

### 3. 計画降雨の検討

#### 3-1. 算定方針

本市の計画降雨は基礎調査に示すとおり、7年確率の時間最大62.5mm/hrとなっているが、降雨強度算定に使用された実績データが古く、現在の気象状況を反映できていない可能性がある。本業務では、現計画降雨強度の妥当性の確認を行い、計画降雨強度の見直しの必要性について検討した。

現計画降雨強度の妥当性は以下の降雨強度を比較して確認する。

- ① 現計画降雨強度
- ② 直近の降雨データを反映した降雨強度
- ③ 気候変動の影響を踏まえた降雨強度



表 3-1 毎年最大降雨量（都城气象台）既計画使用データ

年次	西暦	10分間最大		60分間 最大 mm/hr
		10分間 mm/10min	降雨強度 mm/hr	
昭和18年	1943	21.9	131.4	64.0
昭和21年	1946	21.0	126.0	48.7
昭和23年	1948	21.2	127.2	72.0
昭和25年	1950	12.2	73.2	35.4
昭和26年	1951	14.5	87.0	29.4
昭和27年	1952	19.6	117.6	39.7
昭和28年	1953	14.1	84.6	59.2
昭和29年	1954	20.0	120.0	40.3
昭和30年	1955	17.2	103.2	55.6
昭和31年	1956	21.4	128.4	43.5
昭和32年	1957	17.0	102.0	59.7
昭和33年	1958	15.2	91.2	35.8
昭和34年	1959	15.0	90.0	46.1
昭和35年	1960	13.9	83.4	26.4
昭和36年	1961	18.3	109.8	60.6
昭和37年	1962	17.3	103.8	44.0
昭和38年	1963	20.3	121.8	69.7
昭和39年	1964	19.0	114.0	59.2
昭和40年	1965	16.6	99.6	56.9
昭和41年	1966	25.7	154.2	48.8
昭和42年	1967	17.8	106.8	39.2
昭和43年	1968	16.5	99.0	50.0
昭和44年	1969	17.0	102.0	52.5
昭和45年	1970	9.6	57.6	39.5
昭和46年	1971	13.5	81.0	35.5
昭和47年	1972	16.0	96.0	42.5
昭和48年	1973	13.5	81.0	47.0
昭和49年	1974	15.5	93.0	48.0
昭和50年	1975	12.0	72.0	46.5
昭和51年	1976	16.0	96.0	68.0
昭和52年	1977	18.5	111.0	30.5
昭和53年	1978	13.0	78.0	43.5
昭和54年	1979	18.0	108.0	68.5
昭和55年	1980	16.0	96.0	47.0
昭和56年	1981	15.0	90.0	36.0
昭和57年	1982	17.5	105.0	37.0
昭和58年	1983	16.5	99.0	47.0
昭和59年	1984	19.0	114.0	47.5

年次	西暦	10分間最大		60分間 最大 mm/hr
		10分間 mm/10min	降雨強度 mm/hr	
昭和60年	1985	13.0	78.0	51.5
昭和61年	1986	11.0	66.0	40.0
昭和62年	1987	16.0	96.0	47.0
昭和63年	1988	22.5	135.0	68.5
平成元年	1989	17.5	105.0	59.0
平成2年	1990	15.5	93.0	60.5
平成3年	1991	13.5	81.0	37.5
平成4年	1992	14.5	87.0	29.0
平成5年	1993	18.5	111.0	63.5
平成6年	1994	16.5	99.0	53.5
平成7年	1995	15.5	93.0	53.5
平成8年	1996	16.0	96.0	57.5
平成9年	1997	14.5	87.0	46.5
平成10年	1998	15.0	90.0	41.0
平成11年	1999	19.5	117.0	59.0
平成12年	2000	17.5	105.0	55.5
平成13年	2001	21.0	126.0	45.0
平成14年	2002	23.5	141.0	62.5
平成15年	2003	17.5	105.0	34.5
平成16年	2004	18.5	111.0	54.0

