

十和田市雨水管理総合計画

【資料編】

目次

1. 地域ごとの整備目標.....	1
1.1. 降雨のまとめ.....	1
1.2. 計画降雨.....	3
2. 想定最大規模降雨（L2 降雨）	19
3. 降雨強度の算定.....	23
3.1. 算定結果【平成 6（1994）年～令和 6（2024）年：31 年間】	23
3.2. 算定結果【平成 17（2005）年～令和 6（2024）年：20 年間】	27
3.3. 算定結果【平成 15（2003）年～令和 4（2022）年：20 年間】	31

1. 地域ごとの整備目標

1.1. 降雨のまとめ

本計画で対策目標の対象となる降雨は以下のとおり整理しました。

表 1.1 計画降雨（現計画降雨、気候変動考慮）L1

	確率年	降雨強度式	t=60分 (mm/h)	備考
現計画降雨	5年	$\frac{2,560}{t+20}$	32.0	八戸气象台
計画降雨 気候変動考慮	5年	$\frac{3,200}{t+24}$	38.1×1.10 = 41.9	十和田アメダス
計画降雨 気候変動考慮	7年	$\frac{3,530}{t+23}$	42.5×1.10 = 46.8	
計画降雨 気候変動考慮	10年	$\frac{3,860}{t+22}$	47.1×1.10 = 51.8	

表 1.2 照査降雨 L1'（既往最大降雨）

年月日	60分値 (最大値)	総雨量	備考
1990 (H2) /10/26	62.0mm	226.0mm	十和田アメダス

表 1.3 照査降雨 L2（想定最大規模降雨）

10分値最大	60分値最大
36.6mm	150mm

◆計画降雨（L1 降雨）

浸水被害の発生を防止するための下水道施設の整備目標として、下水道法事業計画に位置づけられる降雨になります。

従来の下水道計画では、「再度災害の防止」の観点から、過去の降雨実績に基づいて計画降雨を設定します。しかし、今後気候変動による豪雨の更なる頻発化・激甚化がほぼ確実視され、被害の拡大が懸念される中、気候変動に適応した治水計画へ転換することはまったなしの状態です。このような背景を踏まえ、計画降雨についても気候変動の影響を踏まえたものを設定することが望ましいとされます。

◆既往最大降雨（L1' 降雨）

計画を上回る降雨時の、浸水被害の軽減を図る目標の降雨になります。災害の再発防止の観点から、流域で発生した降雨のうち、下水道の流出時間スケールである短時間雨量（10～60分間雨量）が既往最大の降雨や、一定の被害が想定される降雨を基本とし、計画降雨からL2降雨の間に位置する降雨になります。

◆想定最大規模降雨（L2 降雨）

水防法第14条第1項に規定する想定し得る最大規模の降雨であり、雨水出水浸水想定区域の前提となる降雨です。また、雨水出水浸水想定区域の指定には浸水シミュレーションが必要となることから、浸水シミュレーションに使用する降雨でもあります。L2降雨の降雨量は地域別に設定されており、降雨波形はL1'降雨を設定されている降雨量に等しくなるよう引き延ばしたものとし、いずれの時間においても1時間降雨量220mm、10分降雨量60mmを上回っていないことが前提となります。

※既往最大降雨および想定最大規模降雨は、併せて照査降雨といえます。

次に、雨水管理総合計画で対象となる降雨の算出根拠を示します。

1.2. 計画降雨

本市の雨水整備は、これまでシビルミニマムの考えに基づき5年確率で雨水整備を行っています。既計画で採用している降雨強度式は以下のとおりであり、八戸気象台の降雨データ（昭和58（1983）年～平成14（2002）年）に基づき、Thomasプロット法により算出したものです。

$$I = \frac{2560}{t + 20}$$

I : 降雨強度 (mm/h)
t : 流達時間 (分)

出典：十和田市公共下水道事業計画（令和2年度）

雨水管理総合計画では、既計画で使用している降雨データ（八戸気象台）が古いことから、近年増加しているゲリラ豪雨等に対応できるよう、本市近傍の「十和田アメダス」の降雨データを用いて、気候変動の影響を踏まえた計画降雨の見直しを実施しました。気候変動を考慮して計画降雨を算定する場合、降雨強度式を作成する基礎となる降雨データについて、「その期間のデータ自体がすでに気候変動の影響を強く受けていない」ことを示す必要があります。つまり、気温上昇などの影響により降雨量が著しく増加する傾向が、そのデータ期間に含まれていないかを確認しなければなりません。

例えば、平成2（1990）年～令和2（2020）年の30年間の降雨データを対象に、Mann-Kendall検定により「増加傾向がない（気候変動の影響を受けていない）」と判定できた場合は、その30年間のデータで作成した降雨強度式に、降雨量変化倍率（1.10倍）を乗じることで、気候変動を考慮した計画降雨を算定できます。

次に、計画降雨検討結果の詳細を示します。

表 1.4 十和田アメダス降雨データ (1/2)

年次	10分降雨量最大値		60分降雨量最大値	
	月日	降雨量(mm)	月日	降雨量(mm)
昭和 51 (1976) 年	-	-	9月 10日	11.0
昭和 52 (1977) 年	-	-	8月 5日	31.0
昭和 53 (1978) 年	-	-	6月 12日	23.0
昭和 54 (1979) 年	-	-	10月 1日	24.0
昭和 55 (1980) 年	-	-	8月 23日	17.0
昭和 56 (1981) 年	-	-	7月 21日	32.0
昭和 57 (1982) 年	-	-	9月 12日	25.0
昭和 58 (1983) 年	-	-	8月 3日	16.0
昭和 59 (1984) 年	-	-	8月 22日	16.0
昭和 60 (1985) 年	-	-	9月 7日	14.0
昭和 61 (1986) 年	-	-	9月 17日	13.0
昭和 62 (1987) 年	-	-	7月 3日	22.0
昭和 63 (1988) 年	-	-	9月 1日	15.0
平成 元 (1989) 年	-	-	9月 18日	28.0
平成 2 (1990) 年	-	-	10月 26日	62.0
平成 3 (1991) 年	-	-	9月 14日	11.0
平成 4 (1992) 年	-	-	8月 9日	13.0
平成 5 (1993) 年	-	-	7月 28日	19.0
平成 6 (1994) 年	6月 14日	6.5	6月 14日	18.0
平成 7 (1995) 年	8月 25日	10.0	8月 25日	20.0
平成 8 (1996) 年	7月 3日	11.5	7月 3日	22.0
平成 9 (1997) 年	6月 21日	3.0	6月 21日	14.0
平成 10 (1998) 年	8月 28日	10.5	7月 23日	20.0
平成 11 (1999) 年	10月 28日	10.0	10月 28日	44.0
平成 12 (2000) 年	7月 25日	10.5	7月 8日	16.0
平成 13 (2001) 年	7月 30日	12.0	7月 30日	21.0
平成 14 (2002) 年	8月 11日	6.5	8月 11日	24.0
平成 15 (2003) 年	8月 8日	15.0	8月 8日	29.0
平成 16 (2004) 年	9月 30日	3.5	9月 30日	17.0
平成 17 (2005) 年	8月 14日	14.0	8月 14日	55.0
平成 18 (2006) 年	7月 16日	4.5	7月 16日	16.0
平成 19 (2007) 年	11月 12日	5.0	11月 12日	16.0

表 1.5 十和田アメダスの降雨データ (2/2)

年次	10 分間降雨量最大値		60 分間降雨量最大値	
	月日	降雨量(mm)	月日	降雨量(mm)
平成 20 (2008) 年	7 月 4 日	11.5	7 月 4 日	23.0
平成 21 (2009) 年	7 月 27 日	15.0	7 月 27 日	19.0
平成 22 (2010) 年	8 月 9 日	20.0	8 月 9 日	37.0
平成 23 (2011) 年	6 月 9 日	6.5	8 月 17 日	20.0
平成 24 (2012) 年	8 月 6 日	13.5	8 月 6 日	48.0
平成 25 (2013) 年	9 月 16 日	9.5	9 月 16 日	29.0
平成 26 (2014) 年	8 月 22 日	11.0	8 月 22 日	22.0
平成 27 (2015) 年	8 月 2 日	9.0	8 月 2 日	19.0
平成 28 (2016) 年	7 月 30 日	20.0	8 月 26 日	36.5
平成 29 (2017) 年	7 月 22 日	11.0	7 月 22 日	38.5
平成 30 (2018) 年	8 月 15 日	12.0	8 月 15 日	17.0
令和 元 (2019) 年	8 月 10 日	11.0	8 月 23 日	21.0
令和 2 (2020) 年	9 月 18 日	9.0	7 月 31 日	27.0
令和 3 (2021) 年	6 月 24 日	8.0	8 月 10 日	14.5
令和 4 (2022) 年	8 月 3 日	11.5	8 月 3 日	50.0
令和 5 (2023) 年	7 月 11 日	13.0	7 月 11 日	24.0
令和 6 (2024) 年	8 月 27 日	11.5	8 月 17 日	23.0

①確率降雨強度

「下水道施設計画・設計指針と解説 2019年版」(p.244) (以下、「設計指針」とする。)において、確率降雨強度の算出法は確率計算による方法と確率紙を用いる方法(図式推定法)に大別され、確率計算による前者では岩井法、後者では Thomas プロット法や Hazen プロット法等が用いられています。以下に各式型及び特徴を示します。

1)岩井法

与えられた観測値が代表としていられる集まり、統計的な母集団を広く見渡し統計的分布を対数正規分布として頻度分布を推定し、その積分曲線として超過確率を求める方法です。確率年 m における雨量は、 m に対応する正規変量 ξ を既存の数表から読み取り次式で計算します。

$$x = 10^{\xi \sigma} \times (x_0 + b) - b \quad \sigma, x_0, b : \text{定数}$$

2)Thomas プロット法

観測によって得られた N 個のデータをある母集団より得られた 1 組の標本と考え、個々の観測値の超過確率の期待値を表すもので、次式で計算します。

$$P_J = \frac{J}{N+1}$$

N : 資料個数
 P_J : 大きさ J 番目の超過確率
 J : 資料値の大きい方から数えた順位

3)Hazen プロット法

N 個の順序統計量の各標本値のうち、どれか 1 つの生ずる生起確率はいずれも $1/N$ であると仮定し、 J 番目順序統計量の超過確率を表すもので、次式で計算します。

$$P_J = \frac{2J-1}{2N}$$

N : 資料個数
 P_J : 大きさ J 番目の超過確率
 J : 資料値の大きい方から数えた順位

いずれの方法を使用しても得られる値はほぼ同程度になります。そこで本検討では、十和田アメダスのデータを基に、一般に広く用いられており、既計画で採用されている Thomas プロット法を用いて確率降雨強度の算定を行いました。

また、確率降雨強度の算定には、「設計指針」(P224)にて、「5年から10年の確率年で確率雨量を計算するための降雨資料は、少なくとも20年以上の降雨資料(10分値および60分値)、なるべく40年以上の降雨資料が望ましい」とされます。以上より、十和田アメダスで10分降雨、60分降雨が確認できる期間を対象に、全期間(31年間)と直近20年間2パターンの計3パターンの算定期間で確率降雨強度を算定しました。

表 1.6 算定期間

対象期間		設定理由
1994~2024 (H6~R6)	31年間	十和田アメダスで10分間および60分間降雨が存在する全期間
2005~2024 (H17~R6)	20年間	直近20年間にあたる期間
2003~2022 (H15~R4)	20年間	20年間で降雨強度が最も高くなる期間

「設計指針」(p.214)において、計画降雨に採用する確率年は「5年~10年」を標準としているため、5年、7年、10年の3パターンの確率年で算出しました。

【5年確率】

- 十和田アメダスの降雨データを用いた確率降雨強度

表 1.7 確率降雨強度（5年確率）

降雨継続時間	Thomas プロット法		
	1994-2024 (31年間)	2005-2024 (20年間)	2003-2022 (20年間)
10	88.1	92.0	94.1
20	67.1	71.6	72.7
30	54.2	58.5	59.3
40	45.5	49.5	50.0
50	39.2	42.9	43.2
60	34.4	37.9	38.1
90	25.2	28.0	28.1
120	19.9	22.2	22.2

