
20	0.0500	1.645	2.1787	1.7690	1.5038	1.3285	150.9	58.7	31.9	21.3
30	0.0333	1.834	2.2323	1.8164	1.5619	1.3960	170.7	65.5	36.5	24.9
50	0.0200	2.054	2.2946	1.8714	1.6296	1.4745	197.1	74.4	42.6	29.8
80	0.0125	2.241	2.3476	1.9182	1.6871	1.5412	222.6	82.8	48.7	34.8
100	0.0100	2.326	2.3717	1.9395	1.7133	1.5715	235.3	87.0	51.7	37.3

表-5-1 確率降雨強度の算定 (時間雨量)

順位	起年	超過確率規		標準時間雨量		降雨強度		対数	順位	起年	超過確率規		標準時間雨量		降雨強度		対数
		$W=1/(N+1)$	正規変数 Y	(mm)	R	(mm/hr)	X				変換値 $\log X$	$W=1/(N+1)$	正規変数 Y	(mm)	R	(mm/hr)	
1	(推定)	0.0099	2.3300	120.0	120.0	2.0792	38	1923	0.5000	0.0000	30.2	30.2	1.4800				
2	1926	0.0135	2.2120	64.9	64.9	1.8122	39	1927	0.5135	-0.0339	30.0	30.0	1.4771				
3	1971	0.0270	1.9270	53.0	53.0	1.7393	40	1940	0.5270	-0.0677	30.0	30.0	1.4771				
4	1962	0.0405	1.7450	59.0	59.0	1.7634	41	1973	0.5405	-0.1017	30.0	30.0	1.4771				
5	1968	0.0541	1.6060	54.5	54.5	1.7364	42	1979	0.5541	-0.1360	30.0	30.0	1.4771				
6	1934	0.0676	1.4940	52.1	52.1	1.7168	43	1984	0.5676	-0.1703	30.0	30.0	1.4771				
7	1959	0.0811	1.3980	52.0	52.0	1.7160	44	1989	0.5811	-0.2047	30.0	30.0	1.4771				
8	1936	0.0946	1.3130	50.0	50.0	1.6990	45	1977	0.5946	-0.2394	29.5	29.5	1.4698				
9	1943	0.1081	1.2370	48.6	48.6	1.6866	46	1993	0.6081	-0.2744	29.5	29.5	1.4698				
10	1972	0.1216	1.1670	47.5	47.5	1.6767	47	1931	0.6216	-0.3097	29.2	29.2	1.4654				
11	1964	0.1351	1.1030	47.4	47.4	1.6758	48	1944	0.6351	-0.3454	28.7	28.7	1.4579				
12	1985	0.1486	1.0420	47.0	47.0	1.6721	49	1970	0.6486	-0.3815	28.5	28.5	1.4548				
13	1990	0.1622	0.9855	46.5	46.5	1.6675	50	1942	0.6622	-0.4185	28.3	28.3	1.4518				
14	1976	0.1757	0.9319	46.0	46.0	1.6628	51	1951	0.6757	-0.4557	27.9	27.9	1.4456				
15	1958	0.1892	0.8808	42.3	42.3	1.6283	52	1974	0.6892	-0.4936	26.5	26.5	1.4232				
16	1965	0.2027	0.8320	41.8	41.8	1.6212	53	1945	0.7027	-0.5322	26.0	26.0	1.4150				