出典：都城（宮崎県）气象台・測候所

### 3-2-2. 直近の降雨データを反映した降雨強度

都城気象台の直近実績データを反映させて降雨強度式を算定した。使用した実績データは昭和18年～令和4年分（表3-2）とし、降雨強度式はトーマスプロット法を用いて確率計算を行い、特性係数法により降雨強度式を設定した。

トーマスプロット法による確率計算結果を図3-2に示し、特性係数法による降雨強度式の設定結果を表3-3に示す。

表3-2 毎年最大降雨量（都城気象台）全データ

年次	西暦	10分間最大		60分間 最大 mm/hr
		10分間 mm/10min	降雨強度 mm/hr	
昭和18年	1943	21.9	131.4	64.0
昭和21年	1946	21.0	126.0	48.7
昭和23年	1948	21.2	127.2	72.0
昭和25年	1950	12.2	73.2	35.4
昭和26年	1951	14.5	87.0	29.4
昭和27年	1952	19.6	117.6	39.7
昭和28年	1953	14.1	84.6	59.2
昭和29年	1954	20.0	120.0	40.3
昭和30年	1955	17.2	103.2	55.6
昭和31年	1956	21.4	128.4	43.5
昭和32年	1957	17.0	102.0	59.7
昭和33年	1958	15.2	91.2	35.8
昭和34年	1959	15.0	90.0	46.1
昭和35年	1960	13.9	83.4	26.4
昭和36年	1961	18.3	109.8	60.6
昭和37年	1962	17.3	103.8	44.0
昭和38年	1963	20.3	121.8	69.7
昭和39年	1964	19.0	114.0	59.2
昭和40年	1965	16.6	99.6	56.9
昭和41年	1966	25.7	154.2	48.8
昭和42年	1967	17.8	106.8	39.2
昭和43年	1968	16.5	99.0	50.0
昭和44年	1969	17.0	102.0	52.5
昭和45年	1970	9.6	57.6	39.5
昭和46年	1971	13.5	81.0	35.5
昭和47年	1972	16.0	96.0	42.5
昭和48年	1973	13.5	81.0	47.0
昭和49年	1974	15.5	93.0	48.0
昭和50年	1975	12.0	72.0	46.5
昭和51年	1976	16.0	96.0	68.0
昭和52年	1977	18.5	111.0	30.5
昭和53年	1978	13.0	78.0	43.5
昭和54年	1979	18.0	108.0	68.5
昭和55年	1980	16.0	96.0	47.0
昭和56年	1981	15.0	90.0	36.0
昭和57年	1982	17.5	105.0	37.0
昭和58年	1983	16.5	99.0	47.0
昭和59年	1984	19.0	114.0	47.5
昭和60年	1985	13.0	78.0	51.5
昭和61年	1986	11.0	66.0	40.0
昭和62年	1987	16.0	96.0	47.0
昭和63年	1988	22.5	135.0	68.5
平成元年	1989	17.5	105.0	59.0
平成2年	1990	15.5	93.0	60.5
平成3年	1991	13.5	81.0	37.5
平成4年	1992	14.5	87.0	29.0
平成5年	1993	18.5	111.0	63.5
平成6年	1994	16.5	99.0	53.5
平成7年	1995	15.5	93.0	53.5
平成8年	1996	16.0	96.0	57.5
平成9年	1997	14.5	87.0	46.5
平成10年	1998	15.0	90.0	41.0
平成11年	1999	19.5	117.0	59.0
平成12年	2000	17.5	105.0	55.5
平成13年	2001	21.0	126.0	45.0
平成14年	2002	23.5	141.0	62.5
平成15年	2003	17.5	105.0	34.5
平成16年	2004	18.5	111.0	54.0
平成17年	2005	18.5	111.0	64.5
平成18年	2006	19.0	114.0	72.5
平成19年	2007	16.0	96.0	56.0
平成20年	2008	22.5	135.0	76.5
平成21年	2009	14.5	87.0	34.0
平成22年	2010	20.0	120.0	63.0
平成23年	2011	14.5	87.0	36.5
平成24年	2012	27.0	162.0	96.5
平成25年	2013	17.5	105.0	38.0
平成26年	2014	17.5	105.0	51.5
平成27年	2015	15.0	90.0	38.5
平成28年	2016	21.0	126.0	88.0
平成29年	2017	15.5	93.0	46.0
平成30年	2018	15.5	93.0	50.0
令和元年	2019	16.0	96.0	48.5
令和2年	2020	17.0	102.0	65.0
令和3年	2021	19.5	117.0	58.5
令和4年	2022	16.5	99.0	68.5

