

関川水系河川整備基本方針

基本高水等に関する資料

令和5年3月

国土交通省 水管理・国土保全局

目次

1. 基本高水の検討	1
1.1 工事実施基本計画	1
1.2 河川整備基本方針	1
1.3 河川整備基本方針策定後の状況	2
2. 高水処理計画	74
3. 計画高水流量	75
4. 河道計画	76
5. 河川管理施設等の整備の状況	77

1. 基本高水の検討

1.1 工事实施基本計画

昭和44年（1969年）に一級河川への指定を受けて策定された関川水系工事实施基本計画は、既定計画を踏襲して計画日雨量を関川本川流域136mm/日、保倉川流域162mm/日とし、基準地点「高田」、「松本」において基本高水のピーク流量をそれぞれ1,950m³/s、1,280m³/sと定めている。

その後、昭和46年（1971年）12月に改定された関川水系工事实施基本計画の計画規模は、昭和40年（1965年）9月洪水や昭和44年（1969年）8月洪水等の出水及び、流域の社会的・経済的な重要性を総合的に勘案して1/100と設定した。基準地点「高田」、「松本」において、基本高水のピーク流量をそれぞれ3,700m³/s、1,900m³/sと定め、保倉川については基準地点「松本」より下流で全量を放水路により処理する計画とした。

これまで大きな被害の生じていなかった支川保倉川で甚大な浸水被害が発生した昭和60年（1985年）7月洪水を受け、昭和62年（1987年）3月に改定された関川水系工事实施基本計画では、保倉川下流部における流量配分を変更し、基準地点「松本」における1,900m³/sのうち、放水路で700m³/sを分派させ、その下流では支川からの流入量を合わせ1,300m³/sとするとともに、保倉川合流後の関川の河口地点において4,600m³/sと定めている。基準地点の基本高水のピーク流量は、基準地点「高田」は昭和44年（1969年）8月洪水を対象に計画降雨量188mm/日、基準地点「松本」は昭和39年（1964年）7月洪水を対象に計画降雨量212mm/日となるように引き伸ばし、貯留関数法により流出計算を行い、決定している。

1.2 河川整備基本方針

工事实施基本計画の策定以降、計画を変更するような洪水や降雨は発生していないが、下記に示す様々な手法により基本高水のピーク流量を検討し、平成19年（2007年）3月に河川整備基本方針を策定した。

(1) 流量確率による検証

相当年数の流量データが蓄積されたこと等から、流量データを確率統計処理することにより、基本高水のピーク流量を検証した。流量確率の検討の結果、高田地点における1/100確率規模の流量は、2,980～3,800m³/s、保倉川松本地点における1/100確率規模の流量は、1,130～1,910m³/sと推定される。

(2) 歴史洪水による確認

大規模な浸水が発生した明治30年(1897年)8月洪水を対象に、類似した降雨波形(昭和51年(1976年)8月降雨波形)を用いて氾濫再現計算を実施した結果、高田地点のピーク流量が4,000~4,500m³/s、松本地点のピーク流量は1,900~2,000m³/sであると推定された。

(3) 雨量確率法による検討

降雨継続時間として角屋^{かどや}の式から洪水到達時間を12時間と設定し、実績降雨(昭和37年(1962年)~平成15年(2003年))の統計処理により、1/100規模の確率雨量を156mm/12時間(高田上流)、185mm/12時間(松本上流)とした。過去の主要な洪水時の降雨波形を確率雨量まで引き伸ばし、過去の主要洪水から想定される湿潤状態を適用して、貯留関数法により流出計算を実施することによってハイドログラフに変換し、雨量確率法によるピーク流量を算定した。

この結果、高田地点、松本地点における1/100規模の流量は、それぞれ3,700m³/s、1,900m³/sとなる。

1.3 河川整備基本方針策定後の状況

平成19年(2007年)3月に河川整備基本方針(以降、「既定計画」という)を策定以降、既定計画の基本高水のピーク流量(高田3,700m³/s、松本1,900m³/s)を上回る洪水は発生していないものの、計画降雨量(高田156mm/12時間、松本185mm/12時間)を高田地点で上回る洪水が令和元年(2019年)10月に発生している。

【基準地点 高田】

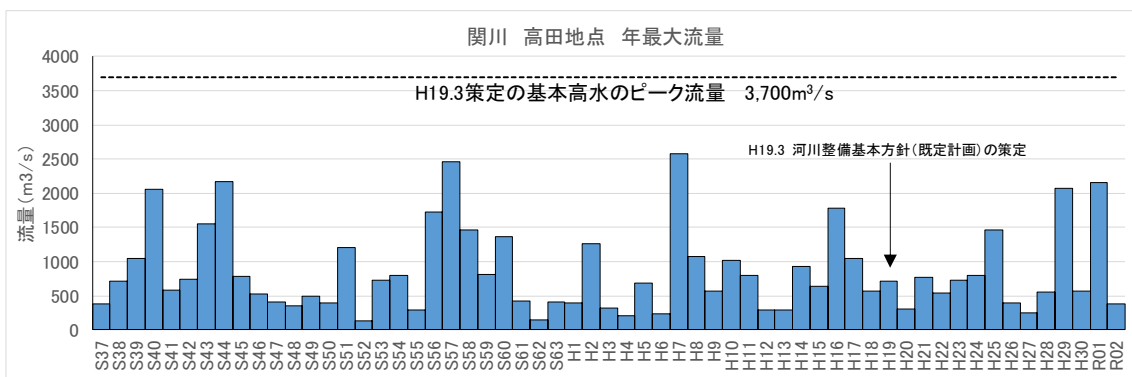


図 1-1(1) 年最大流量 (基準地点 高田)

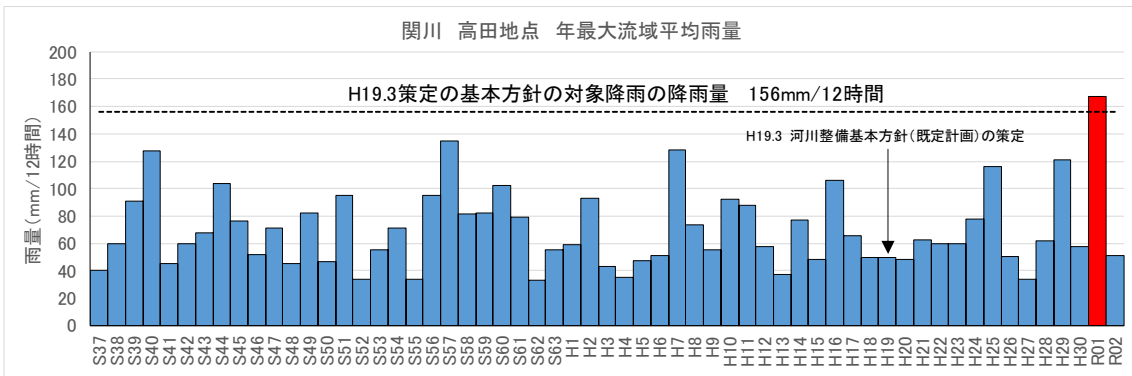


図 1-1(2) 年最大流域平均雨量 (基準地点 高田上流)

【基準地点 松本】

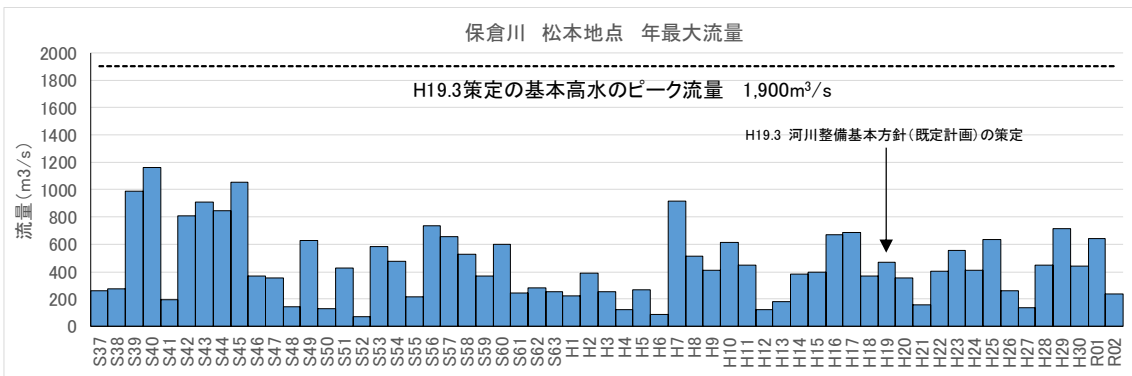


図 1-2(1) 年最大流量 (基準地点 松本)

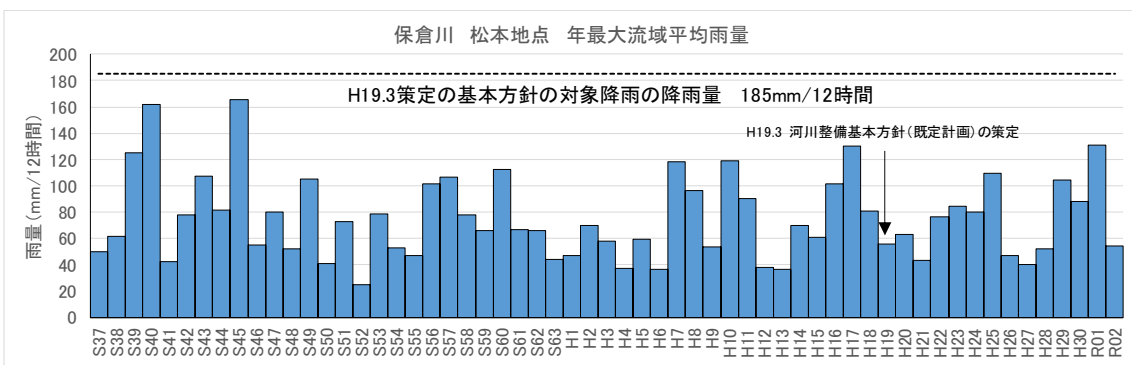


図 1-2(2) 年最大流域平均雨量 (基準地点 松本上流)

1.4 基本高水のピーク流量の設定

1.4.1 基本高水のピーク流量設定の考え方

基本高水のピーク流量の設定については、前述した流出解析モデルを用いて、以下の項目について総合的に判断し設定する。

- ・ 既定計画の基本高水のピーク流量
- ・ 気候変動を考慮した時間雨量データによる確率からの検討
- ・ アンサンブル予測降雨波形を用いた検討
- ・ 既往洪水からの検討

1.4.2 計画規模の設定

関川水系においては、既定計画策定時と流域の重要度等に大きな変化が無いことから、既定計画と同様の 1/100 とした。

1.4.3 対象降雨の降雨継続時間の設定

(1) 対象降雨の降雨継続時間の設定の考え方

関川流域における対象降雨の降雨継続時間については、①洪水到達時間、②ピーク流量とn時間雨量との相関関係及び③強い降雨強度の継続時間を整理し、設定した。

(2) 洪水到達時間

洪水到達時間は、①Kinematic Wave法に基づく式、②角屋の式を用いて算定した。

対象洪水は、過去洪水（昭和37年（1962年）～令和2年（2020年））のうち、基準地点高田及び松本の流量上位10洪水とした。

1) 洪水到達時間

① キネマティックウェーブ法に基づく式

$$T_p = t_p - \tau_p = KL^p / r_m^{1-p} \dots\dots\dots (1-3.43)$$

$$r(\tau_p) = r(t_p) \dots\dots\dots (1-3.44)$$

ここに、 T_p ：洪水到達時間、 τ_p ：最大流量を発生させる特性曲線の上流端出発時刻、 t_p ：その特性曲線の下流端到達時刻、 L ：斜面長、 r_m ： $\tau_p \sim t_p$ 間の平均有効降雨強度、 $r(t)$ ：時刻 t における有効降雨強度、 K, p ：斜面の勾配を θ とし、マンニングの抵抗則を用いるとき、 $K = n^{3/5} (\sin \theta)^{-3/10}$ 、 $p = 3/5$ である。

$$T_p = CA^{0.22} r_c^{-0.35} \dots\dots\dots (1-3.45)$$

ここに、 T_p ：洪水到達時間（min）、 A ：流域面積（km²）、 r_c ：平均有効降雨強度（mm/h）、 C ：流域特性を表す係数。

【解説】式(1-3.43)は、矩形斜面上の表面流がキネマティックウェーブでモデル化されるとして石原・高棹³³⁾が導いたものである。この式では、洪水到達時間は「最大流量を発生させる雨水擾乱が斜面上流端から斜面下流端まで伝播するのに要する時間」として定義されている。さらに石原・高棹³³⁾は、最大流量が発生する条件を分析することによって、最終的に式(1-3.44)を導出した。この式から、実測のハイドログラフとハイトグラフを用いて図1-3.6のように洪水到達時間を求めることができる。