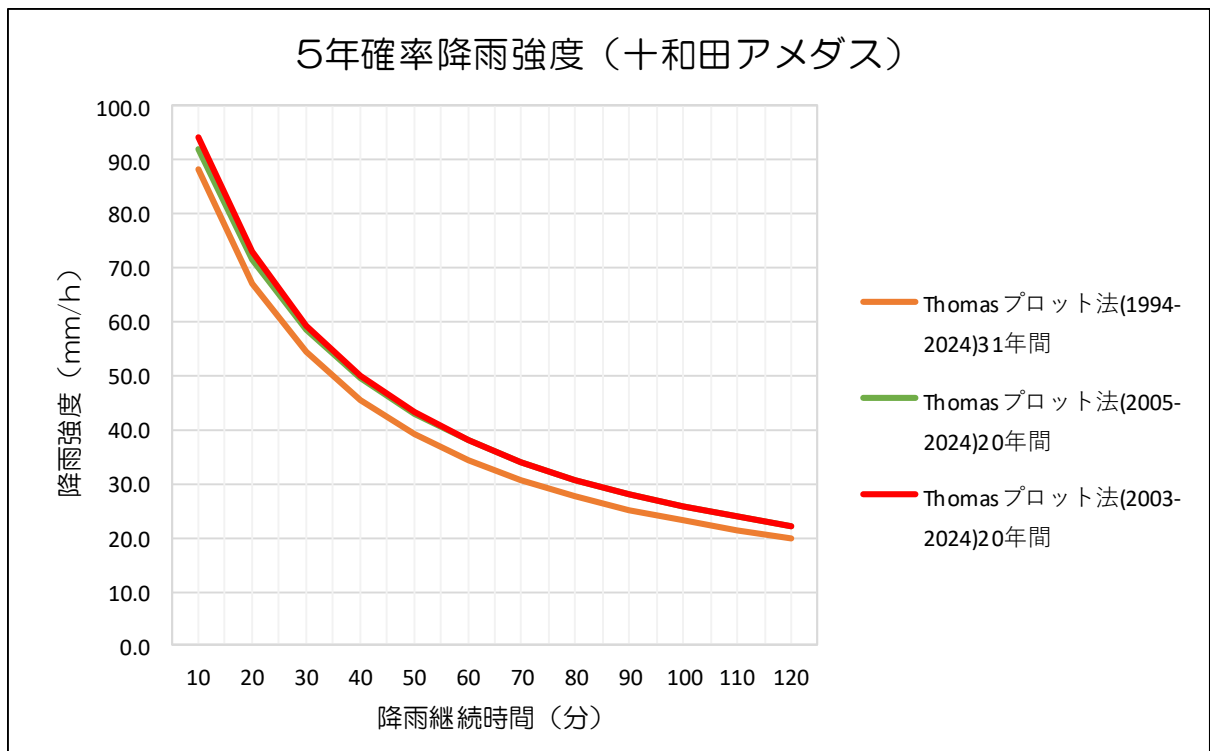


図 1.1 確率降雨強度（5年確率）

【7年確率】

- ・十和田アメダスの降雨データを用いた確率降雨強度

表 1.8 確率降雨強度（7年確率）

降雨継続時間	Thomas プロット法		
	1994-2024 (31年間)	2005-2024 (20年間)	2003-2022 (20年間)
10	99.0	102.1	107.0
20	74.9	79.4	82.1
30	60.2	65.0	66.6
40	50.3	55.0	56.0
50	43.2	47.7	48.4
60	37.9	42.1	42.5
90	27.7	31.1	31.2
120	21.8	24.7	24.7

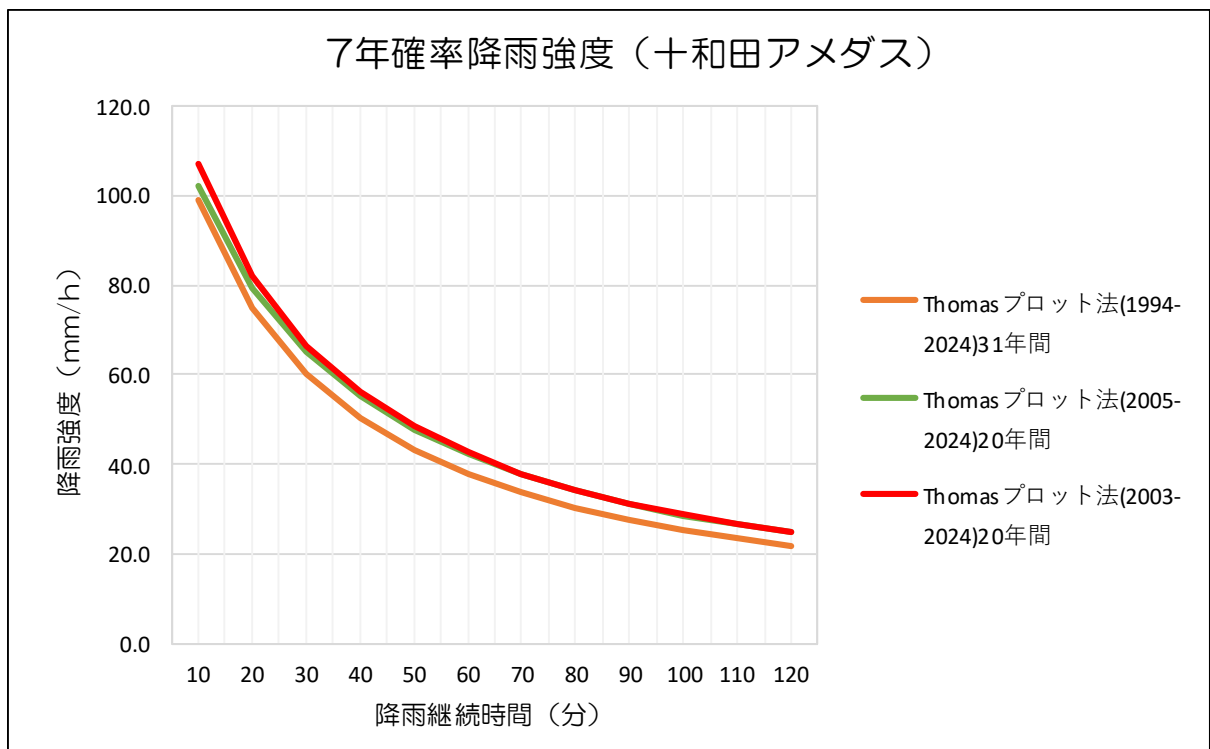


図 1.2 確率降雨強度（7年確率）

【10年確率】

- ・十和田アメダスの降雨データを用いた確率降雨強度

表 1.9 確率降雨強度（10年確率）

降雨継続時間	Thomas プロット法		
	1994-2024 (31年間)	2005-2024 (20年間)	2003-2022 (20年間)
10	110.7	112.9	120.6
20	83.0	87.8	91.9
30	66.4	71.8	74.2
40	55.3	60.8	62.3
50	47.4	52.7	53.6
60	41.5	46.5	47.1
90	30.2	34.3	34.5
120	23.7	27.2	27.2

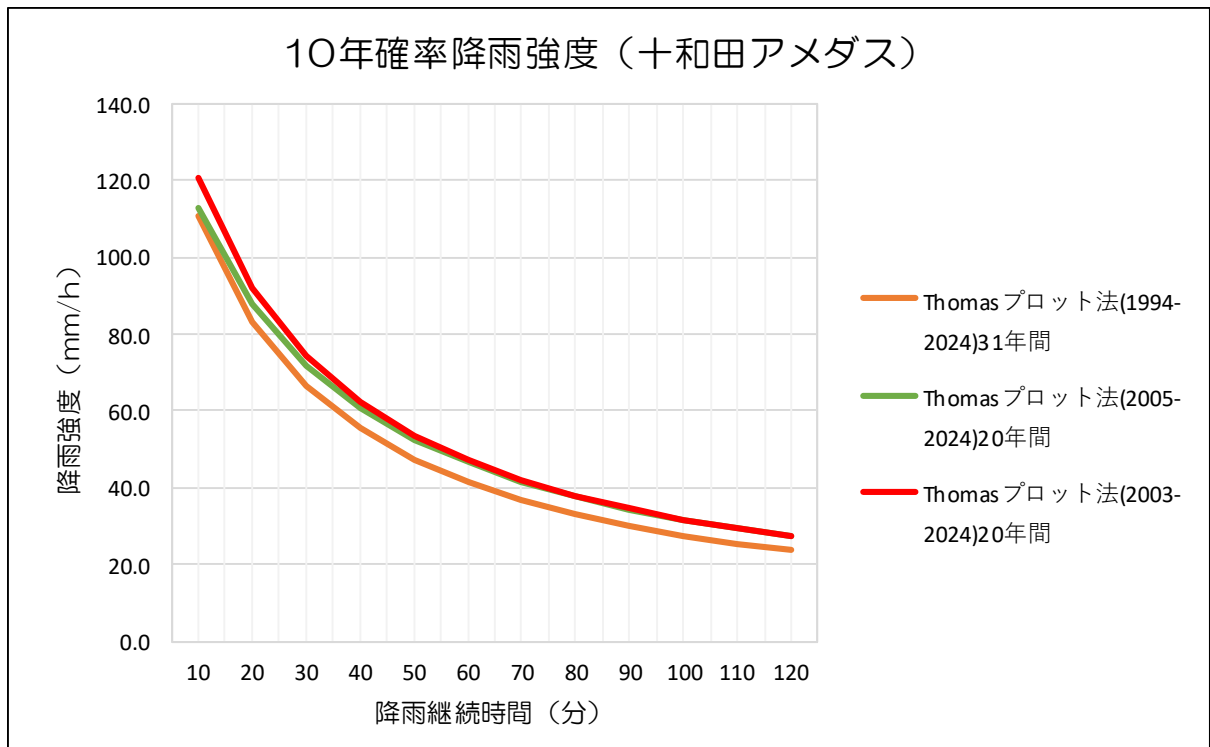


図 1.3 確率降雨強度（10年確率）

②降雨強度式

算定した確率降雨強度を基に、降雨強度式を決定します。

降雨強度式の式型には、次のようなものがあります。

$$\textcircled{1} \text{ Talbot (タルボット) 型} \quad I = \frac{a}{t+b}$$

$$\textcircled{2} \text{ Sherman (シャーマン) 型} \quad I = \frac{a}{t^n}$$

$$\textcircled{3} \text{ 久野・石黒型} \quad I = \frac{a}{\sqrt{t \pm b}}$$

$$\textcircled{4} \text{ Cleveland (クリーブランド) 型} \quad I = \frac{a}{t^n + b}$$

上記の4式のうち、管路等の流下施設の計画に適しており、既計画と同じTalbot型を採用しました。

なお、Talbot型の定数a、bは、下式により算出します。

$$I_N = \beta_N \cdot R_N$$

$$\beta_N^{10} = \frac{I_N^{10}}{I_N^{60}}$$

$$I_N = R_N \cdot \beta_N^{10} = R_N \cdot \frac{a'}{t+b}$$

$$a' = b + 60$$

$$b = \frac{60 - 10 \cdot \beta_N^{10}}{\beta_N^{10} - 1}$$

$$a = a' \cdot R$$

ここに、

I_N : 降雨強度式 (mm/hr)

β : 特性係数

R : 60分雨量 (mm/hr)

t : 降雨継続時間 (min)

表 1.10 算定結果

Thomas プロット法	確率年	降雨量 (mm)	降雨強度 (mm/hr)		特性係数	定数		
		R	I^{10}	I^{60}	β	b	a'	a
1994-2024 (31 年間)	5 年確率	34.4	88.9	34.4	2,587	21.5	81.5	2,801
	7 年確率	37.9	99.8	37.9	2,635	20.6	80.6	3,053
	10 年確率	41.5	111.3	41.5	2,680	19.8	79.8	3,313
2005-2024 (20 年間)	5 年確率	37.9	92.8	37.9	2,448	24.5	84.5	3,202
	7 年確率	42.1	102.6	42.1	2,437	24.8	84.8	3,570
	10 年確率	46.5	113.0	46.5	2,427	25.0	85.0	3,958
2003-2022 (20 年間)	5 年確率	38.1	94.9	38.1	2,490	23.5	83.5	3,185
	7 年確率	42.5	107.2	42.5	2,522	22.8	82.8	3,520
	10 年確率	47.1	120.2	47.1	2,553	22.2	82.2	3,871

特性係数法による表 1.9 に示す算定結果より Talbot 型降雨強度式を以下に示します。

表 1.11 降雨強度式

確率年	Thomas プロット法					
	1994-2024 (31 年間)		2005-2024 (20 年間)		2003-2022 (20 年間)	
	降雨強度式	降雨強度 (mm/h)	降雨強度式	降雨強度 (mm/h)	降雨強度式	降雨強度 (mm/h)
5 年確率	$\frac{2,820}{t+22}$	34.4	$\frac{3,220}{t+25}$	37.9	$\frac{3,200}{t+24}$	38.1
7 年確率	$\frac{3,070}{t+21}$	37.9	$\frac{3,575}{t+25}$	42.1	$\frac{3,530}{t+23}$	42.5
10 年確率	$\frac{3,320}{t+20}$	41.5	$\frac{3,950}{t+25}$	46.5	$\frac{3,860}{t+22}$	47.1

③定常性の確認

本検討の確率降雨強度算定期間は、気候変動予測モデルの現在気候の実験期間以降の降雨データ（平成 23（2011）年以降）を含んでいるため、定常性の確認を実施しなければなりません。