出典：都城（宮崎県）気象台・測候所

現計画より追加

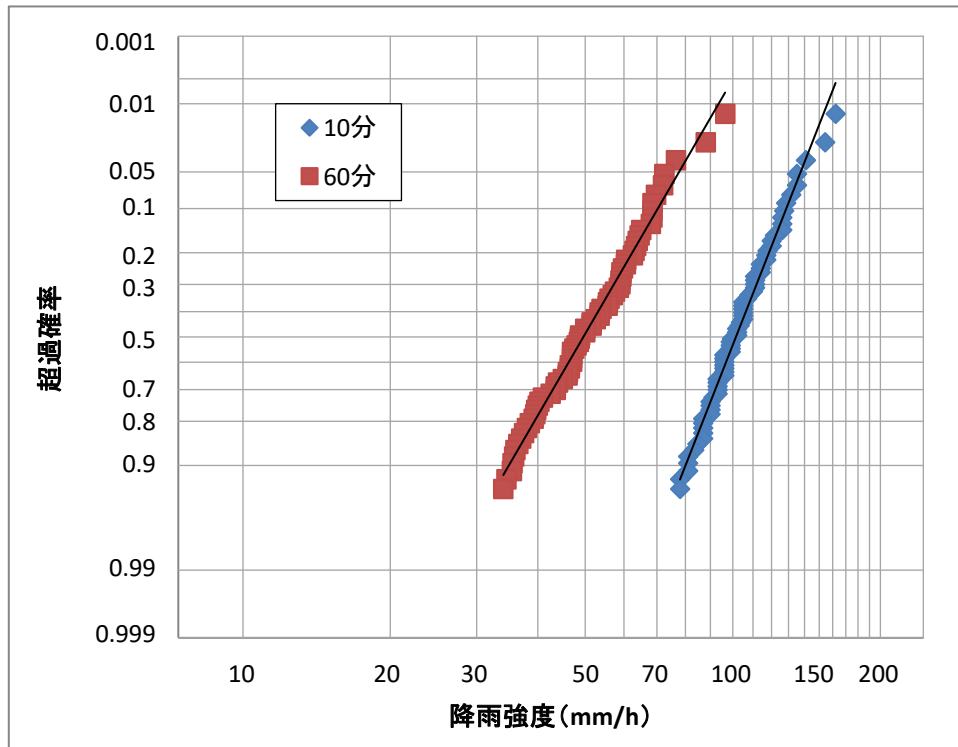


図 3-2 トーマスプロット法による確率計算結果（直近実績反映）

表 3-3 特性係数法による降雨強度式設定結果（直近実績反映）

確率年 年	確率降雨		特性係数による係数(タルボット型)				降雨強度式による算出値 I=a/(t+b)				
	110 ① mm/h	160 ② mm/h	$\beta$ 10 ③ =①/②	b ④ =(60-10×③)/(③-1)	$\alpha$ ⑤ =④+60	a ⑥ =②×⑤	10 mm/h	20 mm/h	30 mm/h	60 mm/h	120 mm/h
200	162.602	99.639	1.6319	69	129	12866	162.60	144.36	129.79	99.64	68.03
100	155.344	93.124	1.6681	65	125	11625	155.34	137.03	122.58	93.12	62.89
50	147.784	86.491	1.7087	61	121	10427	147.78	129.44	115.14	86.49	57.75
30	141.956	81.488	1.7420	57	117	9565	141.96	123.61	109.46	81.49	53.92
20	137.128	77.417	1.7713	55	115	8890	137.13	118.80	104.80	77.42	50.85
10	128.306	70.157	1.8288	50	110	7740	128.31	110.06	96.36	70.16	45.44
7	123.378	66.204	1.8636	48	108	7143	123.38	105.21	91.70	66.20	42.55
5	118.380	62.271	1.9010	45	105	6569	118.38	100.30	87.02	62.27	39.69
3	109.804	55.708	1.9711	41	101	5654	109.80	91.95	79.09	55.71	35.01
2	101.480	49.570	2.0472	38	98	4845	101.48	83.91	71.52	49.57	30.72

以上より、直近実績を反映させた降雨強度式は以下のとおり。

$$I = \frac{7143}{t + 48} \quad (7 \text{ 年確率 } 66.2\text{mm/hr})$$

### 3-2-3. 気候変動の影響を踏まえた降雨強度

雨水管理総合計画策定ガイドラインに沿って気候変動の影響を踏まえた降雨強度の設定を行った。気候変動の影響は地域によって設定されている降雨量変化倍率をかけることで考慮する。降雨量変化倍率を表 3-4 に示す。本市はその他 14 地域（沖縄含む）に該当するため、変化倍率は 1.10 倍となる。なお、降雨量変化倍率を乗じる前の降雨強度は、変化倍率の算出根拠となっている現行気候として 1951～2010 年が想定されていることから、この期間内の降雨データを使用して設定した計画降雨を使用する。降雨データは 1951～2010 年の 60 年間のデータを使用した。