角屋・福島³⁴⁾は、式(1-3.43)に河道長と流域面積の関係に関する地形則を導入することにより式(1-3.45)を導いた。流域特性を表す係数 C としては、丘陵山林地流域：290、放牧地・ゴルフ場：190～210、粗造成宅地：90～120、市街化地域：60～90といった値が示されている。

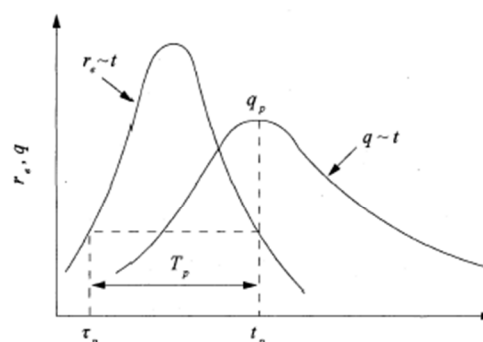


図1-3.6 ハイドログラフ ($q \sim t$) とハイトグラフ ($r_c \sim t$) による洪水到達時間の算出

出典：土木学会；水理公式集（2018年版），P.66～P.67

【高田地点】

Kinematic Wave 法 : 5~15 時間 (平均 9 時間)

角屋式 : 7~11 時間 (平均 8 時間)

表 1-1(1) 洪水到達時間の算定結果 (基準地点 高田)

洪水 No.	洪水名	ピーク流量		洪水到達時間 (hr)	
		流量 (m ³ /s)	生起時刻	Kinematic wave 法	角屋式
1	S400916	2,055	9/18 4:00	7.0	7.2
2	S430628	1,552	6/30 8:00	7.0	11.0
3	S440808	2,166	8/ 9 8:00	8.0	8.6
4	S560822	1,719	8/23 9:00	9.0	9.1
5	S570911	2,456	9/13 1:00	5.0	7.2
6	H070710	2,580	7/11 21:00	5.0	7.4
7	H161021	1,776	10/21 3:00	15.0	8.0
8	H250916	1,468	9/16 15:00	10.0	8.5
9	H291023	2,073	10/23 8:00	6.0	7.4
10	R011012	2,747	10/13 1:00	13.0	6.8
平均		-	-	8.5	8.1

【松本地点】

Kinematic Wave 法 : 8~14 時間 (平均 11 時間)

角屋式 : 5~8 時間 (平均 7 時間)

表 1-1(2) 洪水到達時間の算定結果 (基準地点 松本)

洪水 No.	洪水名	ピーク流量		洪水到達時間 (hr)	
		流量 (m ³ /s)	生起時刻	Kinematic wave 法	角屋式
1	S390706	988	7/ 7 12:00	11.0	8.0
2	S400916	1,161	9/18 8:00	11.0	5.3
3	S420826	809	8/27 12:00	8.0	8.7
4	S430628	910	6/30 7:00	14.0	6.8
5	S440808	844	8/ 9 11:00	10.0	8.2
6	S450806	1,057	8/ 7 7:00	9.0	5.5
7	S560822	737	8/23 12:00	12.0	6.7
8	H070710	916	7/12 13:00	14.0	6.2
9	H291023	717	10/23 11:00	11.0	6.7
10	R011012	894	10/13 2:00	12.0	6.3
平均		-	-	11.2	6.8

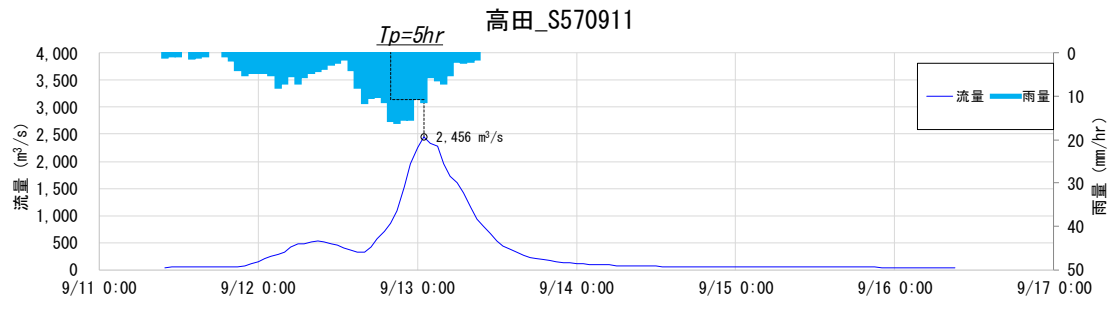
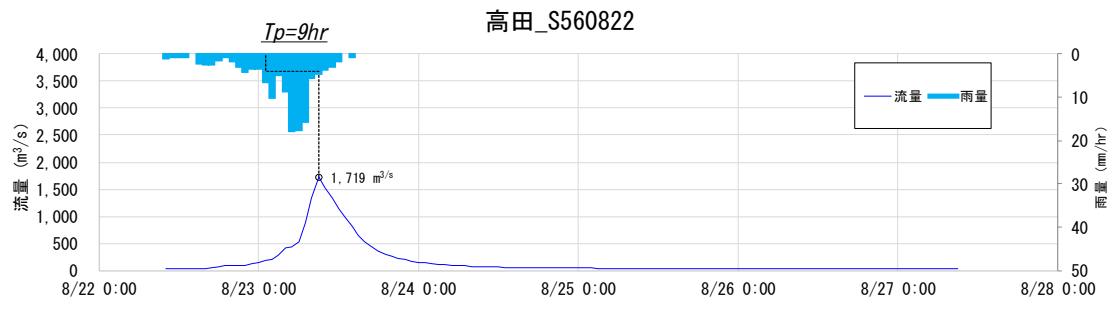
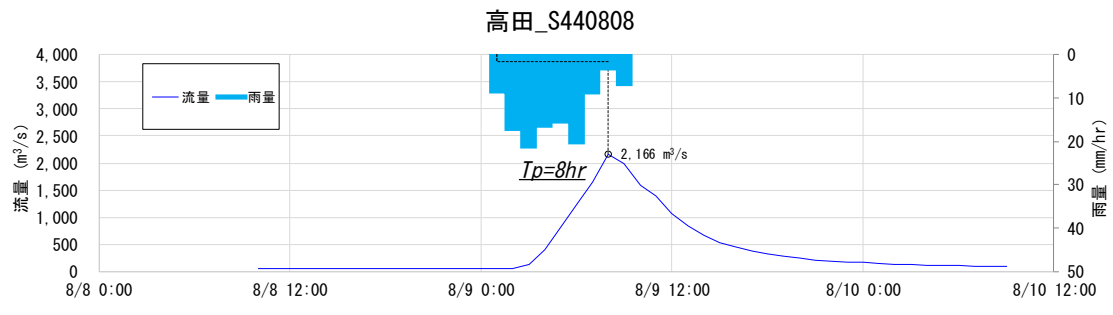
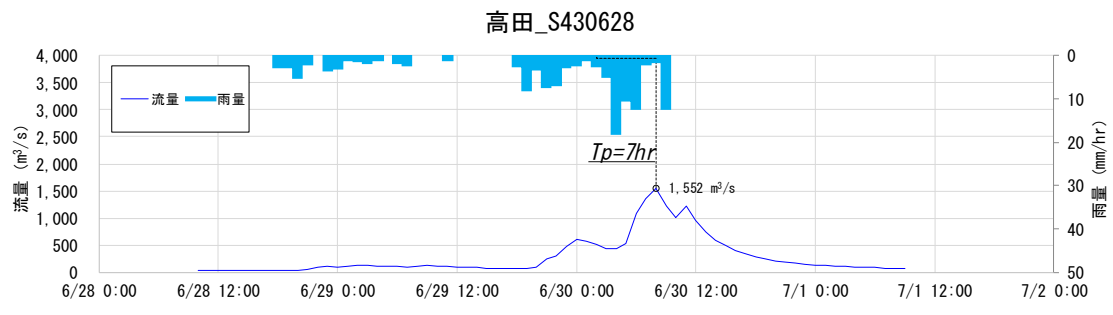
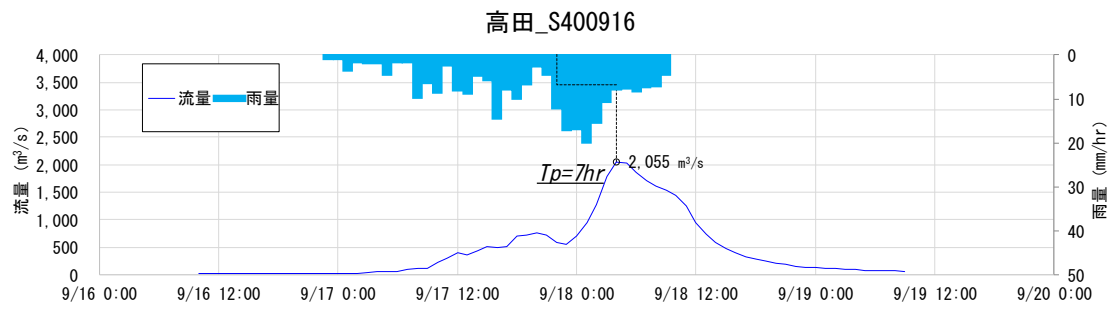


図 1-3(1) Kinematic Wave 法による洪水到達時間 (基準地点 高田)