17	1925	0.2162	0.7851	41.4	41.4	1.6170	54	1966	0.7162	-0.5716	25.7	25.7	1.4099				
18	1950	0.2297	0.7398	41.0	41.0	1.6128	55	1952	0.7297	-0.6119	25.5	25.5	1.4065				
19	1939	0.2432	0.6960	39.6	39.6	1.5977	56	1937	0.7432	-0.6532	25.3	25.3	1.4031				
20	1946	0.2568	0.6532	38.4	38.4	1.5843	57	1947	0.7568	-0.6960	25.0	25.0	1.3979				
21	1983	0.2703	0.6119	38.0	38.0	1.5799	58	1982	0.7703	-0.7398	25.0	25.0	1.3979				
22	1975	0.2838	0.5716	37.0	37.0	1.5682	59	1981	0.7838	-0.7851	24.5	24.5	1.3892				
23	1941	0.2973	0.5322	36.9	36.9	1.5670	60	1986	0.7973	-0.8320	24.0	24.0	1.3802				
24	1956	0.3108	0.4936	36.2	36.2	1.5587	61	1932	0.8108	-0.8808	23.8	23.8	1.3766				
25	1980	0.3243	0.4557	34.5	34.5	1.5378	62	1961	0.8243	-0.9319	23.4	23.4	1.3692				
26	1989	0.3378	0.4185	34.5	34.5	1.5378	63	1922	0.8378	-0.9855	23.1	23.1	1.3636				
27	1991	0.3514	0.3815	34.5	34.5	1.5378	64	1928	0.8514	-1.0420	23.0	23.0	1.3617				
28	1987	0.3649	0.3454	34.0	34.0	1.5315	65	1978	0.8649	-1.1030	23.0	23.0	1.3617				
29	1967	0.3784	0.3097	33.8	33.8	1.5230	66	1921	0.8784	-1.1670	22.1	22.1	1.3444				
30	1948	0.3919	0.2744	33.6	33.6	1.5239	67	1930	0.8919	-1.2370	21.2	21.2	1.3263				
31	1963	0.4054	0.2394	33.2	33.2	1.5211	68	1992	0.9054	-1.3130	18.5	18.5	1.2672				
32	1969	0.4189	0.2047	32.5	32.5	1.5119	69	1949	0.9189	-1.3980	18.4	18.4	1.2648				
33	1938	0.4324	0.1703	32.2	32.2	1.5078	70	1935	0.9324	-1.4940	17.8	17.8	1.2504				
34	1960	0.4459	0.1360	31.8	31.8	1.4955	71	1933	0.9459	-1.6060	17.7	17.7	1.2480				
35	1957	0.4595	0.1017	30.8	30.8	1.4896	72	1954	0.9595	-1.7450	17.0	17.0	1.2304				
36	1953	0.4730	0.0677	30.5	30.5	1.4843	73	1924	0.9730	-1.9270	14.1	14.1	1.1492				
37	1955	0.4865	0.0339	30.5	30.5	1.4843	74	1929	0.9865	-2.2120	14.0	14.0	1.1461				