表 3-4 地域区分ごとの降雨量変化倍率

地域区分	降雨量変化倍率
北海道北部、北海道南部	1.15
その他 14 地域（沖縄含む）	1.10

降雨強度式はトーマスプロット法を用いて確率計算を行い、特性係数法により降雨強度式を設定した。

トーマスプロット法による確率計算結果を図 3-3 に示し、特性係数法による降雨強度式の設定結果を表 3-5 に示す。

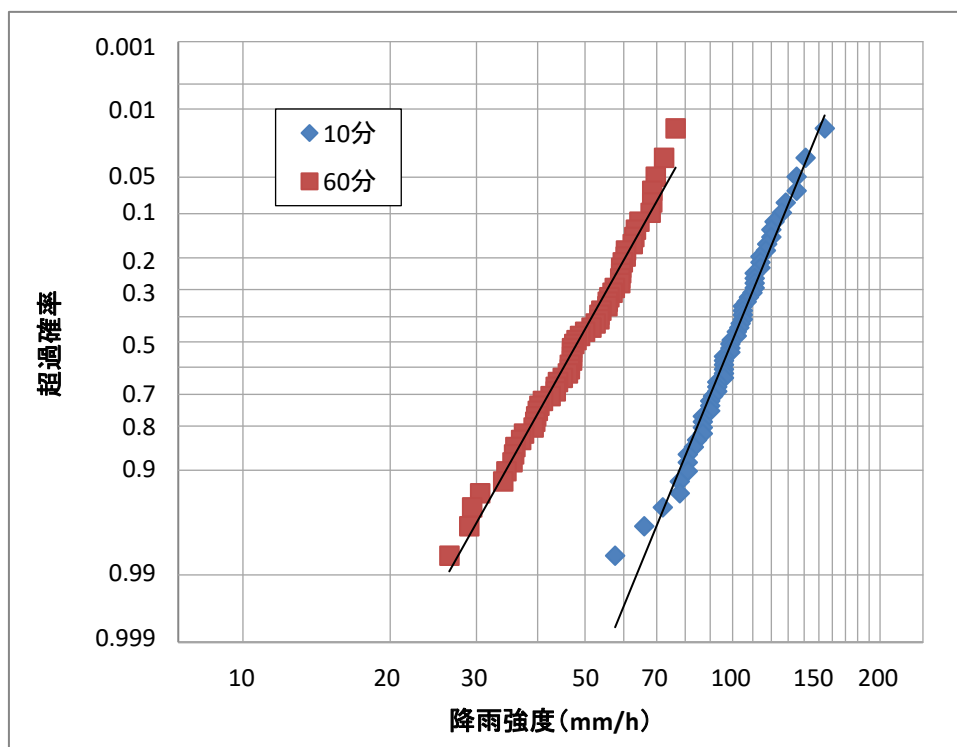


図 3-3 トーマスプロット法による確率計算結果（気候変動考慮）

表 3-5 特性係数法による降雨強度式設定結果（気候変動考慮）

確率年 年	確率降雨		特性係数による係数(タルポット型)				降雨強度式による算出値 I=a/(t+b)				
	I10 ① mm/h	I60 ② mm/h	$\beta$ ③ =①/②	b ④ =(60-10×③)/(③-1)	$\alpha$ ⑤ =④+60	a ⑥ =②×⑤	10 mm/h	20 mm/h	30 mm/h	60 mm/h	120 mm/h
200	162.113	94.340	1.7184	60	120	11283	162.11	141.75	125.93	94.34	62.82
100	154.665	88.421	1.7492	57	117	10322	154.67	134.51	119.00	88.42	58.40
50	146.918	82.378	1.7835	54	114	9376	146.92	127.02	111.86	82.38	53.94
30	140.955	77.806	1.8116	52	112	8684	140.95	121.27	106.41	77.81	50.60
20	136.020	74.078	1.8362	50	110	8134	136.02	116.53	101.93	74.08	47.90
10	127.016	67.409	1.8843	47	107	7182	127.02	107.93	93.83	67.41	43.12
7	121.995	63.765	1.9132	45	105	6680	121.99	103.15	89.36	63.76	40.54