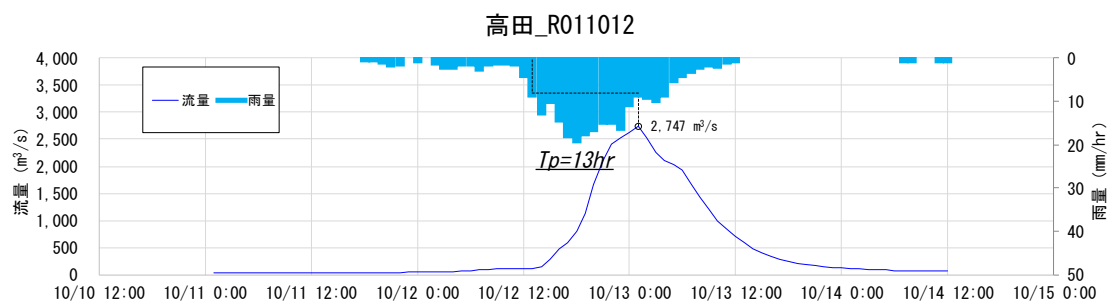
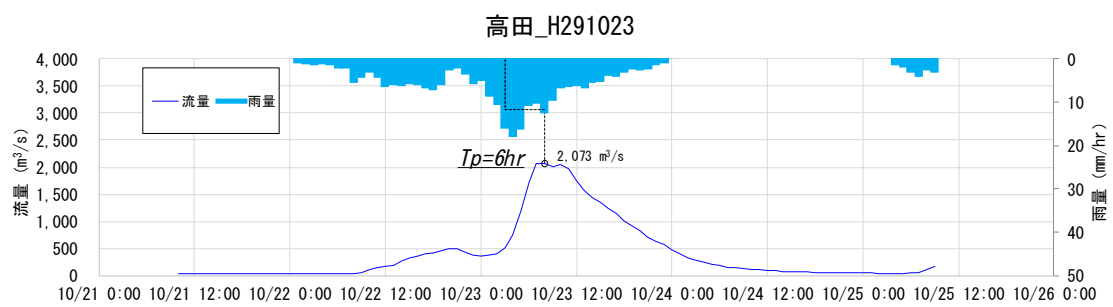
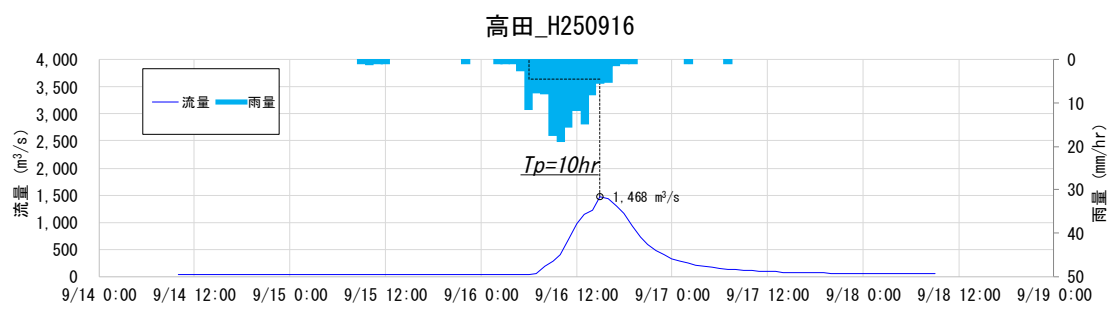
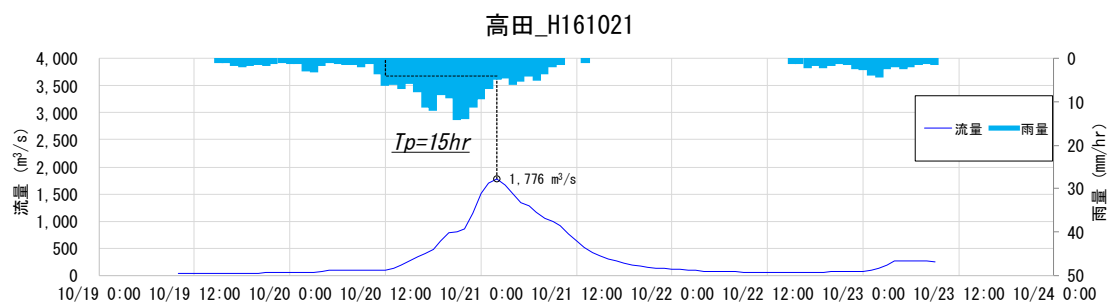
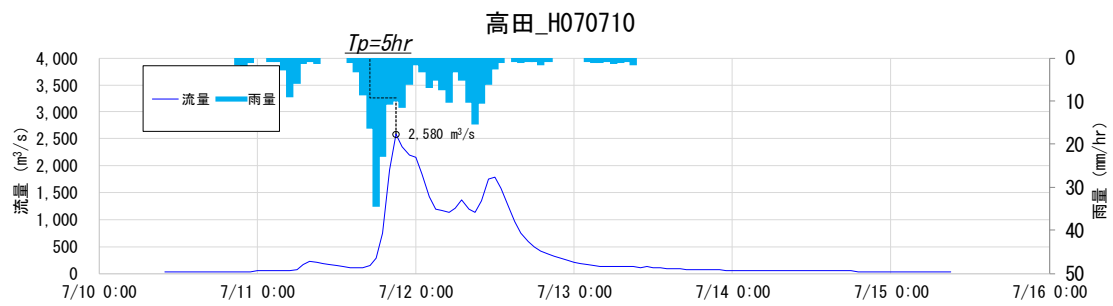


図 1-3 (2) Kinematic Wave 法による洪水到達時間 (基準地点 高田)

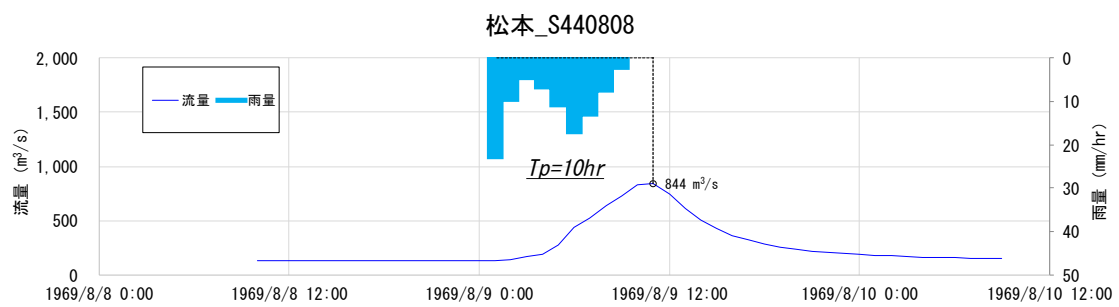
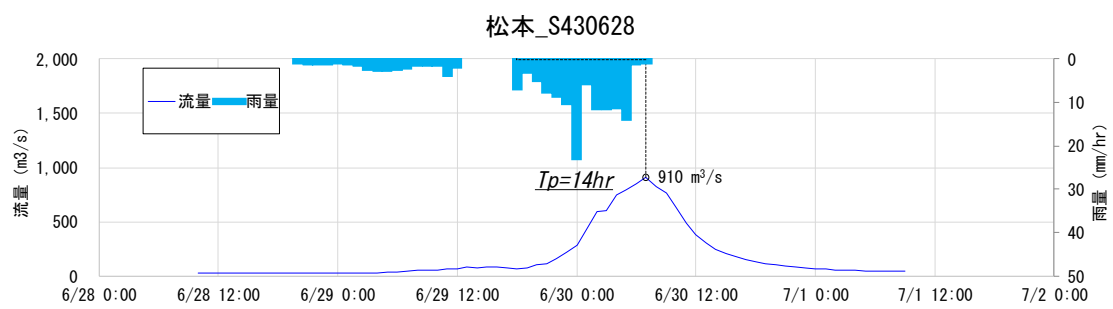
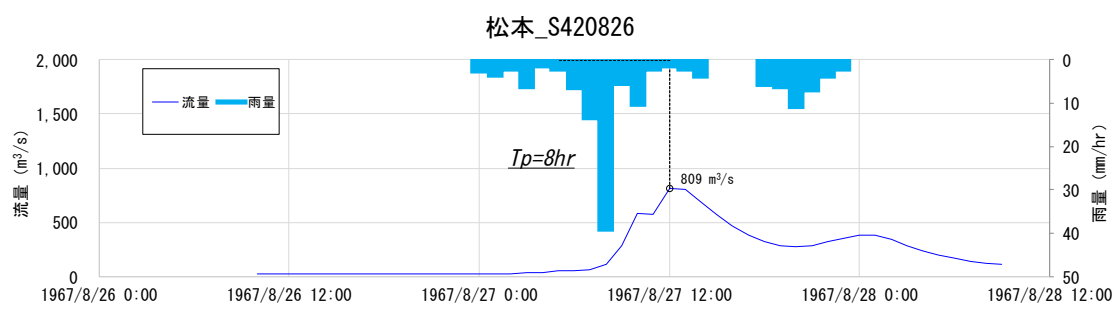
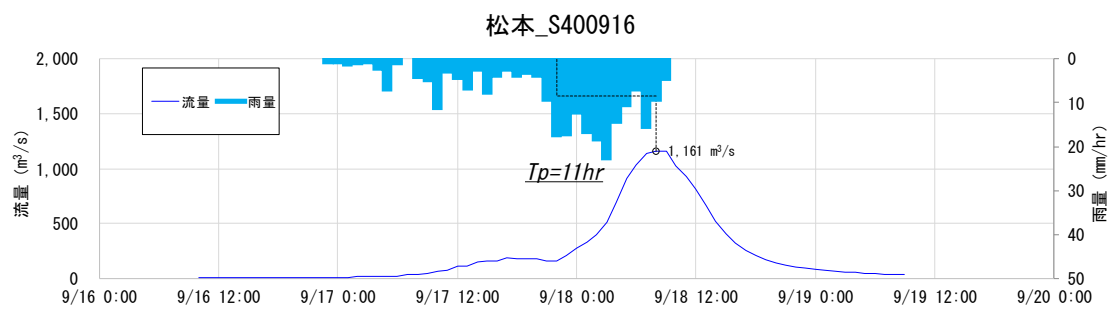
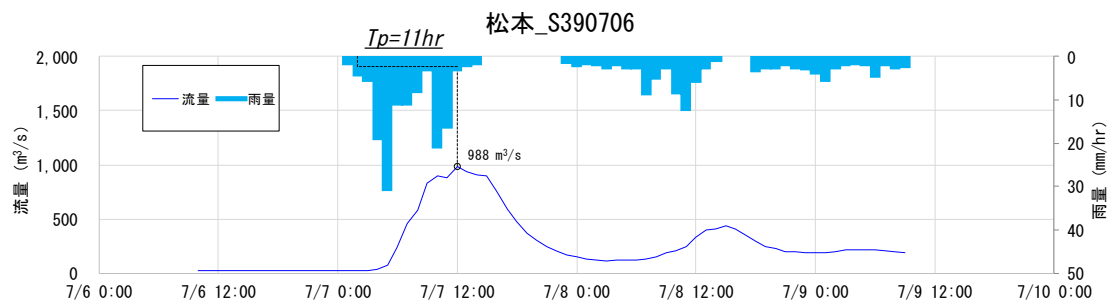


図 1-4(1) Kinematic Wave 法による洪水到達時間 (基準地点 松本)

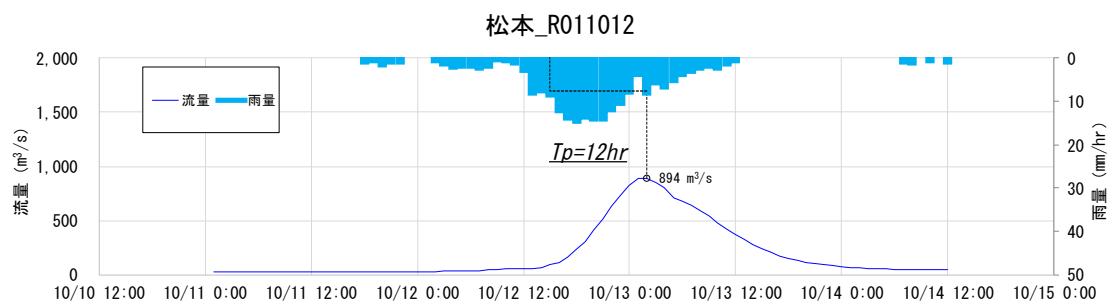
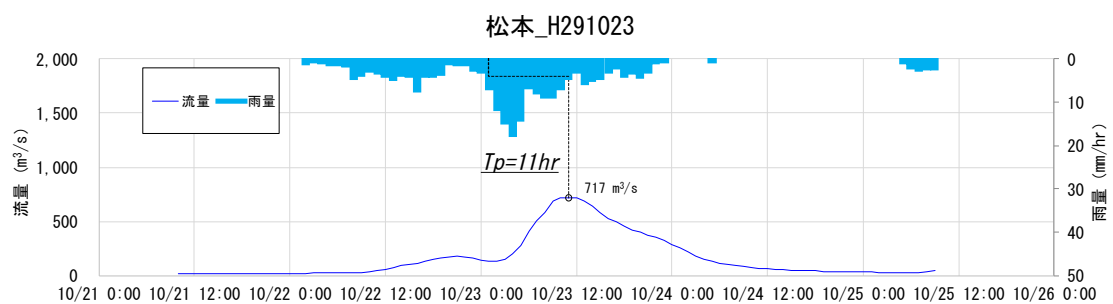
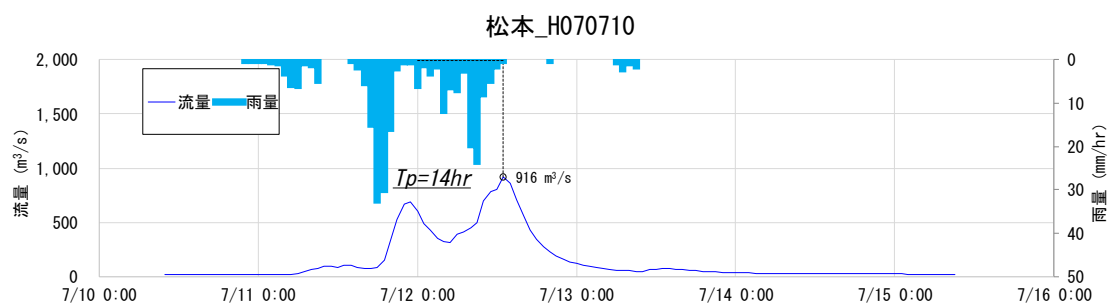
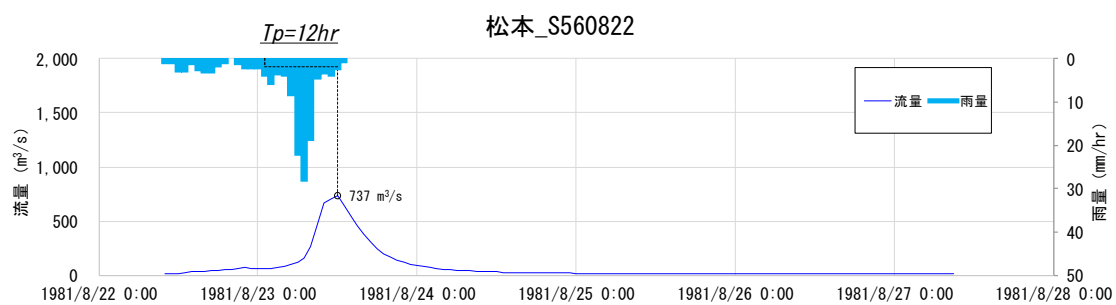
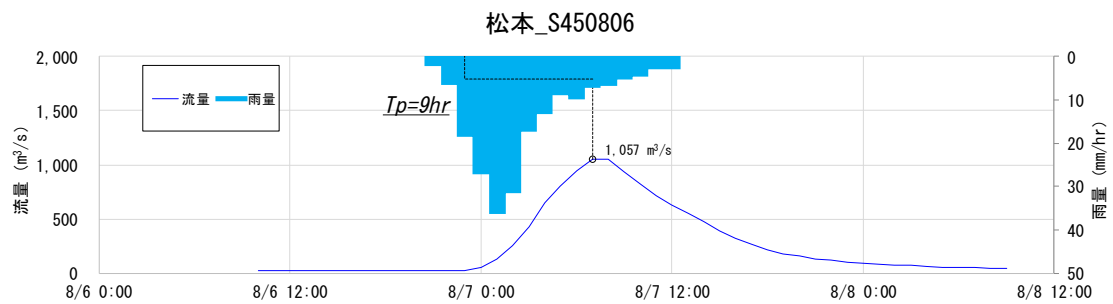