※現在気候の実験期間（昭和 26（1951）年～平成 22（2010）年）が確率降雨強度の算定期間の基準の一つとなっている理由は、当該期間が降雨変化倍率の算定に用いる気候変動予測モデルの実験期間に対応しているためです。

計画降雨の定常性の確認について、基本的な考え方を示します。

- 気候変動の影響を踏まえた計画降雨及び計画雨水量の算定にあたっては、当面は、過去の実績降雨より算定されている現在のハード整備に用いている計画降雨に、2℃上昇を考慮した降雨量変化倍率を乗じて設定することとしている。
- 当面の対応として、降雨量変化倍率の算定に用いている気候変動予測モデルの現在気候の実験期間が 1951 年から 2010 年までであることを踏まえ、2010 年までのデータを用いた定常水文統計解析により計画降雨を算定し、これに降雨量変化倍率を乗じて計画雨水量を算定することを基本とする。
- 2010 年以前のデータを使用している場合には、概ね定常なデータを使用しているものと考えられるため、2010 年までデータを延伸せず、現行の計画降雨強度式を使用しても良いものとする。
- 1950 年以前のみデータを使用している場合には、気候変動予測モデルの現在気候の実験期間と乖離しているため、1951 年から 2010 年までのデータも用いて計画降雨強度式を算定することを基本とする。
- 2011 年以降のデータを用いている場合は、それらを除いたうえで定常水文統計解析により計画降雨を算定し、これに降雨量変化倍率を乗じて計画雨水量を算定することを基本とするが、個別にトレンドの検定をした結果、降雨量の定常性が確認された場合は、現行の計画降雨強度式を使用しても妥当と考えられる。
- 現在の計画降雨強度式の算定において、20 年以上のデータを使用していない場合は、20 年以上のデータを使用する必要がある。
- 個別にトレンドの検定を実施した結果、降雨量の非定常性が確認された場合、非定常性が現れる前までのデータ延伸にとどめ定常水文統計解析を行うことや、非定常水文統計解析を行うことも考えられる。

出典：雨水管理総合計画策定ガイドライン（案）（令和 3 年 11 月）（p.参考資料-13）

【定常性の確認】

水文時系列資料がトレンドを有するかどうかを判断する手法として、Mann-Kendall 検定を用いています。

1) Mann-Kendall 検定

Mann-Kendall 検定は、トレンドが線形か非線形かを問わずに水文時系列資料のトレンドを検定するノンパラメトリックな手法である。本検定の帰無仮説 H_0 と、対立仮説 H_1 は、以下に示すとおりである。

H_0 : n 個のデータ $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ が独立で同一の確率分布に従う。

H_1 : n 個のデータ $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ が同一の確率分布に従わない。

Mann-Kendall 検定においては、式 (3-1-4) で与えられる統計量 Z を定義する。

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sign}(X_j - X_k) \quad (3-1-1)$$

$$\text{sign}(\theta) = \begin{cases} 1 & \theta > 0 \\ 0 & \theta = 0 \\ -1 & \theta < 0 \end{cases} \quad (3-1-2)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{1}{18} \left(n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^n e_i(e_i-1)(2e_i+5) \right) \quad (3-1-3)$$

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S < 0 \end{cases} \quad (3-1-4)$$

ここに、 e_i はデータ $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ を昇順に並べたとき、同じ値が連続して出現する個数を表し、 n はその組数を表す。ここで、有意水準を α としたとき、標準正規変数 Z が $|Z| > z_{1-\alpha/2}$ のとき仮説 H_0 は棄却される。ここに、 $z_{1-\alpha/2}$ は標準正規分布の超過確率 $\alpha/2$ に相当するクォンタイルである。また、 $S > 0$ のとき、水文時系列資料 X_i は上昇傾向であることを示し、 $S < 0$ のときは下降傾向であることを示す。

出典：国土交通省 河川砂防技術基準 調査編 第3章 水文解析 第1節 水文統計解析

表 1.12 検定対象期間

対象期間		設定理由
1994~2024 (H6~R6)	31 年間	十和田アメダスで 10 分間および 60 分間降雨が存在する全期間
2005~2024 (H17~R6)	20 年間	直近 20 年間にあたる期間
2003~2022 (H15~R4)	20 年間	20 年間で降雨強度が最も高くなる期間

表 1.13 定常性確認結果

対象降雨	対象期間		データ	検定統計量			判定	総合判定
	自	至		p 値	z	S		
10 分間降水量	1994 (H6)	2024 (R6)	31	0.152	1.432	85	定常	定常
60 分間降水量	1994 (H6)	2024 (R6)	31	0.178	1.346	80	定常	
10 分間降水量	2005 (H17)	2024 (R6)	20	0.755	0.311	12	定常	定常
60 分間降水量	2005 (H17)	2024 (R6)	20	0.713	0.367	14	定常	
10 分間降水量	2003 (H15)	2022 (R4)	20	1.000	0.000	1	定常	定常
60 分間降水量	2003 (H15)	2022 (R4)	20	0.721	0.358	12	定常	

※p 値が 5%以上 (p 値 \geq 0.05) で定常

検討した算定パターンすべての降雨データで定常性を確認しました。この降雨期間を用いて算定された降雨強度式に気候変動の降雨量変化倍率を乗じることができます。

④降雨強度式の決定 (計画降雨)

本市では、過去の最大降雨(既往最大降雨 62mm/h)を踏まえ、地域の安全性を考慮して降雨強度が最も高い数値を採用することが適切と判断しました。その結果、【2003 年～2022 年】の期間で算定された値を採用しました。