降雨強度と超過確率規の回帰直線:  $\log X = A_0 + A_1 \cdot Y$  ( $Y = -7.77^\circ \text{C}$ )

$A_0 =$	1.4981
$A_1 =$	0.1589
$r =$	0.9918

確率年	超過確率規		推定降雨強度	
	N	W	LogX (mm/hr)	X (mm/hr)
2	0.5000	0.0000	1.4981	31.5
3	0.3333	0.4308	1.5666	36.9
5	0.2000	0.8416	1.6318	42.8
7	0.1429	1.0670	1.6676	46.5
10	0.1000	1.2820	1.7018	50.3
12	0.0833	1.3830	1.7179	52.2
20	0.0500	1.6450	1.7595	57.5

表-5-2 確率降雨強度の算定 (10分間雨量)

順位	年	超過確率 W= 1/(N+1)	規 準 正規変数 Y	10分雨量 (mm) R	降雨強度 (mm/hr) X	対 数 変換値 logX	順位	年	超過確率 W= 1/(N+1)	規 準 正規変数 Y	10分雨量 (mm) R	降雨強度 (mm/hr) X	対 数 変換値 logX
1	(推定)	0.0099	2.3300	48.99	293.94	2.4683	31	1970	0.4828	0.0431	14.0	84.0	1.9243
2	1936	0.0135	2.2120	33.0	198.0	2.2967	32	1976	0.5000	0.0000	14.0	84.0	1.9243
3	1964	0.0270	1.9270	26.7	160.2	2.2047	33	1958	0.5172	-0.0431	13.6	81.6	1.9117
4	1957	0.0405	1.7450	24.5	147.0	2.1673	34	1971	0.5345	-0.0866	13.5	81.0	1.9085
5	1925	0.0541	1.6060	24.4	146.4	2.1655	35	1993	0.5517	-0.1300	13.5	81.0	1.9085
6	1990	0.0676	1.4940	22.5	135.0	2.1303	36	1953	0.5690	-0.1738	13.0	78.0	1.8921
7	1955	0.0811	1.3980	21.2	127.2	2.1045	37	1983	0.5862	-0.2178	13.0	78.0	1.8921
8	1939	0.0946	1.3130	20.3	121.8	2.0856	38	1963	0.6034	-0.2622	12.8	76.8	1.8854
9	1951	0.1081	1.2370	20.0	120.0	2.0792	39	1954	0.6207	-0.3073	12.7	76.2	1.8820
10	1985	0.1216	1.1670	20.0	120.0	2.0792	40	1972	0.6379	-0.3529	12.5	75.0	1.8751
11	1989	0.1351	1.1030	20.0	120.0	2.0792	41	1949	0.6552	-0.3994	12.4	74.4	1.8716
12	1980	0.1552	1.0140	18.5	111.0	2.0453	42	1940	0.6724	-0.4466	12.2	73.2	1.8645
13	1967	0.1724	0.9447	17.2	103.2	2.0137	43	1945	0.6897	-0.4950	12.0	72.0	1.8573
14	1988	0.1897	0.8790	17.0	102.0	2.0086	44	1950	0.7069	-0.5444	12.0	72.0	1.8573
15	1991	0.2069	0.8172	17.0	102.0	2.0086	45	1973	0.7241	-0.5951	12.0	72.0	1.8573
16	1948	0.2241	0.7584	16.6	99.6	1.9983	46	1978	0.7414	-0.6477	12.0	72.0	1.8573
17	1974	0.2414	0.7018	16.5	99.0	1.9956	47	1942	0.7586	-0.7018	11.9	71.4	1.8537
18	1960	0.2586	0.6477	16.1	96.6	1.9850	48	1959	0.7759	-0.7584	11.2	67.2	1.8274
19	1965	0.2759	0.5951	15.9	95.4	1.9795	49	1982	0.7931	-0.8172	11.0	66.0	1.8195
20	1981	0.2931	0.5444	15.5	93.0	1.9685	50	1937	0.8103	-0.8790	10.9	65.4	1.8156
21	1956	0.3103	0.4950	15.2	91.2	1.9600	51	1961	0.8276	-0.9447	10.7	64.2	1.8075
22	1938	0.3276	0.4466	15.0	90.0	1.9542	52	1979	0.8448	-1.0140	10.5	63.0	1.7993
23	1952	0.3448	0.3994	15.0	90.0	1.9542	53	1992	0.8621	-1.0900	10.5	63.0	1.7993
24	1984	0.3621	0.3529	15.0	90.0	1.9542	54	1944	0.8793	-1.1710	10.4	62.4	1.7952
25	1987	0.3793	0.3073	15.0	90.0	1.9542	55	1941	0.8966	-1.2620	10.3	61.8	1.7910
26	1946	0.3966	0.2622	14.5	87.0	1.9395	56	1943	0.9138	-1.3650	10.0	60.0	1.7782
27	1968	0.4138	0.2178	14.5	87.0	1.9395	57	1969	0.9310	-1.4830	10.0	60.0	1.7782
28	1975	0.4310	0.1738	14.5	87.0	1.9395	58	1966	0.9483	-1.6290	9.3	55.8	1.7466
29	1977	0.4483	0.1300	14.5	87.0	1.9395	59	1986	0.9655	-1.8180	8.5	51.0	1.7076
30	1962	0.4655	0.0866	14.0	84.0	1.9243	60	1947	0.9828	-2.1150	8.0	48.0	1.6812