図 1-4(2) Kinematic Wave 法による洪水到達時間 (基準地点 松本)

(3) ピーク流量と短時間雨量の相関

ここでは、昭和37年（1962年）から令和2年（2020年）までの59年間で基準地点高田及び松本において年最大流量を記録した洪水を対象に、ピーク流量と短時間雨量（6、9、12、18、24、30、36、42、48等の時間雨量）との相関関係の整理を行った。短時間雨量については図1-5に示す2通りについて整理を行った。

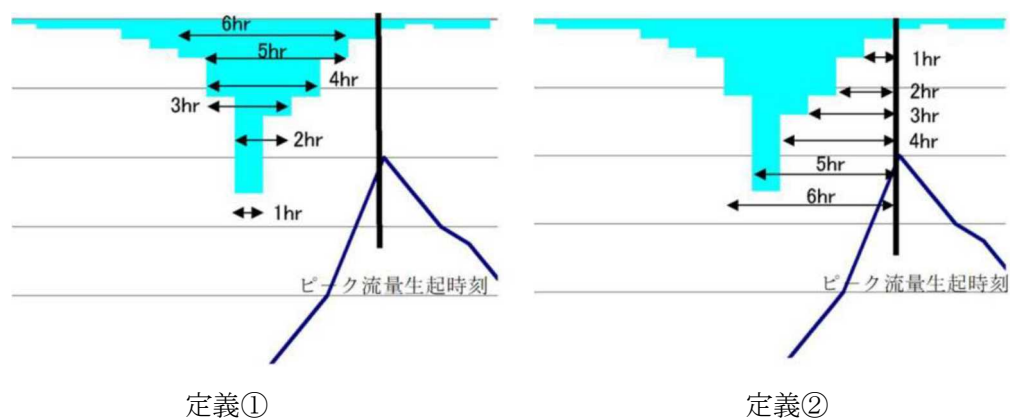


図 1-5 ピーク流量と雨量相関の定義

その結果、ピーク流量と短時間雨量の相関が高い短時間雨量は、以下の通りとなった。

高田地点：定義①、定義②ともに9～12時間で相関が高い。

松本地点：定義①では9～15時間、定義②では12～15時間で相関が高い。

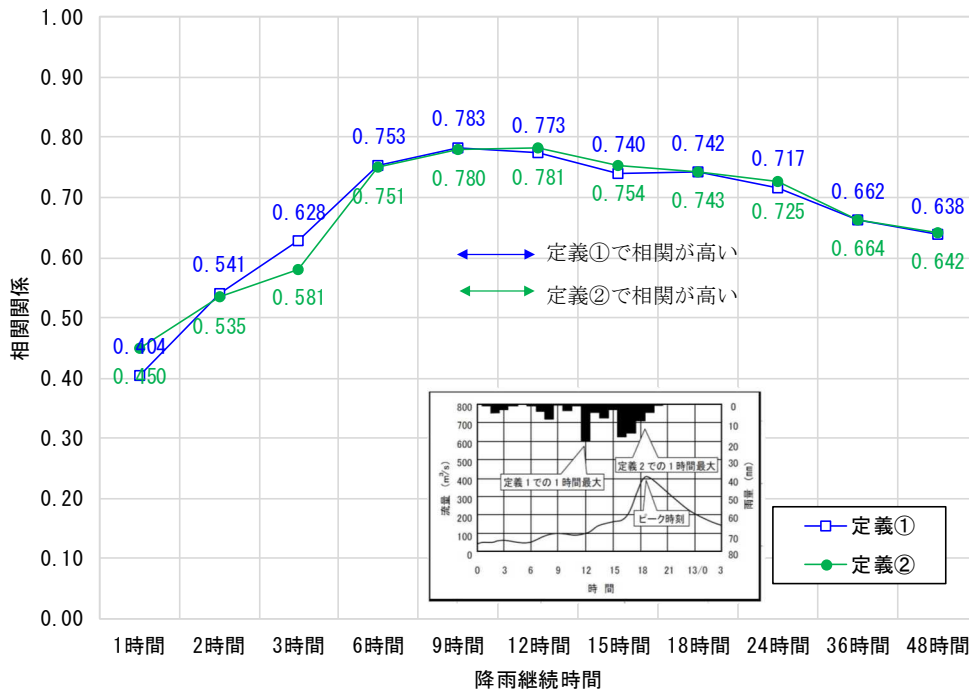


図 1-6(1) 高田地点ピーク流量とn時間雨量との相関

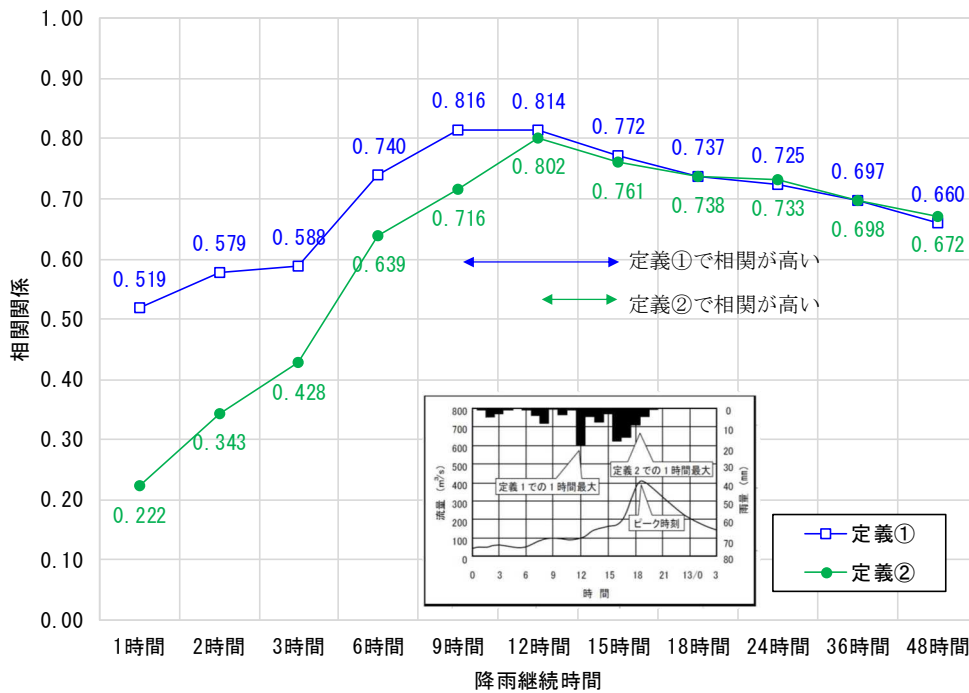


図 1-6(2) 松本地点ピーク流量とn時間雨量との相関

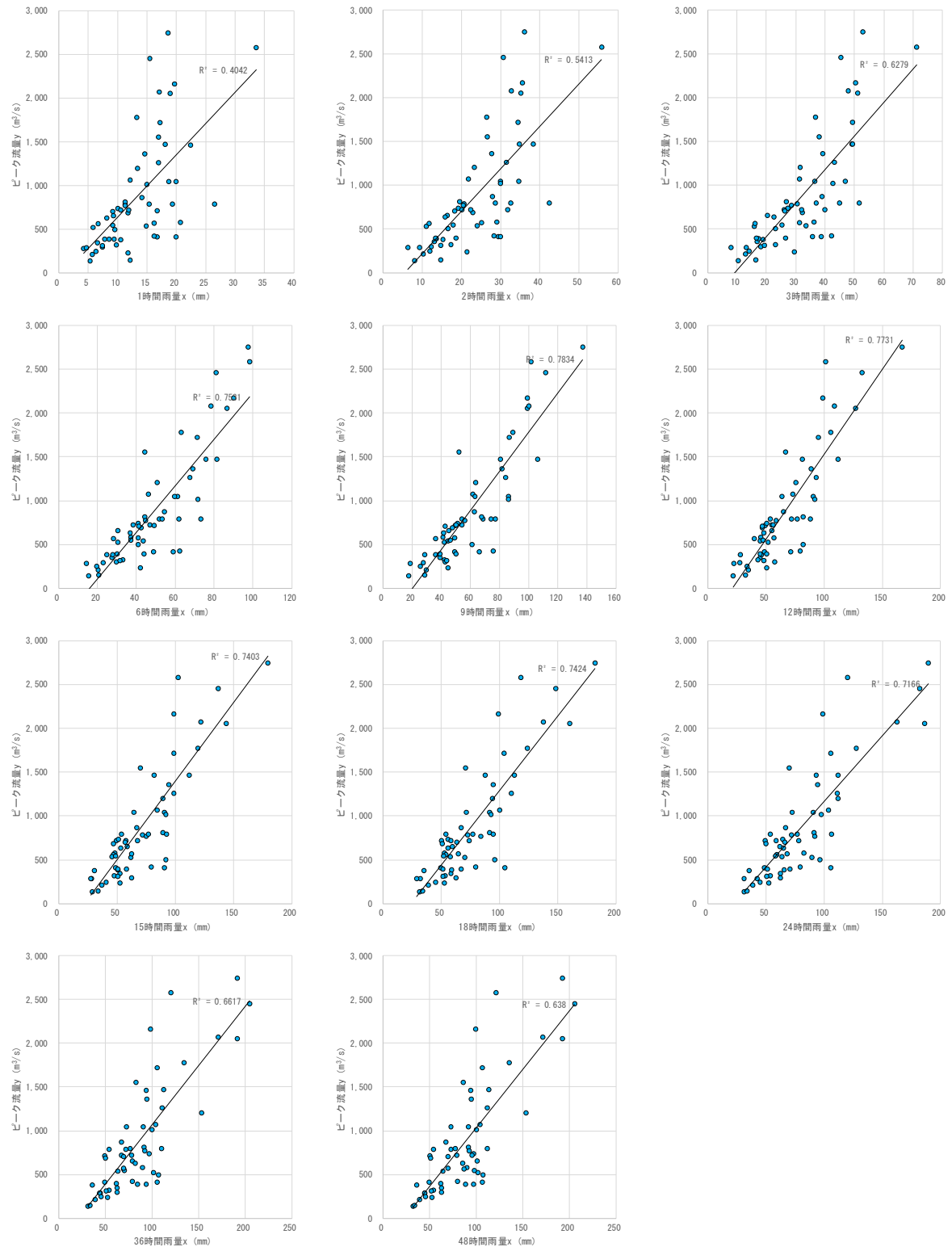


図 1-7(1) ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図 (高田地点、定義①)