また、今後の気候変動による降雨量増加を見込んで、降雨量に補正係数 1.10 倍を適用した値を計画降雨として決定しました。

以下に平成 15 (2003) 年から令和 4 (2022) 年の期間で算定した 5 年確率、7 年確率、10 年確率の降雨強度式および降雨波形を示します。

気候変動考慮

$$I = \frac{3,200}{t+24} \quad (5 \text{ 年確率}=38.1\text{mm/h})$$

$$I = \frac{3,530}{t+23} \quad (7 \text{ 年確率}=42.5\text{mm/h})$$

$$I = \frac{3,860}{t+22} \quad (10 \text{ 年確率}=47.1\text{mm/h})$$

$$I = \frac{3,200}{t+24} \times 1.10 \quad (5 \text{ 年確率}=41.9\text{mm/h})$$

$$I = \frac{3,530}{t+23} \times 1.10 \quad (7 \text{ 年確率}=46.8\text{mm/h})$$

$$I = \frac{3,860}{t+22} \times 1.10 \quad (10 \text{ 年確率}=51.8\text{mm/h})$$

$$I = \frac{3200}{t + 24} \quad (5 \text{ 年確率}=38.1 \text{ mm/h})$$

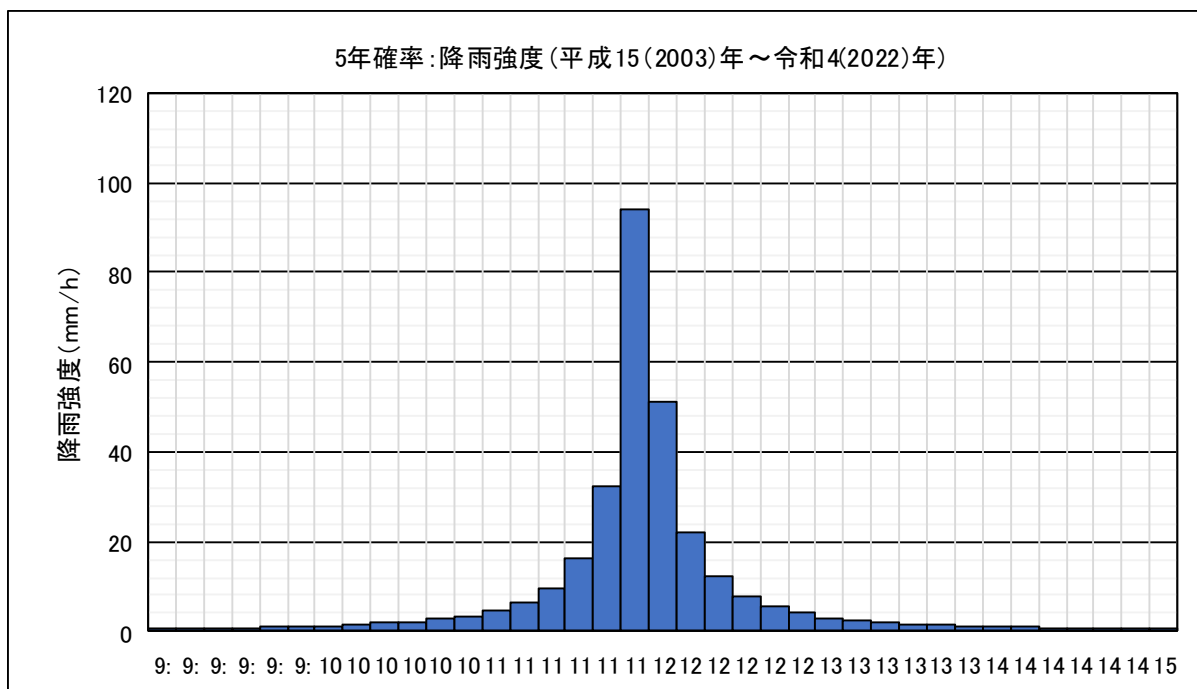


図 1.4 計画降雨：5年確率

気候変動の影響を踏まえた計画降雨の降雨波形を以下に示します。

$$I = \frac{3200}{t + 24} \times 1.1 \quad (5 \text{ 年確率}=41.9 \text{ mm/h})$$

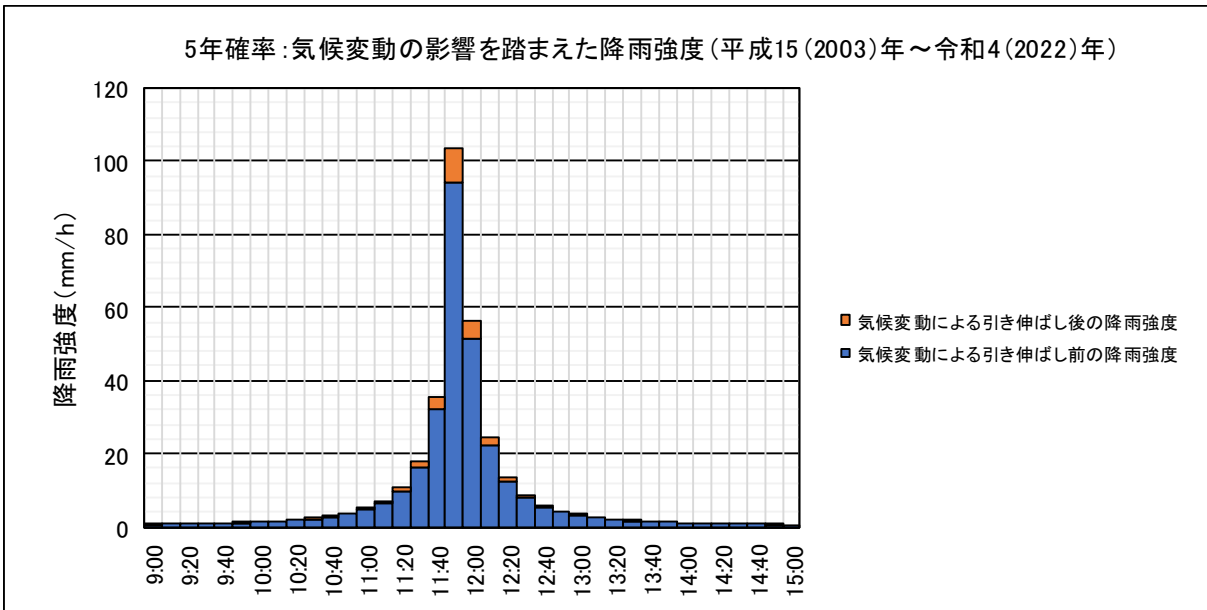


図 1.5 気候変動の影響を踏まえた計画降雨：5年確率

$$I = \frac{3530}{t + 23} \quad (\text{7年確率} = 42.5 \text{ mm/h})$$

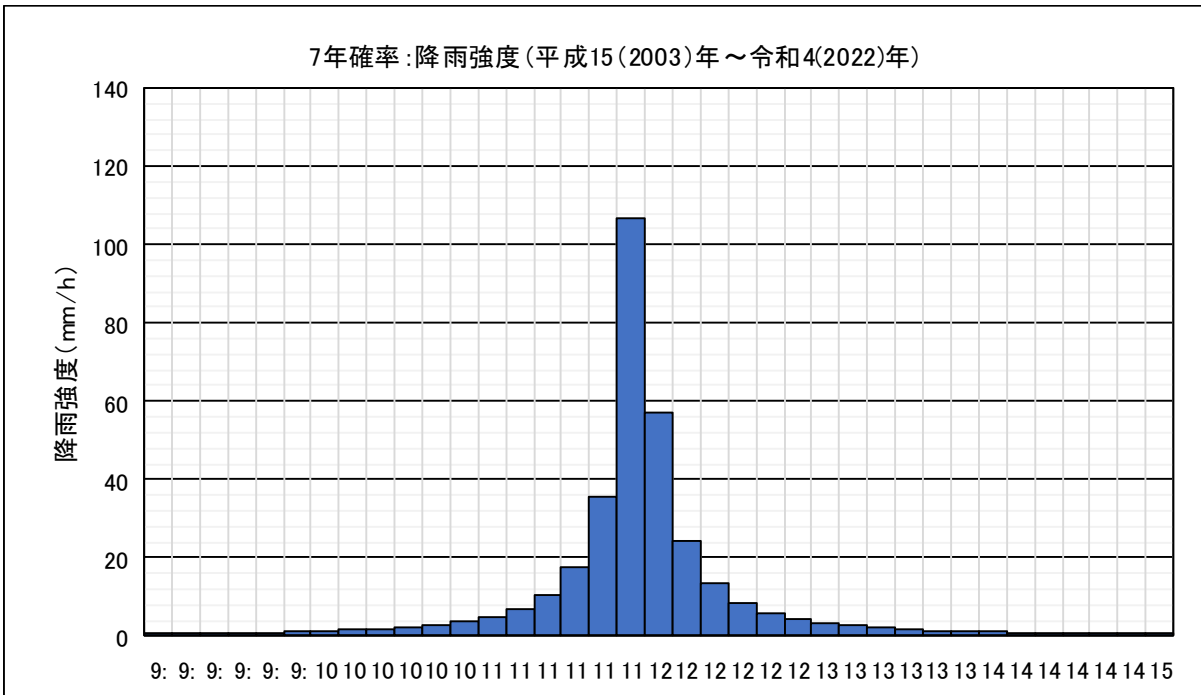


図 1.6 計画降雨：7年確率

気候変動の影響を踏まえた計画降雨の降雨波形を以下に示します。

3530

$$I = t + 23 \times 1.1 \quad (7 \text{年確率}=46.8\text{mm/h})$$

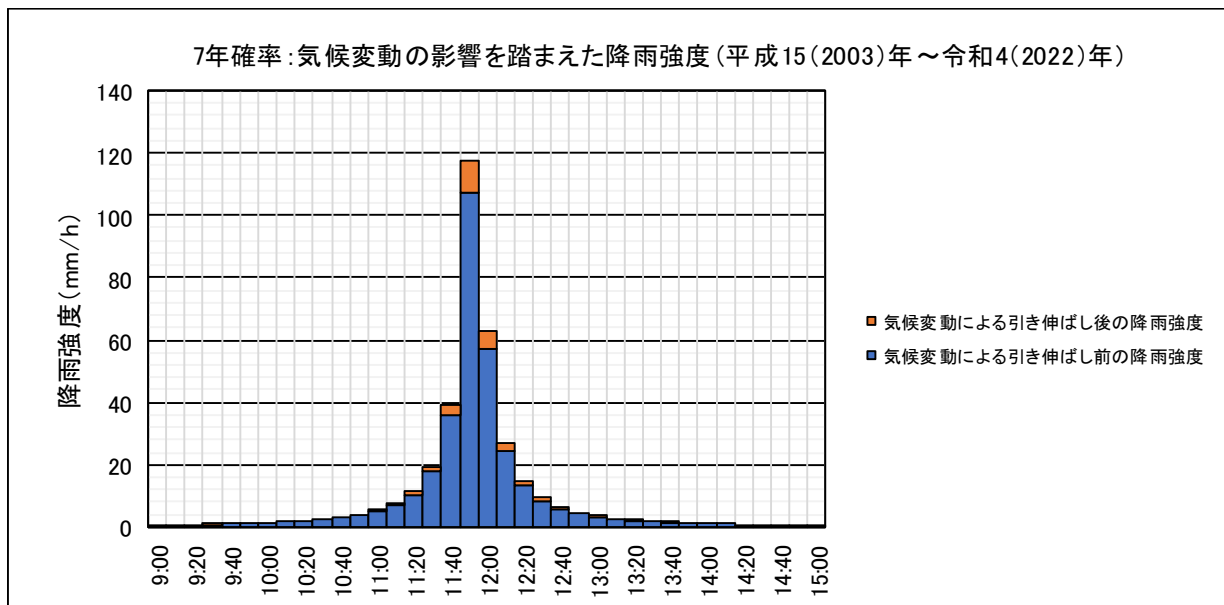


図 1.7 気候変動の影響を踏まえた計画降雨：7年確率

3860

$$I = t + 22 \quad (10 \text{年確率}=47.1\text{mm/h})$$

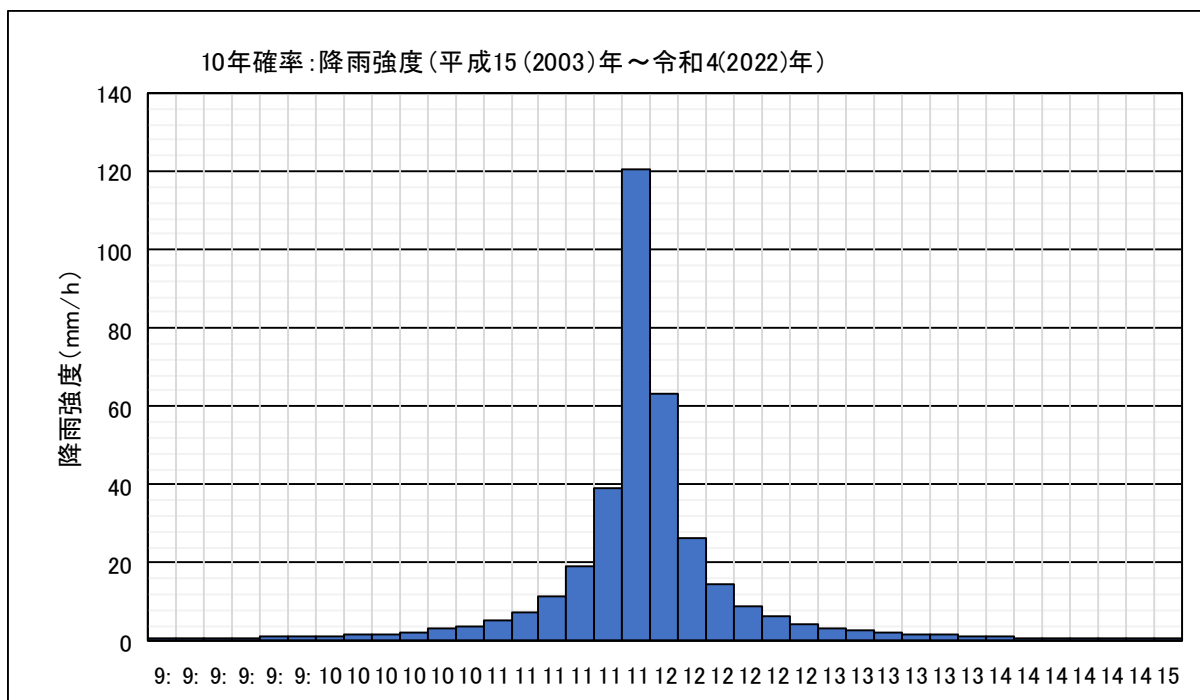


図 1.8 計画降雨：10年確率

気候変動の影響を踏まえた計画降雨の降雨波形を以下に示します。

$$I = \frac{3860}{t + 22} \times 1.1 \quad (10 \text{ 年確率}=51.8\text{mm/h})$$

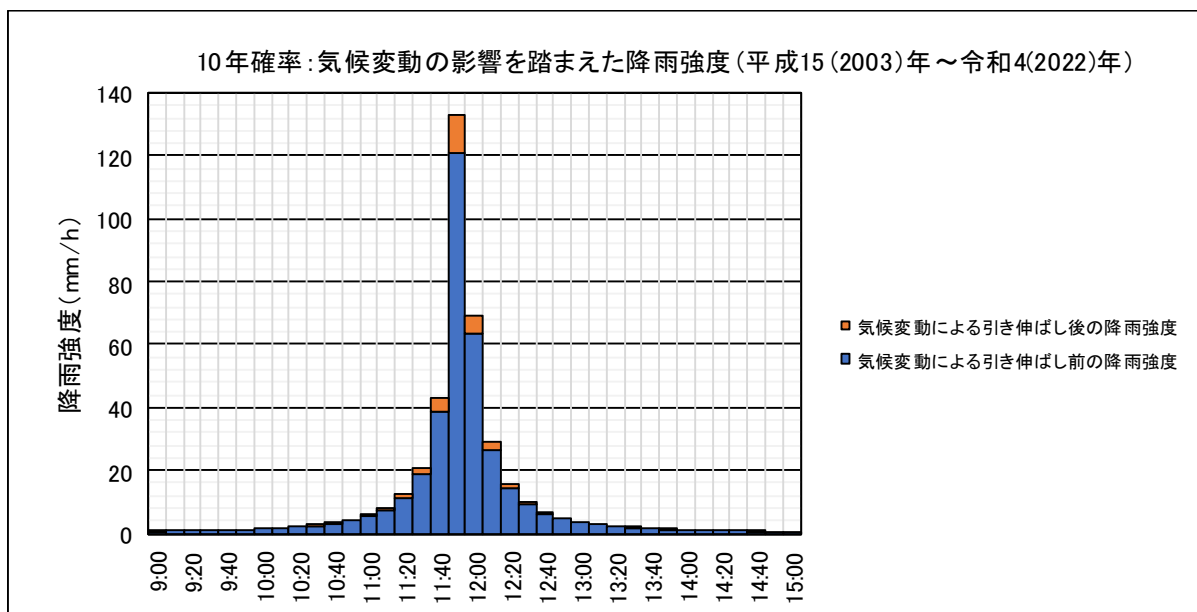


図 1.9 気候変動の影響を踏まえた計画降雨：10年確率

2. 想定最大規模降雨（L2 降雨）

想定最大規模降雨は、「浸水想定（洪水、内水）の作成等のための想定最大外力の設定手法」（平成27年7月国土交通省）を基に設定します。（想定最大規模降雨の基になる降雨波形は既往最大降雨）

「浸水想定（洪水、内水）の作成等のための想定最大外力の設定手法」（平成27年7月国土交通省）より、本市の地区区分は高瀬川流域に属しており「③東北西部」に該当していることから〔時間最大雨量 150mm/h〕に設定しました。

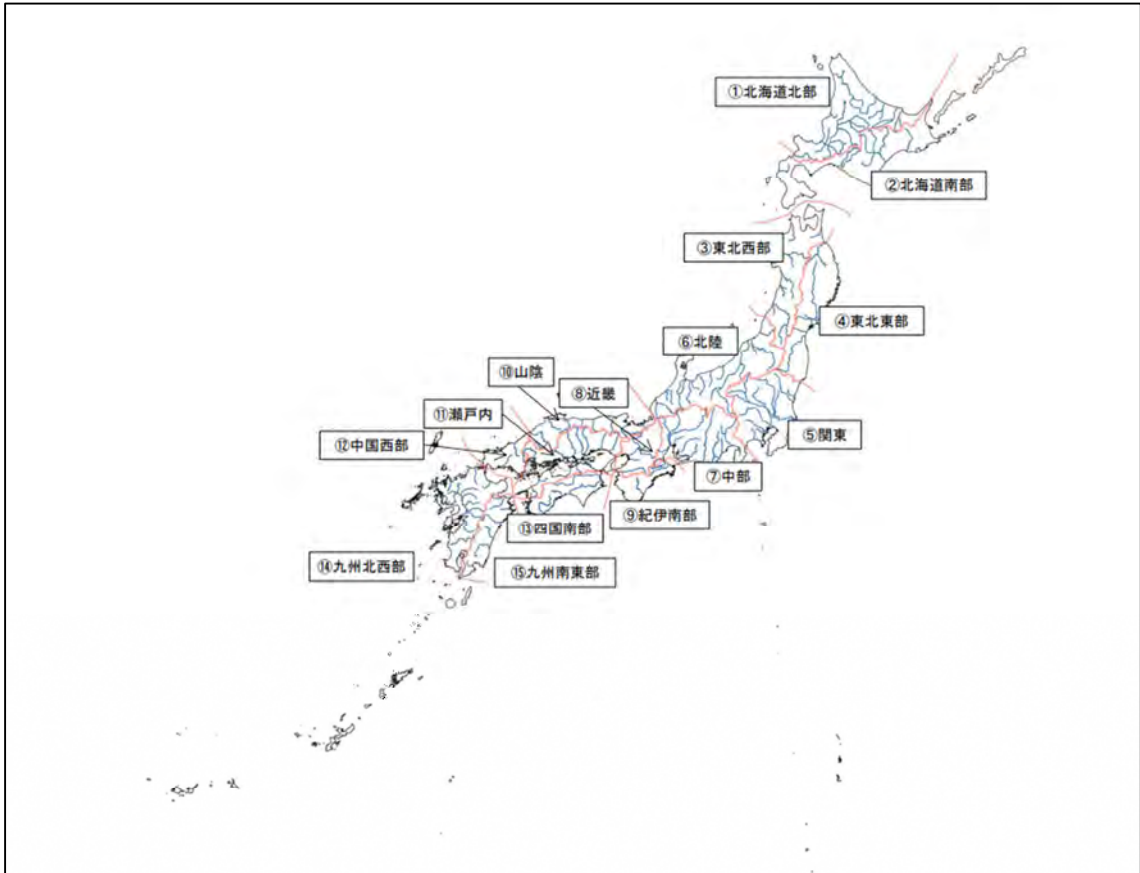


図 2.1 地域区分

出典：浸水想定（洪水、内水）の作成等のための想定最大外力の設定手法（平成 27 年 7 月）

No.	地域区分の名称	適用地域※	1級水系
①	北海道北部	北海道のうち、尻別川の河口点から、尻別川水系に属する河川の流域、石狩川水系に属する河川の流域、常呂川水系に属する河川の流域、網走川水系に属する河川の流域、斜里郡小清水町、同郡清里町及び同郡斜里町の南側を経て、知床岬に至る線以北の地域並びに尻別川の河口点から北西に引いた線及び知床岬から北東に引いた線以北の島しょ部	天塩川、渚滑川、湧別川、常呂川、網走川、留萌川、石狩川、尻別川
②	北海道南部	北海道（①に掲げる地域を除く。）	鶴川、後志利別川、沙流川、釧路川、十勝川
③	東北西部	青森県（④に掲げる地域を除く。）、岩手県のうち、米代川水系に属する河川の流域、秋田県及び山形県（⑥に掲げる地域を除く。）	岩木川、高瀬川、米代川、雄物川、子吉川、最上川、赤川