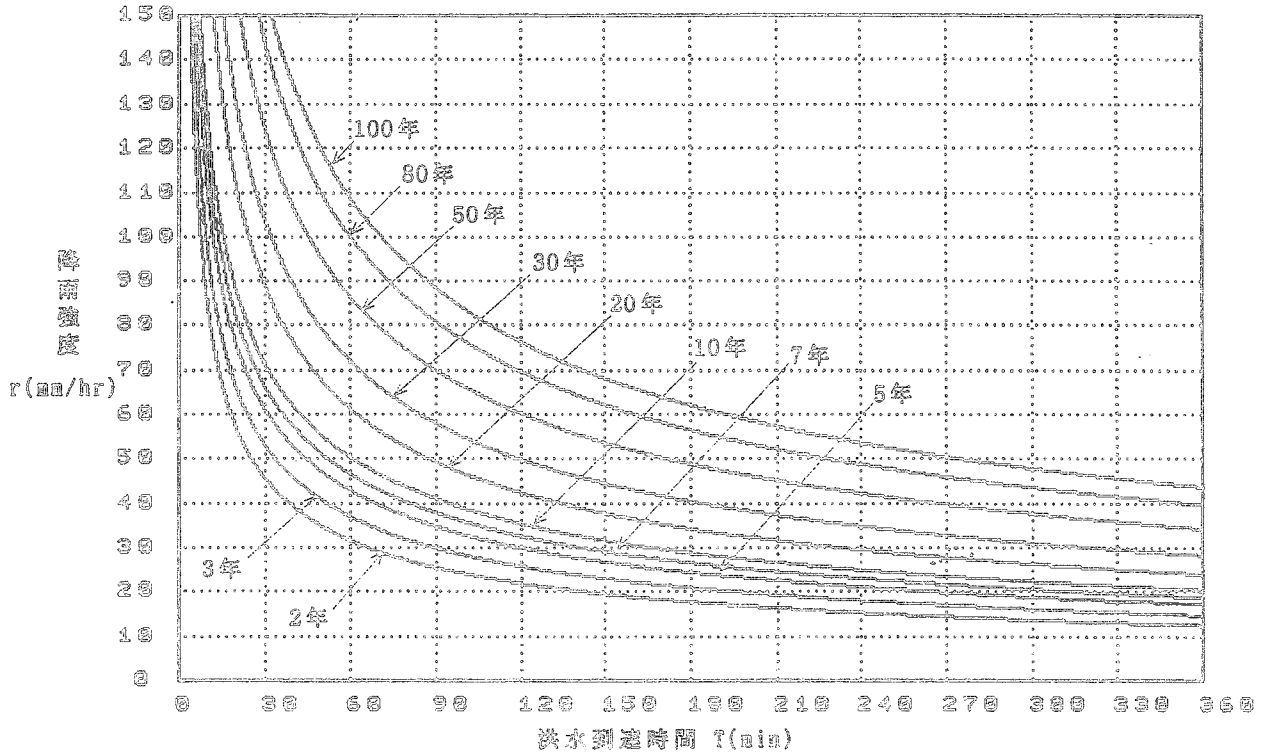
降雨強度と規準正規変数の回帰直線:  $\text{Log}X=A_0+A_1*Y$  (トマスプロット)

A0=	1.9290
A1=	0.1342
r=	0.9643

確率年 N	超過確率 W	規 準 正規変数 Y	推定降雨強度	
			LogX (mm/hr)	X (mm/hr)
2	0.5000	0.0000	1.9290	84.9
3	0.3333	0.4308	1.9868	97.0
5	0.2000	0.8416	2.0419	110.1
7	0.1429	1.0670	2.0722	118.1
10	0.1000	1.2820	2.1010	126.2
12	0.0833	1.3830	2.1146	130.2
20	0.0500	1.6450	2.1498	141.2

以上の検討の結果、滋賀県降雨強度式を次のように決定する。

滋賀県降雨強度曲線



降雨強度式

100年	$r = \frac{818.6}{t^{0.5-0.2250}}$	80年	$r = \frac{738.6}{t^{0.5-0.3539}}$	50年	$r = \frac{638.0}{t^{0.5-0.3590}}$
30年	$r = \frac{523.7}{t^{0.5-0.4547}}$	20年	$r = \frac{441.3}{t^{0.5-0.5372}}$	10年	$r = \frac{383.4}{t^{0.5-0.1246}}$ (時間雨量50mmに相当)
7年	$r = \frac{351.6}{t^{0.5-0.1855}}$	5年	$r = \frac{321.0}{t^{0.5-0.2472}}$	3年	$r = \frac{273.0}{t^{0.5-0.3480}}$
2年	$r = \frac{229.6}{t^{0.5-0.4584}}$				