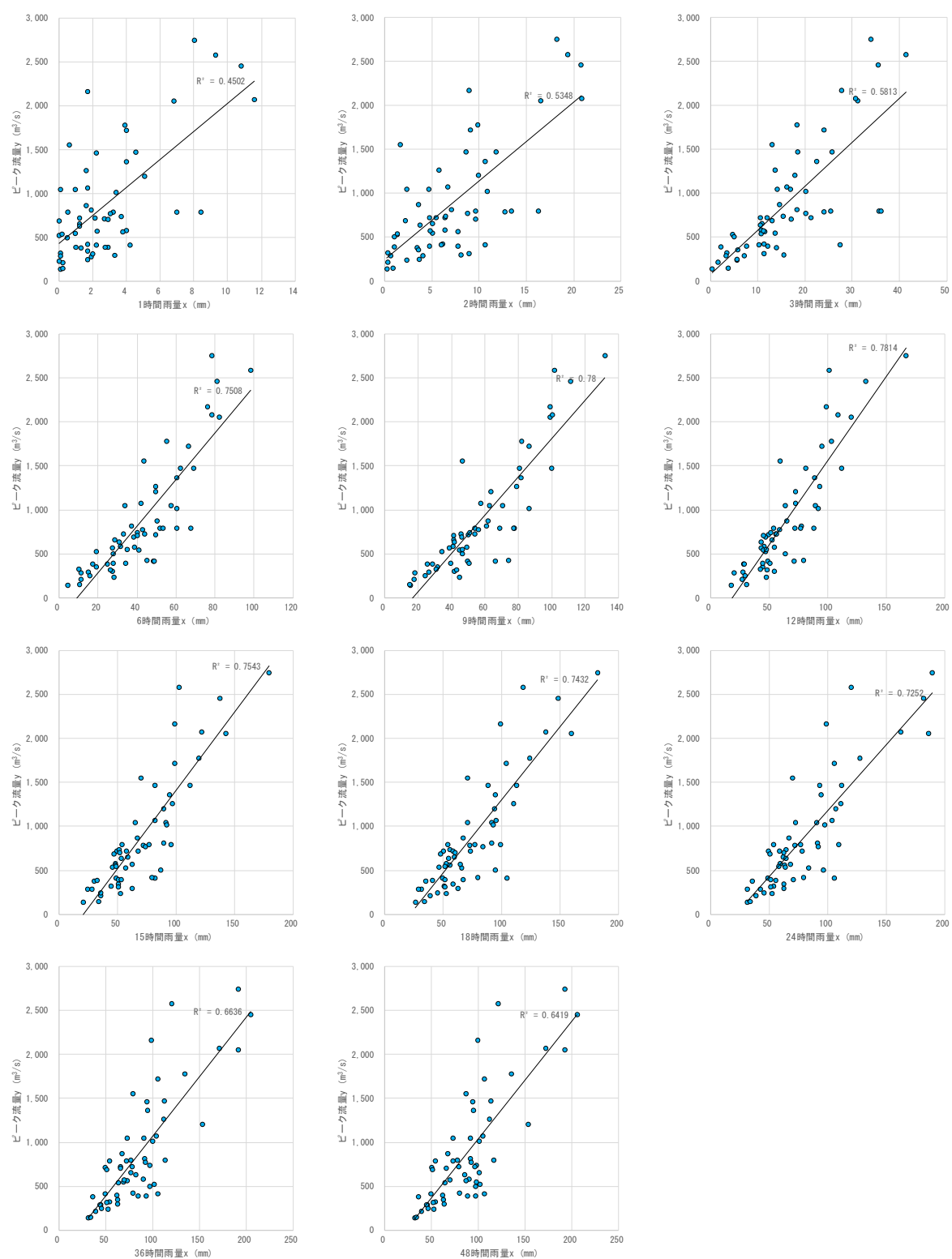


図 1-7(2) ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図 (高田地点、定義②)

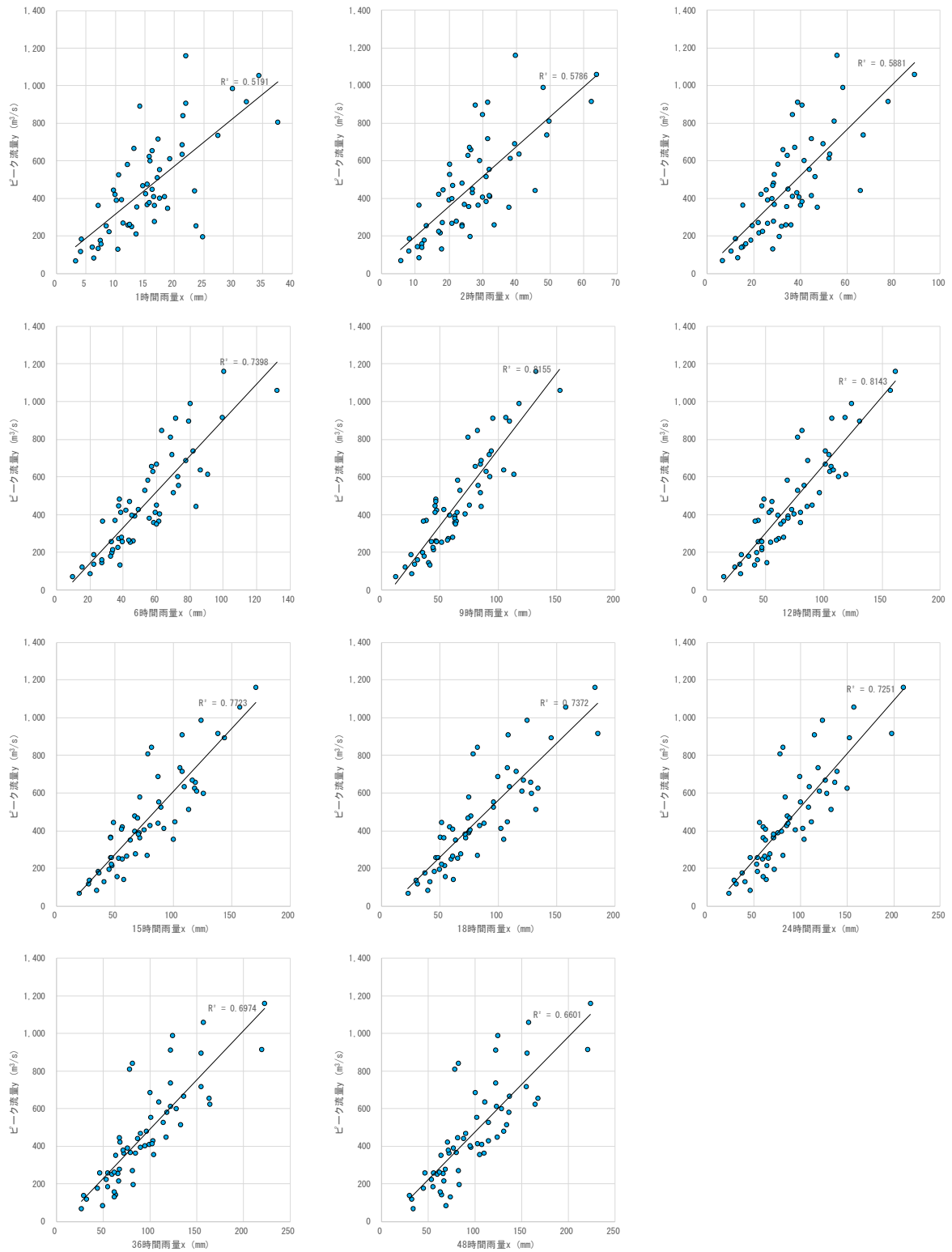


図 1-8(1) ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図 (松本地点、定義①)

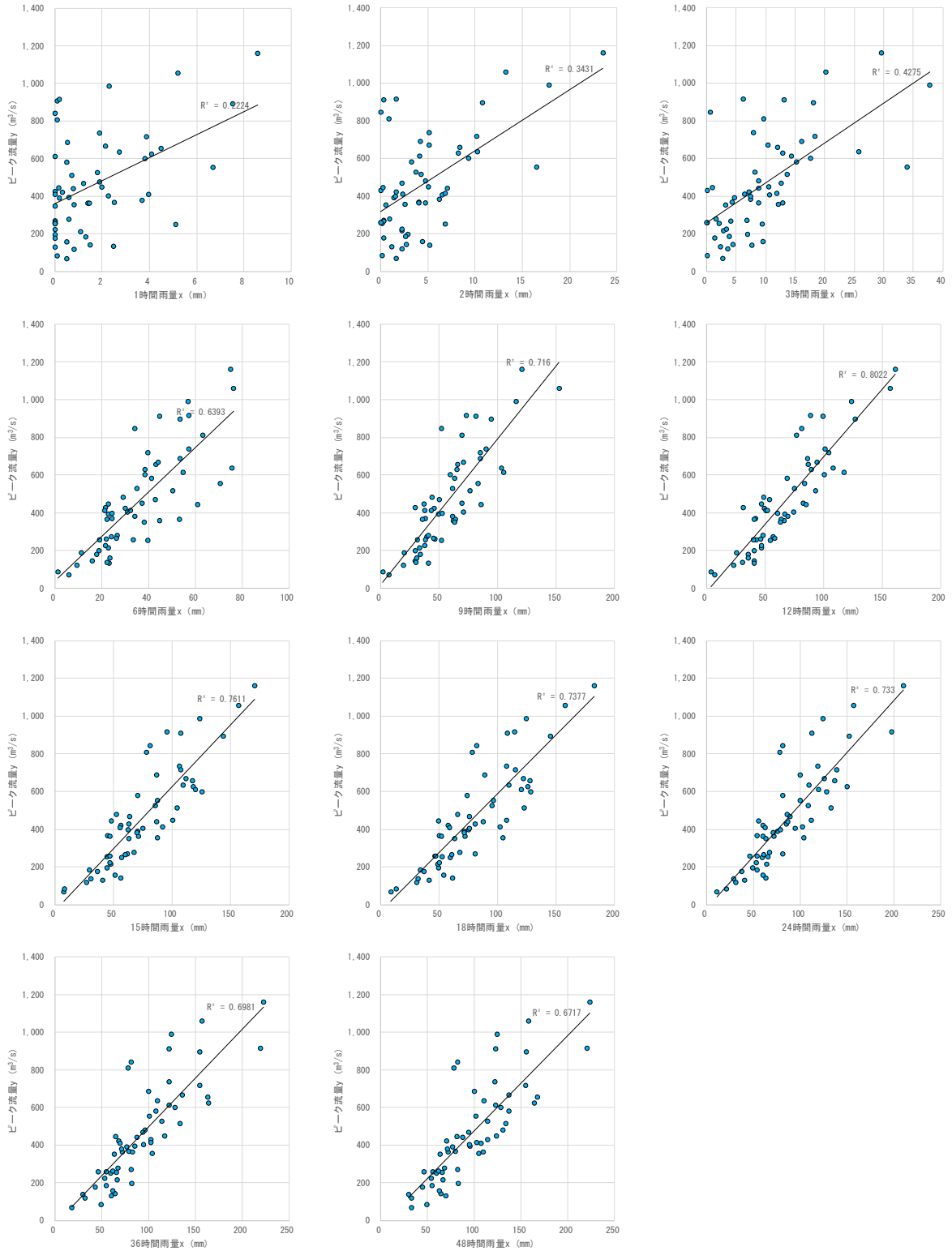


図 1-8 ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図 (松本地点、定義②)