5	116.908	60.131	1.9442	43	103	6191	116.91	98.34	84.86	60.13	37.99
3	108.194	54.045	2.0019	40	100	5399	108.19	90.13	77.24	54.04	33.77
2	99.756	48.325	2.0643	37	97	4687	99.76	82.25	69.97	48.33	29.85

以上より、降雨強度式は以下のとおり。

$$I = \frac{6680}{t + 45} \quad (7 \text{ 年確率 } 63.8\text{mm/hr})$$

上記の降雨強度を 1.1 倍した 70.2mm/h が気候変動を考慮した降雨強度となる。

### 3-3. 確率降雨強度式の比較

3-2. で算出した3つの降雨強度式を比較する。7年確率の1時間降雨強度で比較した場合、気候変動を考慮した降雨強度が一番大きな値となった。現計画降雨は近年の降雨の甚大化の影響を考慮できておらず一番低い降雨強度の値となった。また、全実績データは直近浸水実績データも含まれているが、気候変動の影響がない古い実績データが含まれるため、降雨強度が小さく評価されている。

これより、近年の降雨状況、かつ令和3年7月の流域治水関連法案の改正を受け、気候変動の影響を考慮した浸水対策施設とするために、「気候変動の影響を考慮した降雨強度」を計画降雨として採用することが望ましい。

ただし、計画降雨強度を見直す場合、整備済みの施設対策規模の見直しも行う必要があることから、段階的対策計画において、浸水シミュレーションを用いた対策検討を行い、計画降雨の見直しが施設規模に及ぼす影響をふまえて、最終的に決定するものとする。

表 3-6 確率降雨強度の比較（まとめ）

ケース0 現計画	ケース1	ケース2 気候変動の影響を考慮
7年確率 62.5mm/hr	7年確率 66.2mm/hr	7年確率 $63.8\text{mm/hr} \times 1.1$ $\approx 70.2\text{mm/hr}$
		採用案