④	東北東部	青森県のうち、馬淵川の河口点から、馬淵川水系に属する河川の流域の北側を経て、秋田県との交会点に至る線以南の地域、岩手県（③に掲げる地域を除く。）、宮城県、福島県（⑤及び⑥に掲げる地域を除く。）及び茨城県のうち、鮫川水系に属する河川の流域	馬淵川、北上川、鳴瀬川、名取川、阿武隈川
⑤	関東	福島県のうち、久慈川水系に属する河川の流域、茨城県（④に掲げる地域を除く。）、栃木県、群馬県（⑥に掲げる地域を除く。）、埼玉県、東京都（島しょ部を除く。）、千葉県、神奈川県、山梨県のうち、多摩川水系に属する河川の流域及び相模川水系に属する河川の流域、長野県のうち、利根川水系に属する河川の流域並びに静岡県のうち、酒匂川・鮎沢川水系に属する河川の流域	久慈川、那珂川、利根川、荒川、多摩川、鶴見川、相模川
⑥	北陸	山形県のうち、荒川水系に属する河川の流域、福島県のうち、阿賀野川水系に属する河川の流域、群馬県のうち、信濃川水系に属する河川の流域及び阿賀野川水系に属する河川の流域、新潟県、富山県、石川県、福井県のうち、敦賀市と南条郡南越前町との境界線以北の地域及び敦賀市と南条郡南越前町との境界線と海岸線との交会点から北西に引いた線以北の島しょ部、長野県のうち、信濃川水系に属する河川の流域、関川水系に属する河川の流域及び姫川水系に属する河川の流域並びに岐阜県のうち、神通川水系に属する河川の流域、庄川水系に属する河川の流域及び九頭竜川水系に属する河川の流域	荒川、阿賀野川、信濃川、関川、姫川、黒部川、常願寺川、神通川、庄川、小矢部川、手取川、梯川、九頭竜川
⑦	中部	東京都のうち、島しょ部、山梨県（⑤に掲げる地域を除く。）、長野県（⑤及び⑥に掲げる地域を除く。）、岐阜県（⑥に掲げる地域を除く。）、静岡県（⑤に掲げる地域を除く。）、愛知県、三重県のうち、雲出川の河口点から、雲出川水系に属する河川の流域の南側を経て、奈良県との交会点に至る線以北の地域（⑧に掲げる地域を除く。）及び雲出川の河口点から北東に引いた線以北の島しょ部並びに奈良県のうち、雲出川水系に属する河川の流域	狩野川、富士川、安倍川、大井川、菊川、天竜川、豊川、矢作川、庄内川、木曾川、鈴鹿川、雲出川
⑧	近畿	三重県のうち、淀川水系に属する河川の流域、滋賀県（⑩に掲げる地域を除く。）、京都府のうち、淀川水系に属する河川の流域、大阪府、兵庫県のうち、明石川の河口点から、明石川水系に属する河川の流域及び加古川水系に属する河川の流域の東側を経て、大阪府との交会点に至る線以東の地域並びに明石川の河口点から南東に引いた線以東の島しょ部、奈良県のうち、淀川水系に属する河川の流域、大和川水系に属する河川の流域及び紀の川水系に属する河川の流域並びに和歌山県のうち、紀の川の河口点から、紀の川水系に属する河川の流域の南側を経て、奈良県との交会点に至る線以北の地域及び和歌山市の島しょ部	淀川、大和川、紀の川

高瀬川



たかせがわ

- 流域面積：867km²
- 幹川流路延長：64km
- 流域内人口（H12現況調査）：77千人

高瀬川流域は、青森県東部に位置し、小川原湖南東には、米軍三沢基地で知られる三沢市や、流域南部には、十和田湖観光の玄関口十和田市を擁しています。

高瀬川本川は、その源を奥羽山脈の八幡岳（標高1,022m）に発し、東流しつつ大小の支川を合流させ上北町北谷地地先で小川原湖に至り、砂土路川等の支川を湖内に集め、更に北流して洪水時には高瀬川放水路で分派され太平洋に注ぐ一級河川です。

小川原湖は、汽水湖としての豊かな生態系を背景に水産活動が盛んであるほか、湖水浴など幅広く利用されるなど、宝の湖として親しまれています。

国家的プロジェクト「むつ小川原開発」の一貫として、当該地域の治水安全度の向上、水資源の安定的確保を図るため、昭和47年から小川原湖をはじめとする国による管理がなされてきました。社会情勢の変化などから、むつ小川原開発基本計画の見直しにより平成14年に小川原湖総合開発事業の中止が妥当と判断されました。なお、治水対策は引き続き国土交通省において実施しております。



高瀬川河口（放水路）

防衛施設庁の障害防止対策工事として青森県により放水路が開削されました。



小川原湖

約800km²におよぶ海跡湖「小川原湖」湖内では、ワカサギ、シラウオ、シジミ等の内水面 漁業が営まれます。

流域構成市町村：7市町村 青森県

- 三沢市
- 十和田市**
- 東北町
- おいらせ町
- 六戸町

出典：東北地方整備局高瀬川HP

表 2.1 地域区分毎の最大降雨量

地域区分	雨量 (mm)							
	1 時間	2 時間	3 時間	6 時間	12 時間	24 時間	48 時間	72 時間
①北海道北部	125	160	217	367	502	587	597	626
②北海道南部	130	243	338	467	504	666	758	877
③東北西部	150	190	246	318	401	529	642	649
④東北東部	120	200	244	440	595	747	962	1037
⑤関東	153	235	311	449	584	690	925	1092
⑥北陸	130	193	237	362	517	813	938	1073
⑦中部	147	216	280	481	708	836	979	1099
⑧近畿	147	225	305	471	817	1150	1387	1470
⑨紀伊南部	140	234	315	497	767	1089	1386	1669
⑩山陰	130	155	194	312	468	624	724	751
⑪瀬戸内	130	201	230	366	551	790	1076	1231
⑫中国西部	143	198	280	399	497	557	718	928
⑬四国南部	160	275	344	590	821	1176	1692	2237
⑭九州北西部	153	283	383	647	952	1109	1210	1306
⑮九州南東部	140	210	256	460	629	953	1238	1322