(4) 強い降雨強度の継続時間

比較的強い降雨強度である時間 5mm/hr の降雨の継続時間及び強い降雨強度である時間 10mm/hr の降雨の継続時間の集計を行った。なお、継続時間の集計は、基準地点高田及び松本上流域平均雨量を対象に行うものとする。

対象洪水は、過去洪水（昭和 37 年（1962 年）～令和 2 年（2020 年））のうち、基準地点高田及び松本における実績流量の上位 10 洪水とした。

以下に集計した結果を示す。この結果、基準地点高田における 5mm/hr 以上の降雨継続時間は 3～16 時間、平均 10 時間、10mm/hr 以上の継続時間は 3～12 時間、平均 7 時間となった。基準地点松本における 5mm/hr 以上の降雨継続時間は 3～12 時間、平均 7 時間、10mm/hr 以上の降雨継続時間は 3～11 時間、平均 6 時間となった。

洪水のピーク流量を形成している強い降雨強度の継続時間は、概ね 12 時間でカバーできることがわかる。

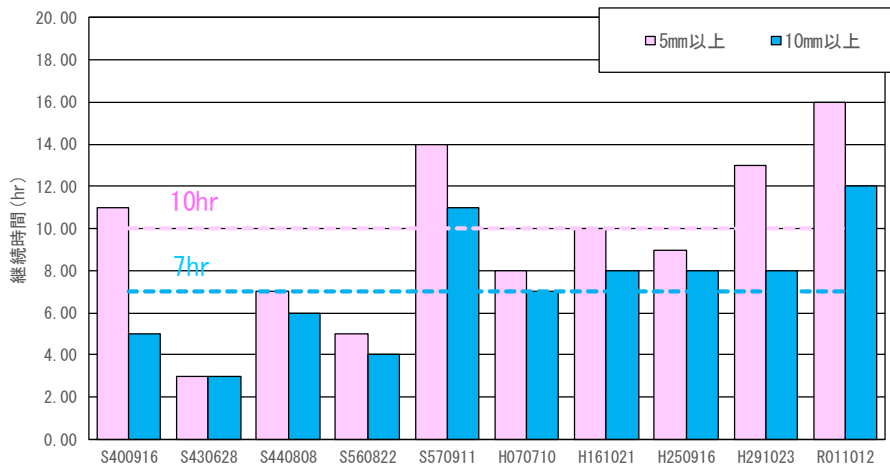


図 1-9(1) 強い降雨強度の継続時間 (基準地点高田 上流域平均雨量)

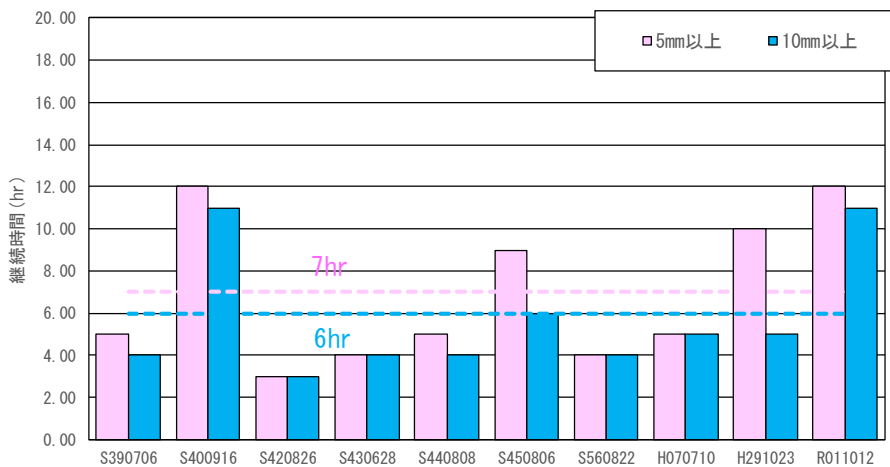


図 1-9(2) 強い降雨強度の継続時間 (基準地点松本 上流域平均雨量)

(5) 対象降雨の降雨継続時間の設定

時間雨量データの存在する昭和 37 年（1962 年）から令和 2 年（2020 年）（59 年間）の主要な洪水を対象に、以下に示す洪水継続時間や強い降雨強度の継続時間等から総合的に判断して、対象降雨の降雨継続時間は、基準地点高田で 12 時間、基準地点松本で 12 時間と設定した。

表 1-2 対象降雨の降雨継続時間の検討結果

項目	基準地点高田	基準地点松本
1) Kinematic Wave法による洪水の到達時間	5～15 時間（平均 9 時間）	8～14 時間（平均 11 時間）
2) 角屋式による洪水の到達時間	7～11 時間（平均 8 時間）	5～8 時間（平均 7 時間）
3) ピーク流量と雨量の相関	定義① 9～12時間 定義② 9～12時間	定義① 9～15時間 定義② 12～15時間
4) 強い降雨強度の継続時間	・ 5mm 以上 3～16 時間（平均 10 時間） ・ 10mm 以上 3～12 時間（平均 7 時間）	・ 5mm 以上 3～12 時間（平均 7 時間） ・ 10mm 以上 3～11 時間（平均 6 時間）

1.4.4 対象降雨の降雨量の設定

降雨継続時間は、Kinematic Wave 法及び角屋式等による洪水の到達時間、短時間雨量と洪水ピーク流量の相関、降雨強度の強い降雨の継続時間から総合的に判断した結果、基準地点高田で 12 時間、基準地点松本で 12 時間を採用した。

なお、降雨量変化倍率の算定に用いている過去実験の期間が平成 22 年（2010 年）までであることを踏まえ、既定計画から雨量標本のデータ延伸を一律に平成 22 年（2010 年）までにとどめ、平成 22 年（2010 年）までの雨量標本を用い、定常の水文統計解析により確率雨量を算定し、これに降雨量変化倍率を乗じた値を計画対象降雨の降雨量とする。

1/100 確率規模の降雨量は、昭和 37 年（1962 年）～平成 22 年（2010 年）までの 49 年間の年最大 12 時間雨量を確率処理し、適合度の基準を満足し安定性の良好な確率分布モデルにより基準地点高田で 152.3mm/12hr、基準地点松本で 178.6mm/12hr と決定した。また、対象降雨の降雨量は、気候変動による降雨量の増加を考慮して 1.1 倍を乗じ、高田地点で 168mm/12hr、松本地点で 197mm/12hr と設定した。

表 1-3 1/100 確率規模降雨量

基準地点	1/100 確率雨量	気候変動後 確率雨量の 1.1 倍	備考
高田	152.3mm/12hr	168mm/12hr	・SLSC や Jackknife 推定誤差に加え AIC の指標から、総合的に勘案してグンベル分布を採用 ・気候変動は、河川の整備の目標となる洪水の規模相応の降雨量に変化倍率 1.1 倍を乗じて算定
松本	178.6mm/12hr	197mm/12hr	

表 1-4 基準地点高田 12 時間雨量 1/100 確率評価結果

関川水系 関川 高田地点													
毎年値資料 (S37~H22)													
高田	指数分布	グンベル分布	平方根 指数型 最大値分布	一般化極値 分布	対数ピアソン Ⅲ型分布 (実数空間 法)	対数ピアソン Ⅲ型分布 (対数空間 法)	対数正規分布 (岩井法)	対数正規分布 (石原・高瀬 法)	対数正規分布 (オントメ法)	3母数 対数正規分布 (積率法)	2母数 対数正規分布 (L積率法)	2母数 対数正規分布 (積率法)	4母数 対数正規分布 (積率法)
	Exp	Gumbel	SQRTE	GEV	LP3R _s	LogP3	LNiwai	IsiTaka	LN3(O)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
SLSC	0.048	0.027	0.033	0.027	0.034	—	0.027	0.029	0.028	0.03	0.026	0.026	—
1/100 Jackknife 推定誤差	13.7	11.6	15.7	16.5	10.7	—	14.6	11.4	18	11.3	14.6	13.7	—
pAIC	431.8	452.9	452.3	454.8	455.2	—	454.3	455	453.6	455.1	452.2	452.1	—
W=1/100	172.6	152.3	171.2	154	140.7	—	148.8	145.5	167.3	145.1	154.4	151.1	—

■ : SLSC>0.04

表 1-5 基準地点松本 12 時間雨量 1/100 確率評価結果

関川水系 関川 松本地点													
毎年値資料 (S37~H22)													
松本	指数分布	グンベル分布	平方根 指数型 最大値分布	一般化極値 分布	対数ピアソン Ⅲ型分布 (実数空間 法)	対数ピアソン Ⅲ型分布 (対数空間 法)	対数正規分布 (岩井法)	対数正規分布 (石原・高瀬 法)	対数正規分布 (オントメ法)	3母数 対数正規分布 (積率法)	2母数 対数正規分布 (L積率法)	2母数 対数正規分布 (積率法)	4母数 対数正規分布 (積率法)
	Exp	Gumbel	SQRTE	GEV	LP3R _s	LogP3	LNiwai	IsiTaka	LN3(O)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
SLSC	0.041	0.023	0.027	0.023	0.027	—	0.021	0.023	0.022	0.023	0.02	0.021	—
1/100 Jackknife 推定誤差	18.4	15.6	22.2	23.4	16.7	—	18.6	17.6	30.8	17.4	20.9	19.9	—
pAIC	452.6	473.3	472.7	474.8	475.1	—	474.2	474.8	474.4	474.9	472.3	472.2	—
W=1/100	203.7	178.6	206.3	186.1	168.6	—	183.6	175.6	177.3	174.9	187.1	183.7	—

■ : SLSC>0.04

【対数正規確率紙】 関川高田_データ : S37~H22

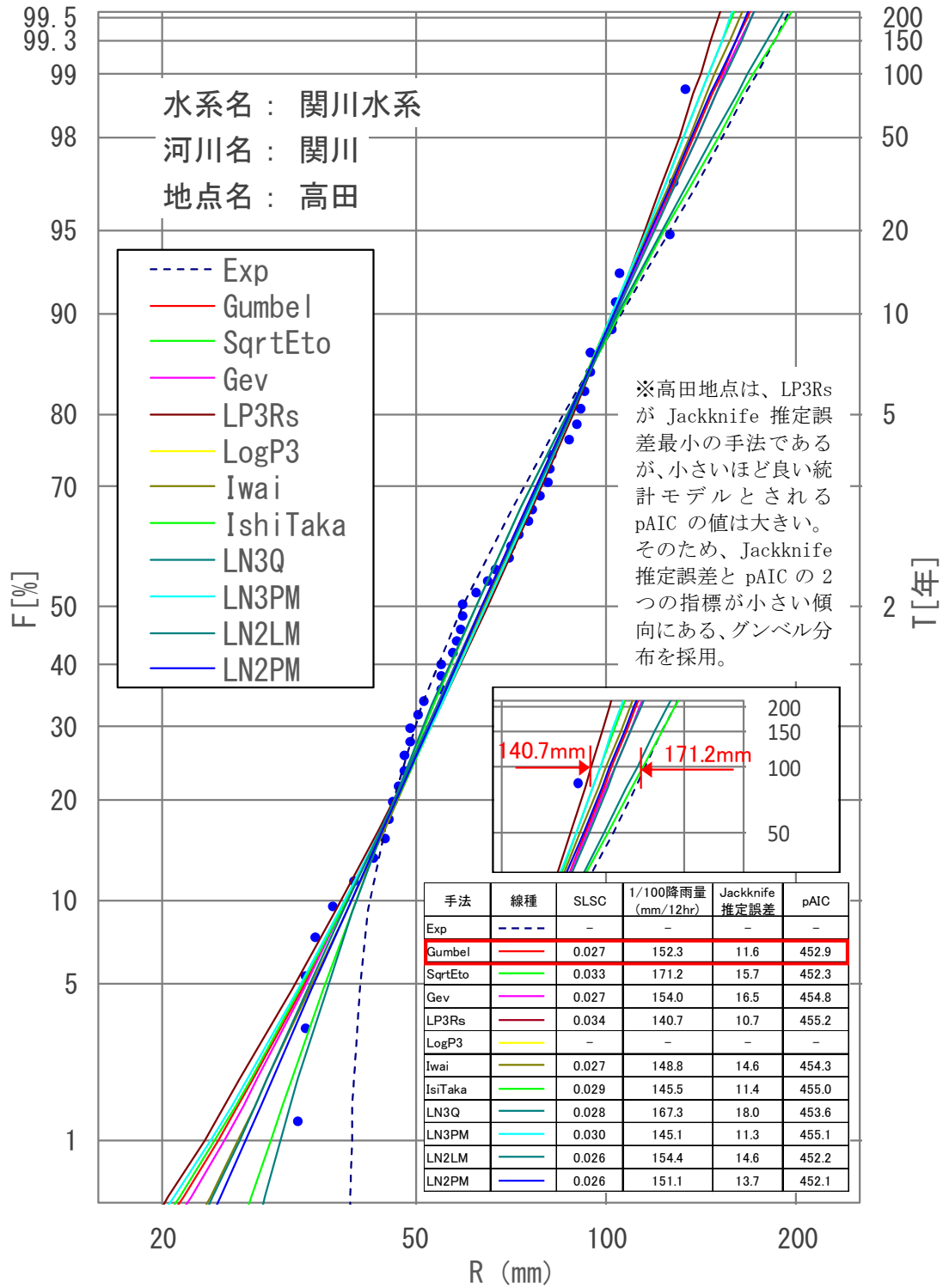


図 1-10 雨量確率計算結果 (基準地点高田) (昭和 37 年~平成 22 年 : 49 年)

【対数正規確率紙】_保倉川松本_データ：S37~H22

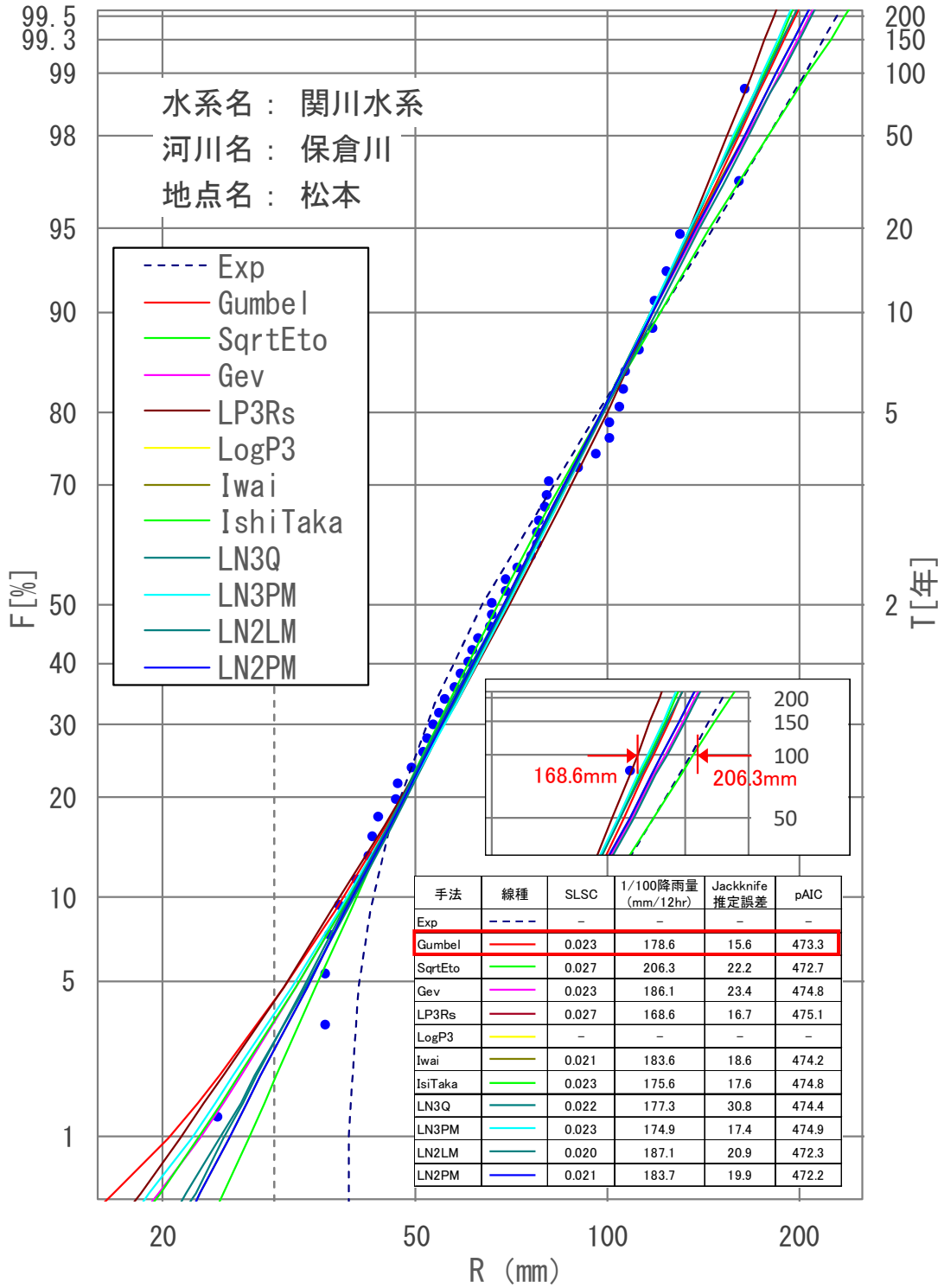


図 1-11 雨量確率計算結果（基準地点松本）（昭和 37 年～平成 22 年：49 年）

表 1-6 年最大 12 時間雨量

	生起年		高田		松本	
			洪水名	雨量	洪水名	雨量
1	昭和37年	1962	S37.10.03	40.2	S37.09.15	49.6
2	昭和38年	1963	S38.08.30	59.7	S38.08.24	61.5
3	昭和39年	1964	S39.07.06	90.9	S39.07.06	124.8
4	昭和40年	1965	S40.09.16	127.4	S40.09.16	161.7
5	昭和41年	1966	S41.06.27	45.6	S41.06.27	42.3
6	昭和42年	1967	S42.10.27	59.5	S42.08.26	77.9
7	昭和43年	1968	S43.06.28	67.4	S43.06.28	107.3
8	昭和44年	1969	S44.08.08	104.1	S44.08.08	81.6
9	昭和45年	1970	S45.08.06	76.1	S45.08.06	165.3
10	昭和46年	1971	S46.06.10	52.1	S46.06.10	54.9
11	昭和47年	1972	S47.08.02	71.2	S47.08.02	80.3
12	昭和48年	1973	S48.06.26	45.0	S48.10.13	51.7
13	昭和49年	1974	S49.08.25	81.9	S49.07.03	105.2
14	昭和50年	1975	S50.07.11	46.5	S50.10.07	40.7
15	昭和51年	1976	S51.08.13	94.9	S51.08.05	72.7
16	昭和52年	1977	S52.08.16	33.7	S52.08.16	24.6
17	昭和53年	1978	S53.06.25	55.3	S53.08.16	78.6
18	昭和54年	1979	S54.08.24	71.0	S54.08.21	52.5
19	昭和55年	1980	S55.08.15	33.8	S55.08.15	47.1
20	昭和56年	1981	S56.08.22	95.1	S56.08.22	101.3
21	昭和57年	1982	S57.09.11	134.7	S57.09.11	106.8
22	昭和58年	1983	S58.07.24	81.7	S58.09.27	77.8
23	昭和59年	1984	S59.07.25	82.4	S59.07.17	65.8
24	昭和60年	1985	S60.07.07	102.5	S60.07.07	112.6
25	昭和61年	1986	S61.09.02	79.5	S61.09.02	66.4
26	昭和62年	1987	S62.08.05	32.8	S62.08.05	66.2
27	昭和63年	1988	S63.06.27	55.5	S63.07.09	43.8
28	平成1年	1989	H1.09.18	58.7	H1.10.31	46.9
29	平成2年	1990	H2.09.19	93.2	H2.09.19	69.4
30	平成3年	1991	H3.08.30	43.3	H3.08.30	58.1
31	平成4年	1992	H4.07.17	34.9	H4.07.31	36.9
32	平成5年	1993	H5.07.12	47.3	H5.07.09	59.2
33	平成6年	1994	H6.09.24	51.0	H6.09.24	36.4
34	平成7年	1995	H7.07.10	128.5	H7.07.10	118.1
35	平成8年	1996	H8.06.24	73.3	H8.06.24	96.2
36	平成9年	1997	H9.07.15	55.4	H9.07.15	53.7
37	平成10年	1998	H10.09.15	91.9	H10.09.15	119.3
38	平成11年	1999	H11.09.15	88.1	H11.09.15	90.4
39	平成12年	2000	H12.06.23	57.6	H12.06.23	38.1
40	平成13年	2001	H13.09.11	37.3	H13.06.20	36.2
41	平成14年	2002	H14.07.10	77.0	H14.10.01	69.5
42	平成15年	2003	H15.08.30	48.3	H15.08.30	60.9
43	平成16年	2004	H16.10.19	105.6	H16.10.19	101.6
44	平成17年	2005	H17.08.22	65.5	H17.06.27	130.3
45	平成18年	2006	H18.09.07	49.6	H18.06.30	80.7
46	平成19年	2007	H19.06.28	49.3	H19.06.28	56.0
47	平成20年	2008	H20.06.28	48.3	H20.08.18	63.1
48	平成21年	2009	H21.10.07	62.9	H21.07.08	43.1
49	平成22年	2010	H22.09.22	60.0	H22.09.22	76.5

【参考】近年降雨の気候変動の影響等の確認

参考として、近年降雨の気候変動の影響等を確認するため、雨量標本に「非定常状態の検定：Mann-Kendall 検定等」を行った上で、非定常性が確認されない場合は、最新年までデータを延伸し、非定常性が確認された場合は「非定常性が現れる前までのデータ延伸」にとどめ、定常の水文統計解析により確率雨量の算定等も併せて実施した。

Mann-Kendall 検定（定常／非定常性を確認）は、水文時系列資料のトレンドを検定する手法であり、トレンドが線形か非線形かに関わらず適用可能である。昭和 37 年（1962 年）～平成 22 年（2010 年）及び雨量データを 1 年ずつ追加し、昭和 37 年（1962 年）～令和 2 年（2020 年）までのデータを対象として検定を行った。

以下の仮説を有意水準 $\alpha = 5\%$ により検定する。

帰無仮説 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。

対立仮説 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。

統計量 Z の定義は以下の通り。

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

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

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

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

- 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。
- 有意水準を α としたとき、標準正規変量 Z が $|Z| > z_{1-\alpha/2}$ のとき仮説 H_0 は棄却される。 $z_{1-\alpha/2}$ 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。
- $S > 0$ 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。

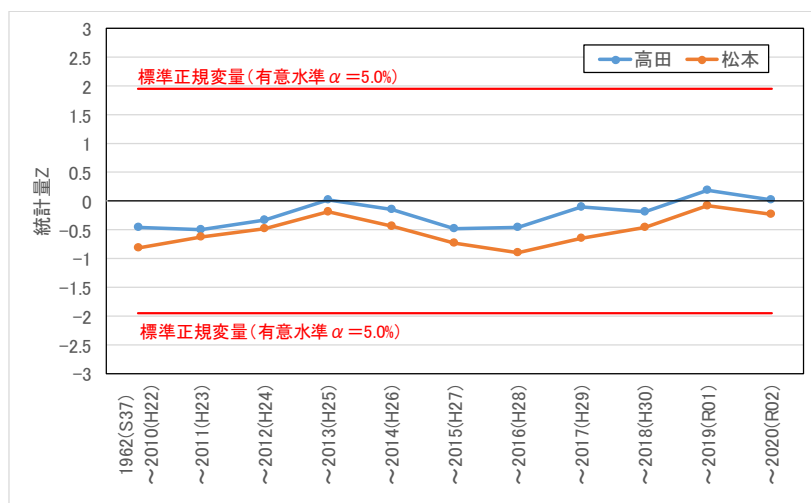


図 1-12 Mann-Kendall 検定結果

<基準地点高田>

① Mann-Kendall 検定（定常/非定常性を確認）

昭和 37 年（1962 年）～平成 22 年（2010 年）までの雨量データに一年ずつ雨量データを追加し、令和 2 年（2020 年）までのデータを対象とした検定結果を確認。