出典：浸水想定（洪水、内水）の作成等のための想定最大外力の設定手法（平成 27 年 7 月）

3. 降雨強度の算定

3.1. 算定結果【平成6（1994）年～令和6（2024）年：31年間】

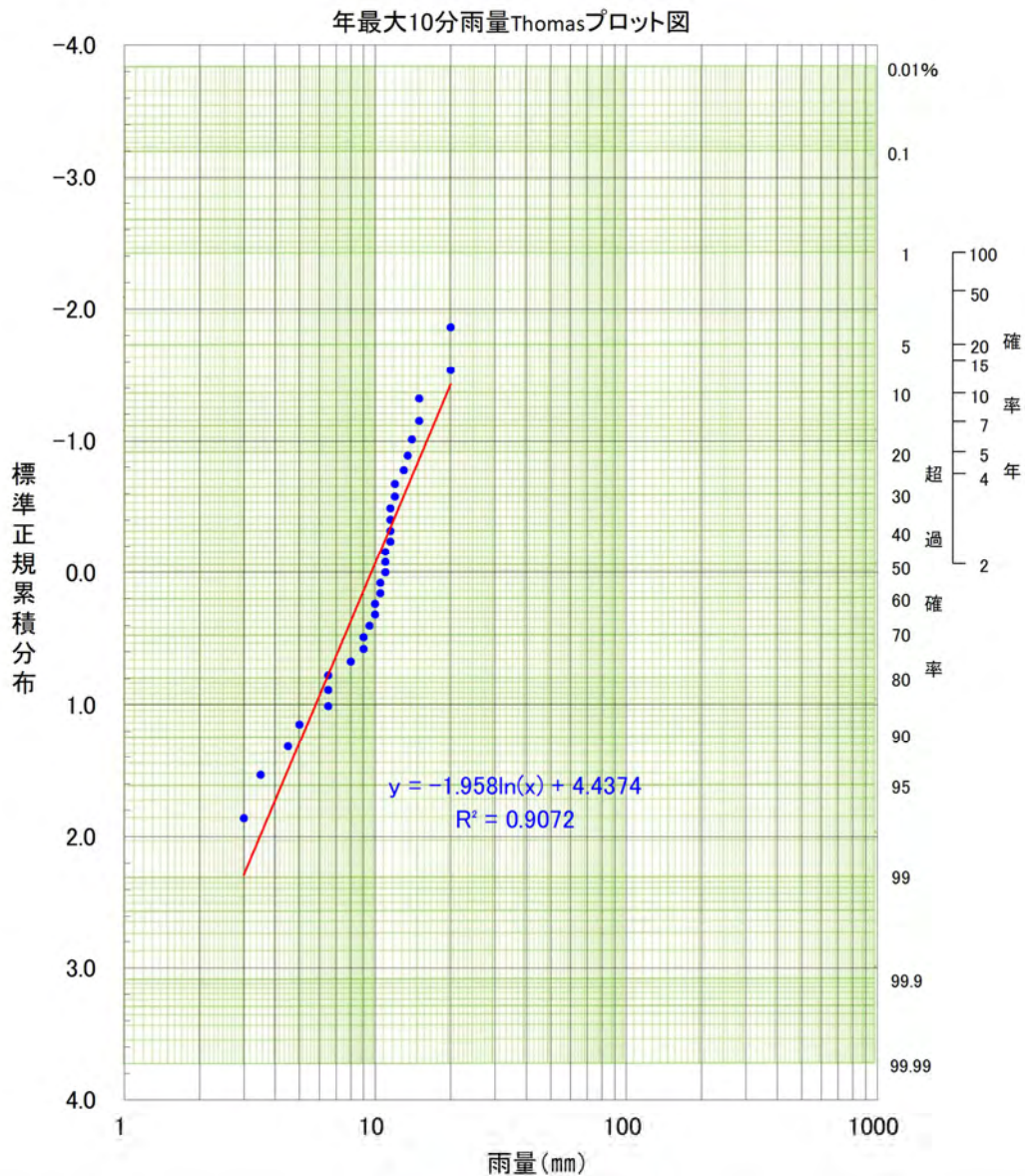
Thomas プロット計算表より算定した、降雨強度を示します。

【年最大降雨実績】

年次	月日	10分間雨量		月日	60分間雨量	
		雨量 (mm)	降雨強度 (mm/hr)		雨量 (mm)	降雨強度 (mm/hr)
平成 6 (1994) 年	6月14日	6.5	39.0	6月14日	18.0	18.0
平成 7 (1995) 年	8月25日	10.0	60.0	8月25日	20.0	20.0
平成 8 (1996) 年	7月 3日	11.5	69.0	7月 3日	22.0	22.0
平成 9 (1997) 年	6月21日	3.0	18.0	6月21日	14.0	14.0
平成10 (1998) 年	8月28日	10.5	63.0	7月23日	20.0	20.0
平成11 (1999) 年	10月28日	10.0	60.0	10月28日	44.0	44.0
平成12 (2000) 年	7月25日	10.5	63.0	7月 8日	16.0	16.0
平成13 (2001) 年	7月30日	12.0	72.0	7月30日	21.0	21.0
平成14 (2002) 年	8月11日	6.5	39.0	8月11日	24.0	24.0
平成15 (2003) 年	8月 8日	15.0	90.0	8月 8日	29.0	29.0
平成16 (2004) 年	9月30日	3.5	21.0	9月30日	17.0	17.0
平成17 (2005) 年	8月14日	14.0	84.0	8月14日	55.0	55.0
平成18 (2006) 年	7月16日	4.5	27.0	7月16日	16.0	16.0
平成19 (2007) 年	11月12日	5.0	30.0	11月12日	16.0	16.0
平成20 (2008) 年	7月 4日	11.5	69.0	7月 4日	23.0	23.0
平成21 (2009) 年	7月27日	15.0	90.0	7月27日	19.0	19.0
平成22 (2010) 年	8月 9日	20.0	120.0	8月 9日	37.0	37.0
平成22 (2011) 年	6月 9日	6.5	39.0	8月17日	20.0	20.0
平成22 (2012) 年	8月 6日	13.5	81.0	8月 6日	48.0	48.0
平成22 (2013) 年	9月16日	9.5	57.0	9月16日	29.0	29.0
平成22 (2014) 年	8月22日	11.0	66.0	8月22日	22.0	22.0
平成22 (2015) 年	8月 2日	9.0	54.0	8月 2日	19.0	19.0
平成22 (2016) 年	7月30日	20.0	120.0	8月26日	36.5	36.5
平成22 (2017) 年	7月22日	11.0	66.0	7月22日	38.5	38.5
平成22 (2018) 年	8月15日	12.0	72.0	8月15日	17.0	17.0
令和 元 (2019) 年	8月10日	11.0	66.0	8月23日	21.0	21.0
令和 2 (2020) 年	9月18日	9.0	54.0	7月31日	27.0	27.0
令和 3 (2021) 年	6月24日	8.0	48.0	8月10日	14.5	14.5
令和 4 (2022) 年	8月 3日	11.5	69.0	8月 3日	50.0	50.0
令和 5 (2023) 年	7月11日	13.0	78.0	7月11日	24.0	24.0
令和 6 (2024) 年	8月27日	11.5	69.0	8月17日	23.0	23.0

※10分間雨量の降雨強度は、10分間雨量を60分間雨量に換算したものです

【年最大 10 分間雨量 Thomas プロット図】

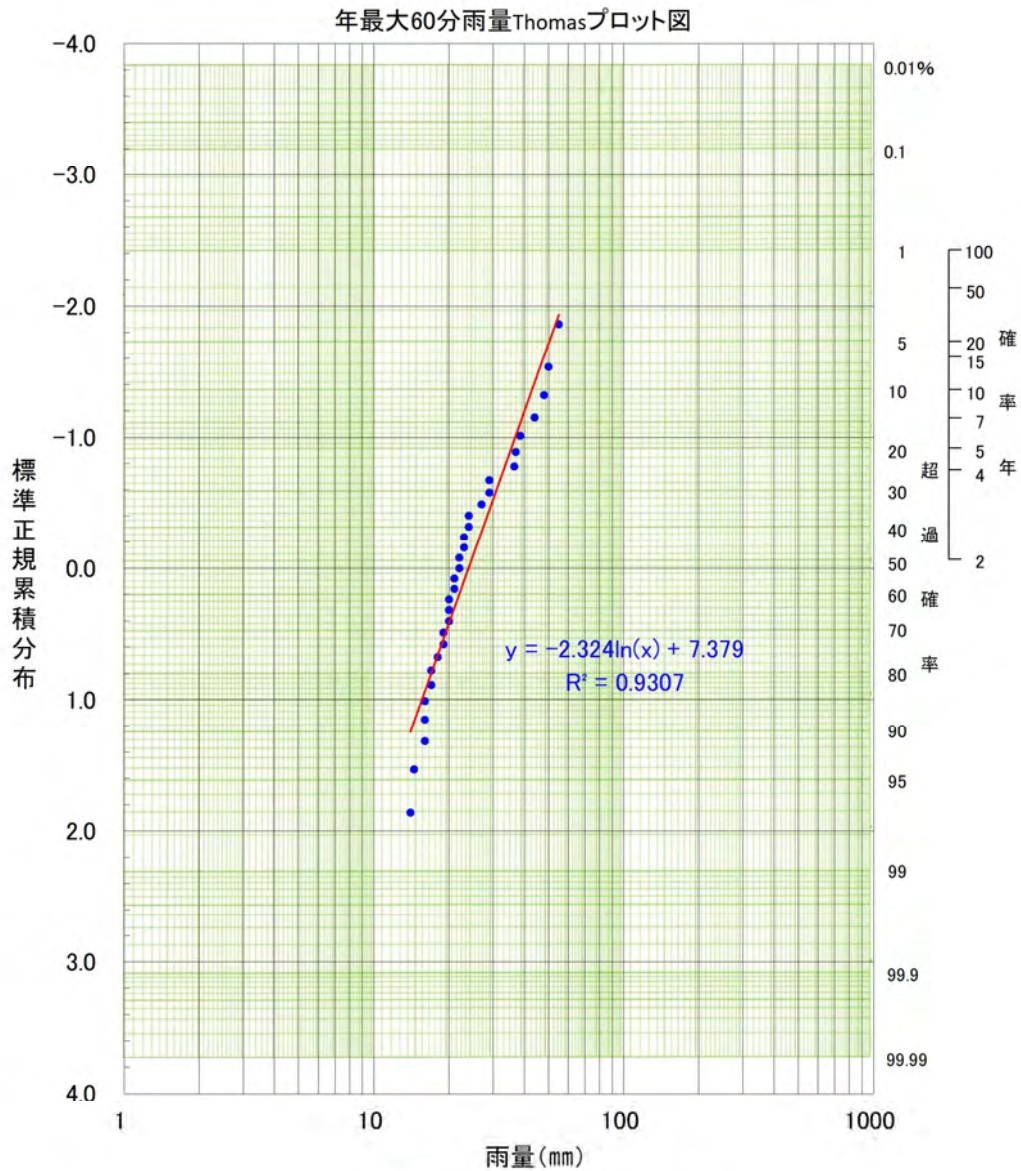


Thomasプロットによる確率雨量表

$y = -1.958 \ln(X) + 4.4374$

確率年:n	2	4	5	7	10	15	20	50
1/n	50.0%	25.0%	20.0%	14.3%	10.0%	6.7%	5.0%	2.0%
正規分布:y	0.0000	-0.6745	-0.8416	-1.0676	-1.2816	-1.5011	-1.6449	-2.0537
雨量:X(mm)	9.6	13.6	14.8	16.6	18.6	20.8	22.3	27.5

【年最大 60 分間雨量 Thomas プロット図】



Thomasプロットによる確率雨量表

$y = -2.324 \ln(X) + 7.379$

確率年:n	2	4	5	7	10	15	20	50
1/n	50.0%	25.0%	20.0%	14.3%	10.0%	6.7%	5.0%	2.0%
正規分布:y	0.0000	-0.6745	-0.8416	-1.0676	-1.2816	-1.5011	-1.6449	-2.0537
雨量:X(mm)	23.9	32.0	34.4	37.9	41.5	45.7	48.6	57.9

【降雨強度（Thomas プロット法より）】

確率年	I_{10}	I_{60}
5年確率	88.9	34.4
7年確率	99.8	37.9
10年確率	111.3	41.5

【特性係数法による定数算定】

確率年	降雨量 (mm)	降雨強度 (mm/hr)		特性係数	定数		
	R	I_{10}	I_{60}	β	b	a'	a
5年確率	34.4	88.9	34.4	2.587	21.5	81.5	2,801
7年確率	37.9	99.8	37.9	2.635	20.6	80.6	3,053
10年確率	41.5	111.3	41.5	2.680	19.8	79.8	3,313

【降雨強度式及び降雨強度（Thomas プロット法：タルボット型）】

確率年	降雨強度式		降雨強度 (mm/hr)
	降雨強度式		
5年確率	$2,801 / (t + 21.5)$		34.4
7年確率	$3,053 / (t + 20.6)$		37.9
10年確率	$3,313 / (t + 19.8)$		41.5

⇒改め

確率年	降雨強度式		降雨強度 (mm/hr)
	降雨強度式		
5年確率	$2,820 / (t + 22)$		34.4
7年確率	$3,070 / (t + 21)$		37.9
10年確率	$3,320 / (t + 20)$		41.5

$$I_5 = \frac{2,801}{t + 21.5} = 34.4 \text{ mm/hr} \quad \Rightarrow \quad \frac{2,820}{t + 22} = 34.4 \text{ mm/hr}$$

$$I_7 = \frac{3,053}{t + 20.6} = 37.9 \text{ mm/hr} \quad \Rightarrow \quad \frac{3,070}{t + 21} = 37.9 \text{ mm/hr}$$

$$I_{10} = \frac{3,313}{t + 19.8} = 41.5 \text{ mm/hr} \quad \Rightarrow \quad \frac{3,320}{t + 20} = 41.5 \text{ mm/hr}$$

3.2. 算定結果 【平成 17 (2005) 年～令和 6 (2024) 年：20 年間】

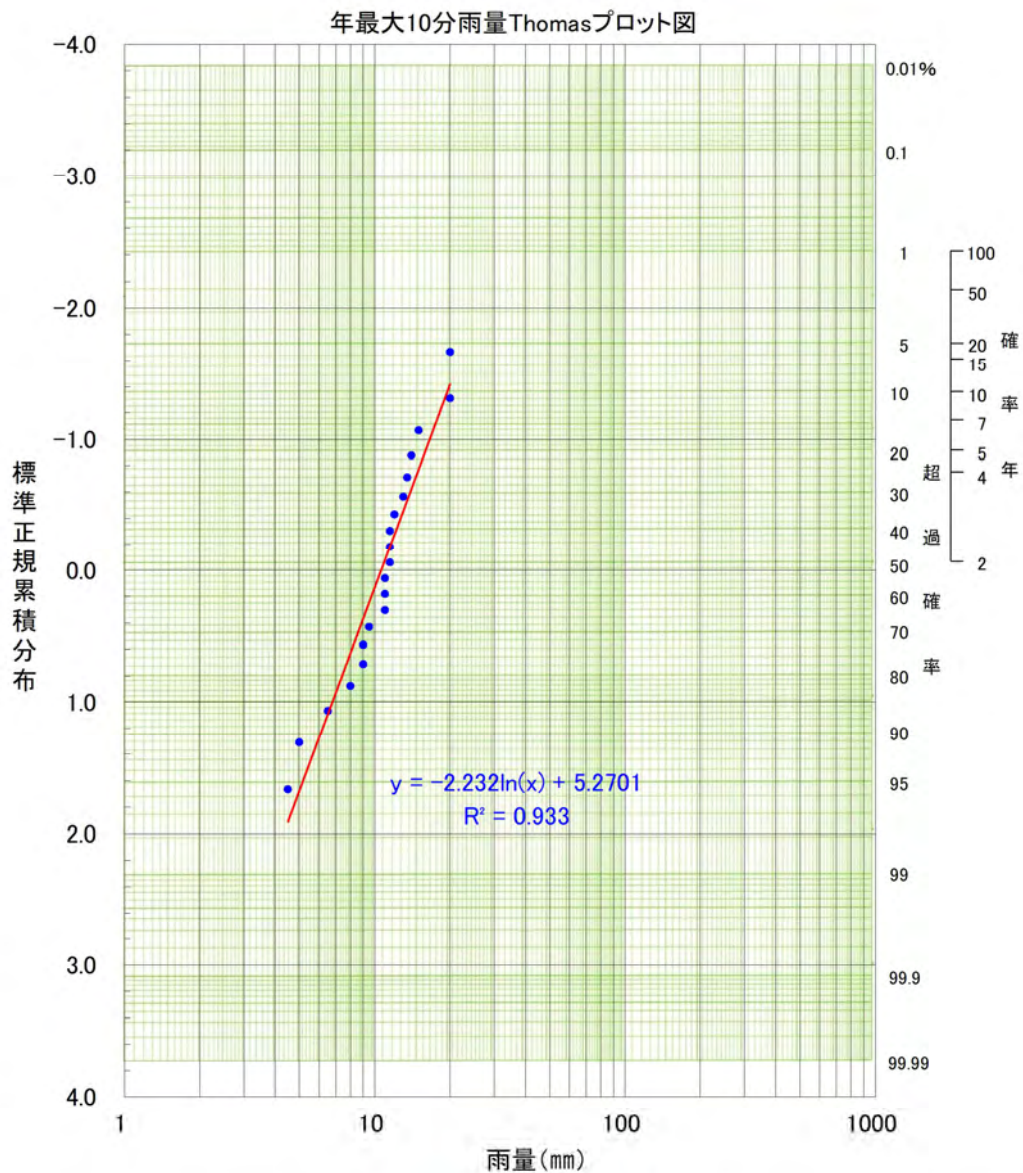
Thomas プロット計算表より算定した、降雨強度を示します。

【年最大降雨実績】

年次	月日	10 分間雨量		月日	60 分間雨量	
		雨量 (mm)	降雨強度 (mm/hr)		雨量 (mm)	降雨強度 (mm/hr)
平成 17 (2005) 年	8 月 14 日	14.0	84.0	8 月 14 日	55.0	55.0
平成 18 (2006) 年	7 月 16 日	4.5	27.0	7 月 16 日	16.0	16.0
平成 19 (2007) 年	11 月 12 日	5.0	30.0	11 月 12 日	16.0	16.0
平成 20 (2008) 年	7 月 4 日	11.5	69.0	7 月 4 日	23.0	23.0
平成 21 (2009) 年	7 月 27 日	15.0	90.0	7 月 27 日	19.0	19.0
平成 22 (2010) 年	8 月 9 日	20.0	120.0	8 月 9 日	37.0	37.0
平成 22 (2011) 年	6 月 9 日	6.5	39.0	8 月 17 日	20.0	20.0
平成 22 (2012) 年	8 月 6 日	13.5	81.0	8 月 6 日	48.0	48.0
平成 22 (2013) 年	9 月 16 日	9.5	57.0	9 月 16 日	29.0	29.0
平成 22 (2014) 年	8 月 22 日	11.0	66.0	8 月 22 日	22.0	22.0
平成 22 (2015) 年	8 月 2 日	9.0	54.0	8 月 2 日	19.0	19.0
平成 22 (2016) 年	7 月 30 日	20.0	120.0	8 月 26 日	36.5	36.5
平成 22 (2017) 年	7 月 22 日	11.0	66.0	7 月 22 日	38.5	38.5
平成 22 (2018) 年	8 月 15 日	12.0	72.0	8 月 15 日	17.0	17.0
令和 元 (2019) 年	8 月 10 日	11.0	66.0	8 月 23 日	21.0	21.0
令和 2 (2020) 年	9 月 18 日	9.0	54.0	7 月 31 日	27.0	27.0
令和 3 (2021) 年	6 月 24 日	8.0	48.0	8 月 10 日	14.5	14.5
令和 4 (2022) 年	8 月 3 日	11.5	69.0	8 月 3 日	50.0	50.0
令和 5 (2023) 年	7 月 11 日	13.0	78.0	7 月 11 日	24.0	24.0
令和 6 (2024) 年	8 月 27 日	11.5	69.0	8 月 17 日	23.0	23.0

※10 分間雨量の降雨強度は、10 分間雨量を 60 分間雨量に換算したものです

【年最大 10 分間雨量 Thomas プロット図】

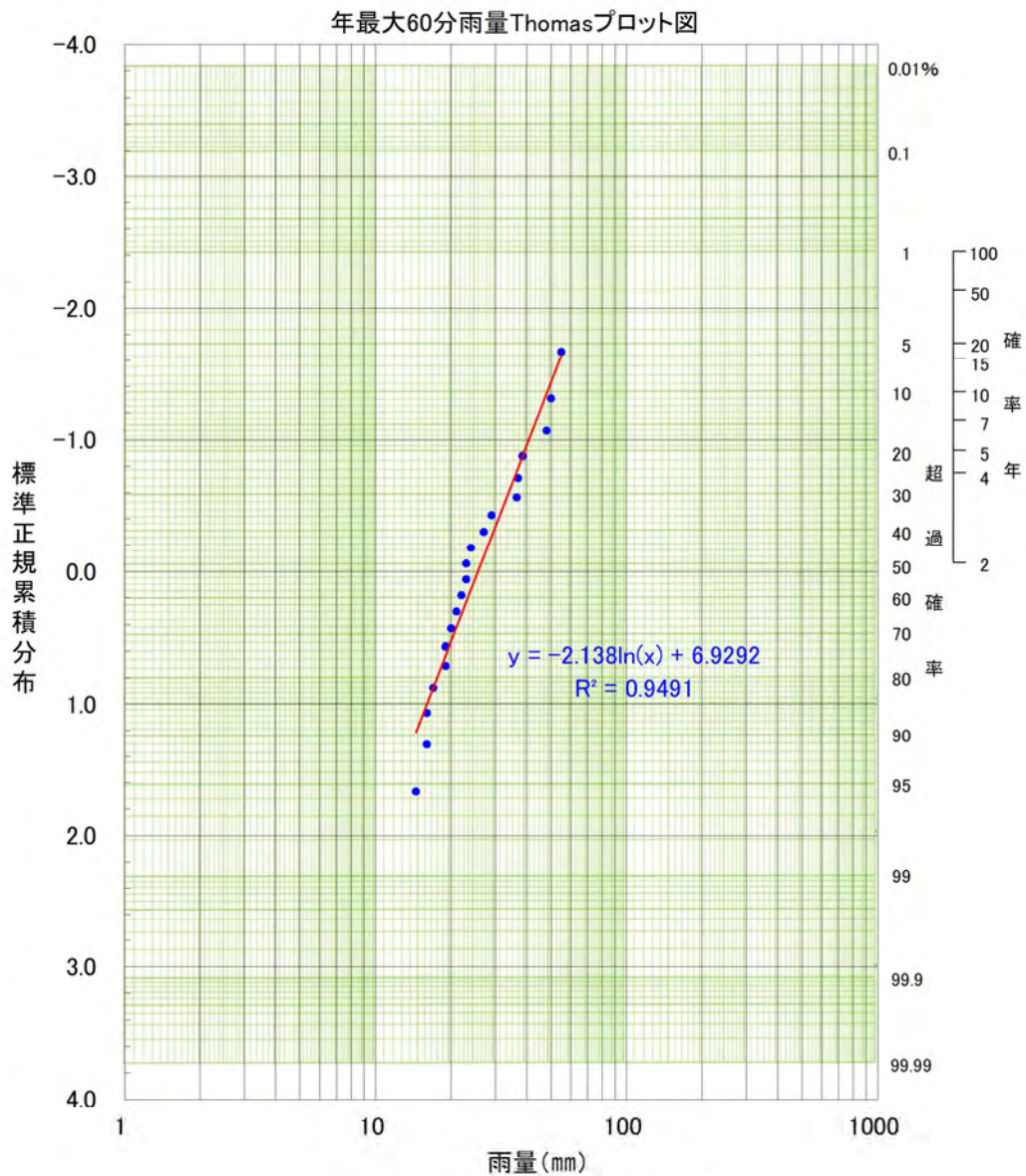


Thomasプロットによる確率雨量表

$y = -2.232 \ln(X) + 5.2701$

確率年:n	2	4	5	7	10	15	20	50
1/n	50.0%	25.0%	20.0%	14.3%	10.0%	6.7%	5.0%	2.0%
正規分布:y	0.0000	-0.6745	-0.8416	-1.0676	-1.2816	-1.5011	-1.6449	-2.0537
雨量:X(mm)	10.6	14.3	15.5	17.1	18.8	20.8	22.2	26.6

【年最大 60 分間雨量 Thomas プロット図】



Thomasプロットによる確率雨量表

$y = -2.138 \ln(X) + 6.9292$

確率年:n	2	4	5	7	10	15	20	50
1/n	50.0%	25.0%	20.0%	14.3%	10.0%	6.7%	5.0%	2.0%
正規分布:y	0.0000	-0.6745	-0.8416	-1.0676	-1.2816	-1.5011	-1.6449	-2.0537
雨量:X(mm)	25.6	35.0	37.9	42.1	46.5	51.6	55.2	66.8

【降雨強度（Thomas プロット法より）】

確率年	I_{10}	I_{60}
5年確率	92.8	37.9
7年確率	102.6	42.1
10年確率	113.0	46.5

【特性係数法による定数算定】

確率年	降雨量 (mm)	降雨強度 (mm/hr)		特性係数	定数		
	R	I_{10}	I_{60}	β	b	a'	a
5年確率	37.9	92.8	37.9	2.448	24.5	84.5	3,202
7年確率	42.1	102.6	42.1	2.437	24.8	84.8	3,570
10年確率	46.5	113.0	46.5	2.427	25.0	85.0	3,958

【降雨強度式及び降雨強度（Thomas プロット法：タルボット型）】

確率年	降雨強度式	
	降雨強度式	降雨強度 (mm/hr)
5年確率	$3,202 / (t + 24.5)$	37.9
7年確率	$3,570 / (t + 24.8)$	42.1
10年確率	$3,958 / (t + 25.0)$	46.5

⇒改め

確率年	降雨強度式	
	降雨強度式	降雨強度 (mm/hr)
5年確率	$3,220 / (t + 25)$	37.9
7年確率	$3,575 / (t + 25)$	42.1
10年確率	$3,950 / (t + 25)$	46.5

$$I_5 = \frac{3,202}{t + 24.5} = 37.9 \text{ mm/hr} \quad \Rightarrow \quad \frac{3,220}{t + 25} = 37.9 \text{ mm/hr}$$

$$I_7 = \frac{3,570}{t + 24.8} = 42.1 \text{ mm/hr} \quad \Rightarrow \quad \frac{3,575}{t + 25} = 42.1 \text{ mm/hr}$$

$$I_{10} = \frac{3,958}{t + 25.0} = 46.5 \text{ mm/hr} \quad \Rightarrow \quad \frac{3,950}{t + 25} = 46.5 \text{ mm/hr}$$

3.3. 算定結果 【平成 15 (2003) 年～令和 4 (2022) 年：20 年間】

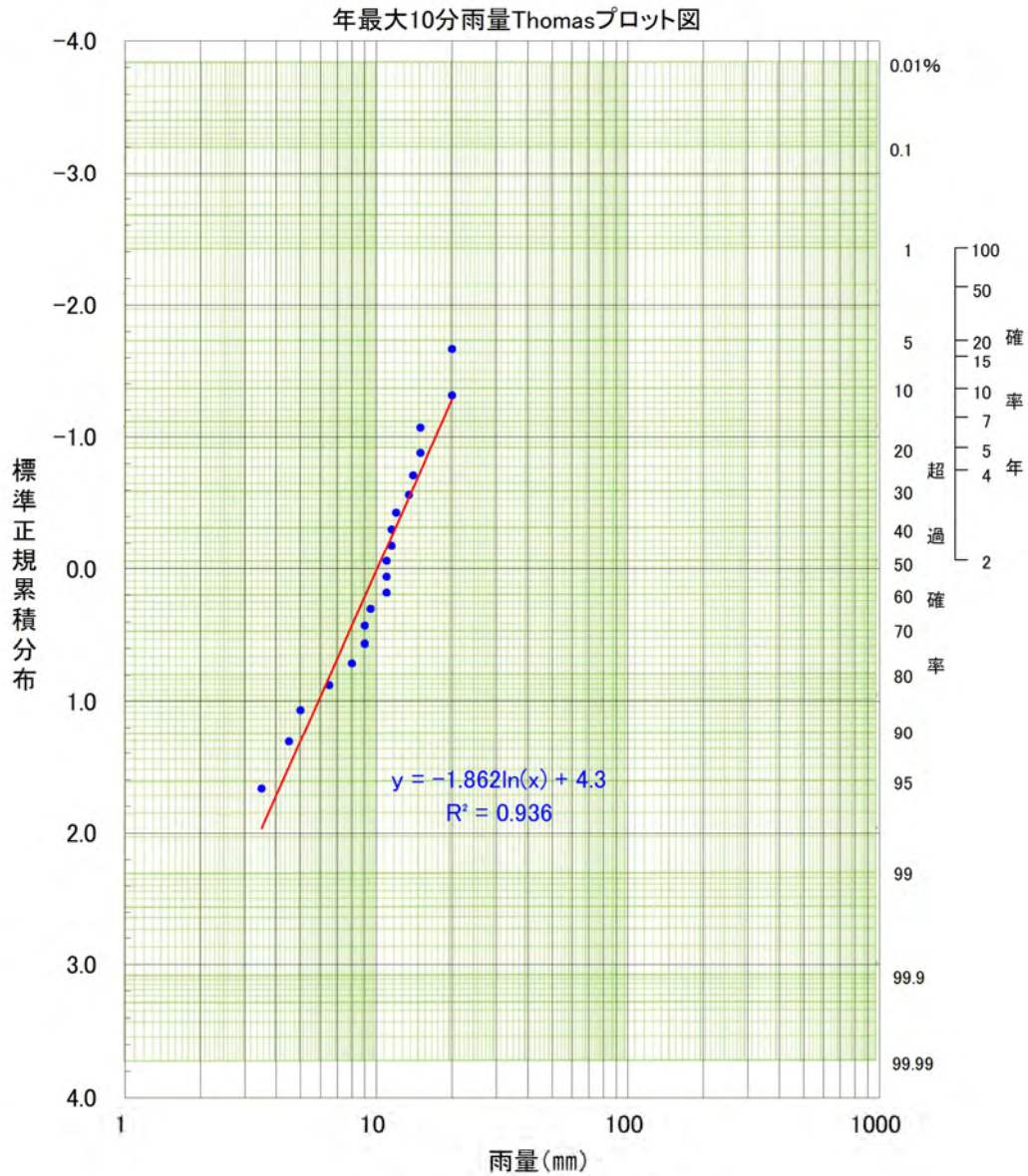
Thomas プロット計算表より算定した、降雨強度を示します。

【年最大降雨実績】

年次	月日	10 分間雨量		月日	60 分間雨量	
		雨量 (mm)	降雨強度 (mm/hr)		雨量 (mm)	降雨強度 (mm/hr)
平成 15 (2003) 年	8 月 8 日	15.0	90.0	8 月 8 日	29.0	29.0
平成 16 (2004) 年	9 月 30 日	3.5	21.0	9 月 30 日	17.0	17.0
平成 17 (2005) 年	8 月 14 日	14.0	84.0	8 月 14 日	55.0	55.0
平成 18 (2006) 年	7 月 16 日	4.5	27.0	7 月 16 日	16.0	16.0
平成 19 (2007) 年	11 月 12 日	5.0	30.0	11 月 12 日	16.0	16.0
平成 20 (2008) 年	7 月 4 日	11.5	69.0	7 月 4 日	23.0	23.0
平成 21 (2009) 年	7 月 27 日	15.0	90.0	7 月 27 日	19.0	19.0
平成 22 (2010) 年	8 月 9 日	20.0	120.0	8 月 9 日	37.0	37.0
平成 22 (2011) 年	6 月 9 日	6.5	39.0	8 月 17 日	20.0	20.0
平成 22 (2012) 年	8 月 6 日	13.5	81.0	8 月 6 日	48.0	48.0
平成 22 (2013) 年	9 月 16 日	9.5	57.0	9 月 16 日	29.0	29.0
平成 22 (2014) 年	8 月 22 日	11.0	66.0	8 月 22 日	22.0	22.0
平成 22 (2015) 年	8 月 2 日	9.0	54.0	8 月 2 日	19.0	19.0
平成 22 (2016) 年	7 月 30 日	20.0	120.0	8 月 26 日	36.5	36.5
平成 22 (2017) 年	7 月 22 日	11.0	66.0	7 月 22 日	38.5	38.5
平成 22 (2018) 年	8 月 15 日	12.0	72.0	8 月 15 日	17.0	17.0
令和 元 (2019) 年	8 月 10 日	11.0	66.0	8 月 23 日	21.0	21.0
令和 2 (2020) 年	9 月 18 日	9.0	54.0	7 月 31 日	27.0	27.0
令和 3 (2021) 年	6 月 24 日	8.0	48.0	8 月 10 日	14.5	14.5
令和 4 (2022) 年	8 月 3 日	11.5	69.0	8 月 3 日	50.0	50.0

※10 分間雨量の降雨強度は、10 分間雨量を 60 分間雨量に換算したものです。

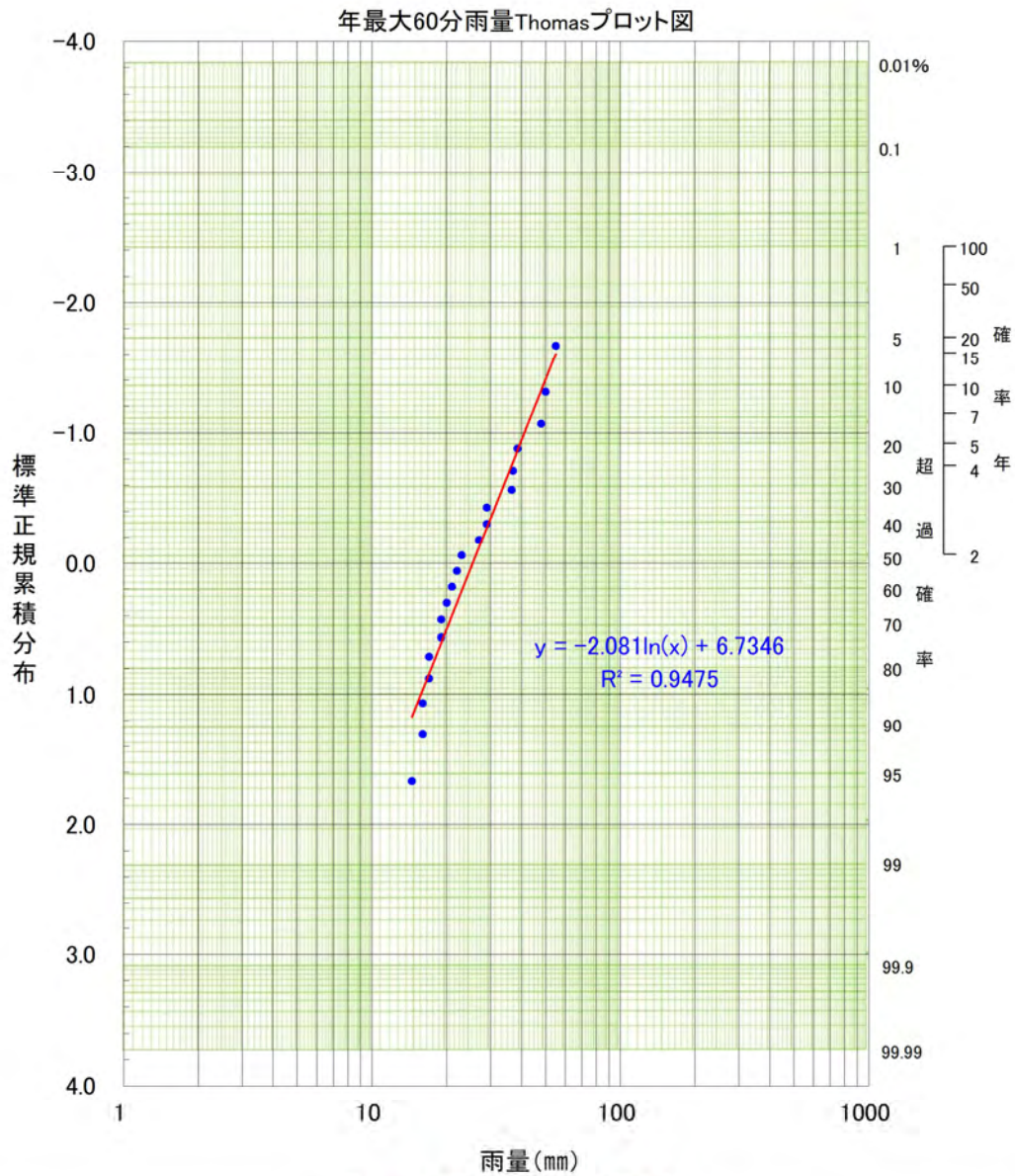
【年最大 10 分間雨量 Thomas プロット図】



Thomasプロットによる確率雨量表
 $y = -1.862 \ln(X) + 4.3$

確率年:n	2	4	5	7	10	15	20	50
1/n	50.0%	25.0%	20.0%	14.3%	10.0%	6.7%	5.0%	2.0%
正規分布:y	0.0000	-0.6745	-0.8416	-1.0676	-1.2816	-1.5011	-1.6449	-2.0537
雨量:X(mm)	10.1	14.5	15.8	17.9	20.0	22.5	24.4	30.3

【年最大 60 分間雨量 Thomas プロット図】



Thomasプロットによる確率雨量表

$y = -2.081 \ln(X) + 6.7346$

確率年:n	2	4	5	7	10	15	20	50
1/n	50.0%	25.0%	20.0%	14.3%	10.0%	6.7%	5.0%	2.0%
正規分布:y	0.0000	-0.6745	-0.8416	-1.0676	-1.2816	-1.5011	-1.6449	-2.0537
雨量:X(mm)	25.4	35.2	38.1	42.5	47.1	52.3	56.1	68.2

【降雨強度（Thomas プロット法より）】

確率年	I_{10}	I_{60}
5年確率	94.9	38.1
7年確率	107.2	42.5
10年確率	120.2	47.1

【特性係数法による定数算定】

確率年	降雨量 (mm)	降雨強度 (mm/hr)		特性係数	定数		
	R	I_{10}	I_{60}	β	b	a'	a
5年確率	38.1	94.9	38.1	2.490	23.5	83.5	3,185
7年確率	42.5	107.2	42.5	2.522	22.8	82.8	3,520
10年確率	47.1	120.2	47.1	2.553	22.2	82.2	3,871

【降雨強度式及び降雨強度（Thomas プロット法：タルボット型）】

確率年	降雨強度式		降雨強度 (mm/hr)
	降雨強度式		
5年確率	$3,185 / (t + 23.5)$		38.1
7年確率	$3,520 / (t + 22.8)$		42.5
10年確率	$3,871 / (t + 22.2)$		47.1

⇒改め

確率年	降雨強度式		降雨強度 (mm/hr)
	降雨強度式		
5年確率	$3,200 / (t + 24)$		38.1
7年確率	$3,530 / (t + 23)$		42.5
10年確率	$3,860 / (t + 22)$		47.1

$$I_5 = \frac{3,185}{t + 23.5} = 38.1 \text{ mm/hr} \quad \Rightarrow \quad \frac{3,200}{t + 24} = 38.1 \text{ mm/hr}$$

$$I_7 = \frac{3,520}{t + 22.8} = 42.5 \text{ mm/hr} \quad \Rightarrow \quad \frac{3,530}{t + 23} = 42.5 \text{ mm/hr}$$

$$I_{10} = \frac{3,871}{t + 22.2} = 47.1 \text{ mm/hr} \quad \Rightarrow \quad \frac{3,860}{t + 22} = 47.1 \text{ mm/hr}$$

【降雨強度式のまとめ】

【1994年～2024年：31年間】

気候変動考慮

$$I = \frac{2,820}{t + 22} \quad (5\text{年確率} = 34.4 \text{ mm/h})$$

$$I = \frac{3,070}{t + 21} \quad (7\text{年確率} = 37.9 \text{ mm/h})$$

$$I = \frac{3,320}{t + 20} \quad (10\text{年確率} = 41.5 \text{ mm/h})$$

$$\frac{2,820}{t + 22} \times 1.1 \quad (5\text{年確率} = 37.8 \text{ mm/h})$$

$$\frac{3,070}{t + 21} \times 1.1 \quad (7\text{年確率} = 41.7 \text{ mm/h})$$

$$\frac{3,320}{t + 20} \times 1.1 \quad (10\text{年確率} = 45.7 \text{ mm/h})$$

【2005年～2024年：20年間】

$$I = \frac{3,220}{t + 25} \quad (5\text{年確率} = 37.9 \text{ mm/h})$$

$$I = \frac{3,575}{t + 25} \quad (7\text{年確率} = 42.1 \text{ mm/h})$$

$$I = \frac{3,950}{t + 25} \quad (10\text{年確率} = 46.5 \text{ mm/h})$$

$$\frac{3,220}{t + 25} \times 1.1 \quad (5\text{年確率} = 41.7 \text{ mm/h})$$

$$\frac{3,575}{t + 25} \times 1.1 \quad (7\text{年確率} = 46.3 \text{ mm/h})$$

$$\frac{3,950}{t + 25} \times 1.1 \quad (10\text{年確率} = 51.2 \text{ mm/h})$$

【2003年～2022年：20年間】 ※採用

$$I = \frac{3,200}{t + 24} \quad (5\text{年確率} = 38.1 \text{ mm/h})$$

$$I = \frac{3,530}{t + 23} \quad (7\text{年確率} = 42.5 \text{ mm/h})$$

$$I = \frac{3,860}{t + 22} \quad (10\text{年確率} = 47.1 \text{ mm/h})$$

$$\frac{3,200}{t + 24} \times 1.1 \quad (5\text{年確率} = 41.9 \text{ mm/h})$$

$$\frac{3,530}{t + 23} \times 1.1 \quad (7\text{年確率} = 46.8 \text{ mm/h})$$

$$\frac{3,860}{t + 22} \times 1.1 \quad (10\text{年確率} = 51.8 \text{ mm/h})$$

1994年から2024年のうち、20年間で降雨強度が最も高くなる期間を下記の表にまとめました。

【各期間の確率降雨強度】

番号	始	終	確率降雨強度 (mm/h)		
			5年確率	7年確率	10年確率
1	1994	2013	34.6	38.4	42.4
2	1995	2014	34.7	38.5	42.5
3	1996	2015	34.7	38.5	42.5
4	1997	2016	35.8	39.8	44.0
5	1998	2017	37.4	41.5	45.7
6	1999	2018	37.4	41.5	45.8
7	2000	2019	35.4	39.2	43.1
8	2001	2020	35.7	39.4	43.1
9	2002	2021	35.6	39.4	43.3
10	2003	2022	38.1	42.5	47.1
11	2004	2023	37.8	42.1	46.7
12	2005	2024	37.9	42.1	46.5

以上の結果から、番号10の【2003年～2022年（20年間）】の降雨強度が最も高い結果となるので、計画降雨の検定対象期間へ採用しています。