⇒非定常性は確認されなかったため、近年降雨までデータ延伸を実施。

② 近年降雨までデータ延伸を実施

非定常性が確認されなかったことから、最新年（令和 2 年（2020 年））まで時間雨量データを延伸し、水文解析に一般に用いられる確率分布モデルによる 1/100 確率雨量から、適合度の基準を満足し、安定性の良好な確率分布モデルを用いて 1/100 確率雨量を算定。

⇒令和 2 年までの雨量データを用いた場合の基準地点高田 1/100 確率雨量は 162mm/12hr となりデータ延伸による確率雨量に大きな差が無い事を確認した。

<基準地点松本>

① Mann-Kendall 検定（定常/非定常性を確認）

昭和 37 年（1962 年）～平成 22 年（2010 年）までの雨量データに一年ずつ雨量データを追加し、令和 2 年（2020 年）までのデータを対象とした検定結果を確認。

⇒非定常性は確認されなかったため、近年降雨までデータ延伸を実施。

② 近年降雨までデータ延伸を実施

非定常性が確認されなかったことから、最新年（令和 2 年（2020 年））まで時間雨量データを延伸し、水文解析に一般に用いられる確率分布モデルによる 1/100 確率雨量から、適合度の基準を満足し、安定性の良好な確率分布モデルを用いて 1/100 確率雨量を算定。

⇒令和 2 年までの雨量データを用いた場合の基準地点松本 1/100 確率雨量は 178.4mm/12hr となりデータ延伸による確率雨量に大きな差が無い事を確認した。

1.4.5 流出モデルの設定

降雨をハイドログラフに変換するための流出計算モデル（貯留関数法）については、既定計画策定以降の流域の土地利用状況に大きな変化がないこと、近年洪水における再現性を確認し、既定計画策定に用いた流出計算モデルを踏襲することとし、既存ダム貯留による流量低減効果を適切に反映するため、既存ダム位置で流域を新たに分割して流出計算モデルに反映させた。

貯留関数法の基礎式を次に示す。

$$\frac{ds}{dt} = f(t) \cdot r(t) - q(t + Tl)$$

$$s(t) = K \cdot q(t + Tl)^P$$

ただし、

$$\sum r(t) < R_{sa} \quad \text{の場合、} f(t) = f_1$$

$$\sum r(t) \geq R_{sa} \quad \text{の場合、} f(t) = 1.0$$

また、流域からの流出量 $Q(t)$ は、基底流量 $Q_b(t)$ を含めて次式で与える。

$$Q(t) = \frac{1}{3.6} \cdot A \cdot q(t) + Q_b(t)$$

ここで、

$s(t)$: 貯留高 (mm)、 $f(t)$: 流入係数、 $r(t)$: 流域平均雨量強度 (mm/hr)

$q(t)$: 直接流出高 (mm/hr)、 Tl : 遅滞時間 (mm/hr)、 K : 定数、 P : 定数

$Q(t)$: 流域からの流出量 (m³/s)、 $Q_b(t)$: 基底流量 (m³/s)

を表す。

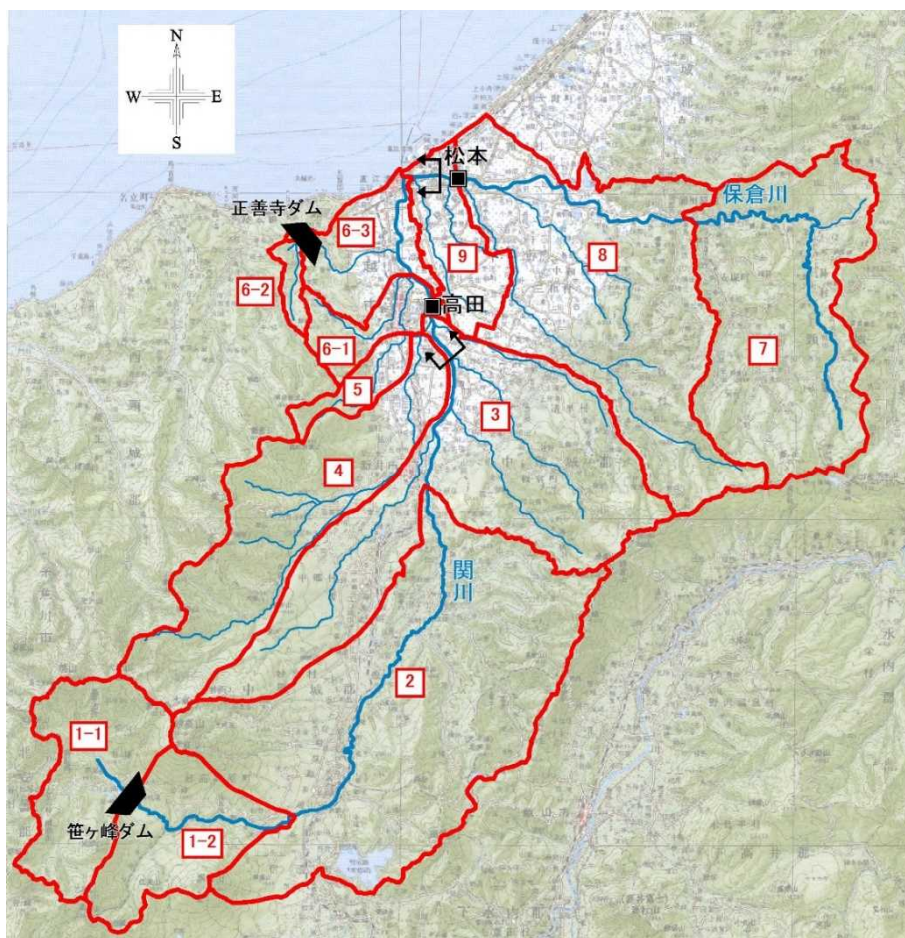


図 1-13 流域分割図

表 1-7 流域分割一覧表

流域No.	流域名	流域面積 (km ²)	
関川	1-1	笹ヶ峰ダム	55.8
	1-2	関川上流域	68.8
	2	残留域	272.2
	3	別所川	186.6
	4	矢代川	119.6
	5	青田川放水路	14.2
	6-1	青田川残流域、儀明川	16.96
	6-2	正善寺ダム	6.3
	6-3	正善寺川残流域	35.24
保倉川	7	保倉川上流域	149.7
	8	飯田川等	183.1
	9	戸野目川等	34.9
合計		1,143.4	

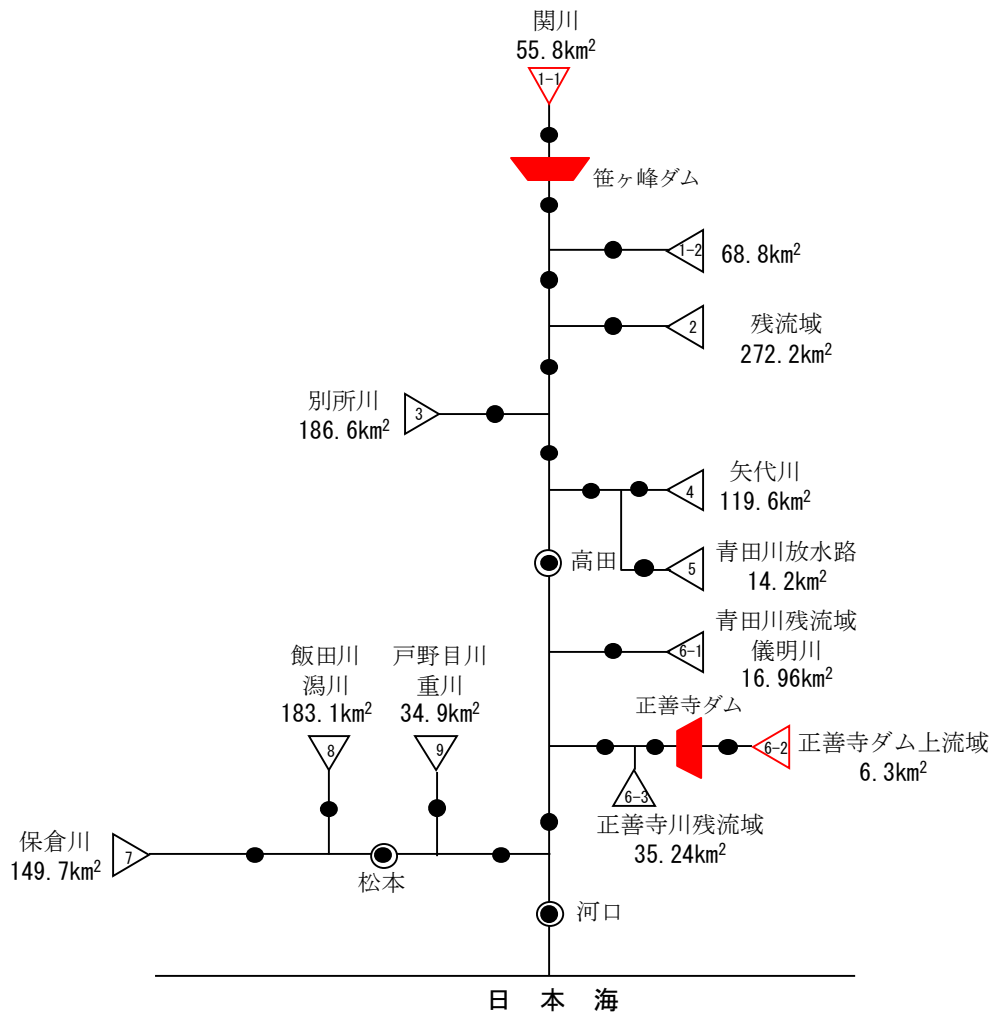


図 1-14 流出モデル図 (赤字：新規に既存ダム流域を分割)

表 1-8 流域定数一覧

流域No.	流域名	流域面積 A (km ²)	流域定数		遅滞時間 TL (hr)	T Lの 補正值	
			K	P			
関川	1-1	笹ヶ峰ダム	55.80	9.46	0.65	1.74	+0.5
	1-2	関川上流域	68.80	9.46	0.65	1.74	+0.5
	2	残流域	272.20	8.05	0.74	1.95	+0.3
	3	別所川	186.60	9.42	0.65	2.07	+1.5
	4	矢代川	119.60	9.76	0.65	2.27	+1.0
	5	青田川放水路	14.20	9.90	0.63	1.40	+1.0
	6-1	青田川残流域、儀明川	16.96	7.72	0.77	0.38	
	6-2	正善寺ダム	6.30	7.72	0.77	0.38	
6-3	正善寺川残流域	35.24	7.72	0.77	0.38		
保倉川	7	保倉川上流域	149.70	8.70	0.70	1.69	+0.75
	8	飯田川等 (山地流域)	183.13	8.41	0.72	4.36	+3.25
	9	戸野目川等	34.87	7.18	0.80	0.45	

＜一次流出率 f_1 、計画飽和雨量 R_{sa} ＞

一次流出率 f_1 及び計画飽和雨量 R_{sa} は、既定計画策定時の設定値を用いる。

- ・一次流出率 $f_1=0.5$

基準地点高田及び基準地点松本の総流出～流出高の関係について、既定計画策定以降の発生洪水を追加しても近似式の勾配は約 0.5 と同様な傾向であることを確認し、既定計画における設定値と同様に設定。

- ・飽和雨量 $R_{sa}=70\text{mm}$

既定計画策定時（平成 15 年（2003 年）までの 19 洪水）における実績洪水の再現計算による平均値（関川 78 mm、保倉川 74 mm）と、近年洪水を含めた（令和元年（2019 年）までの 25 洪水）平均値（関川 79 mm、保倉川 76 mm）とで大きな変化が無いことを確認し、既定計画における設定値と同様に設定。

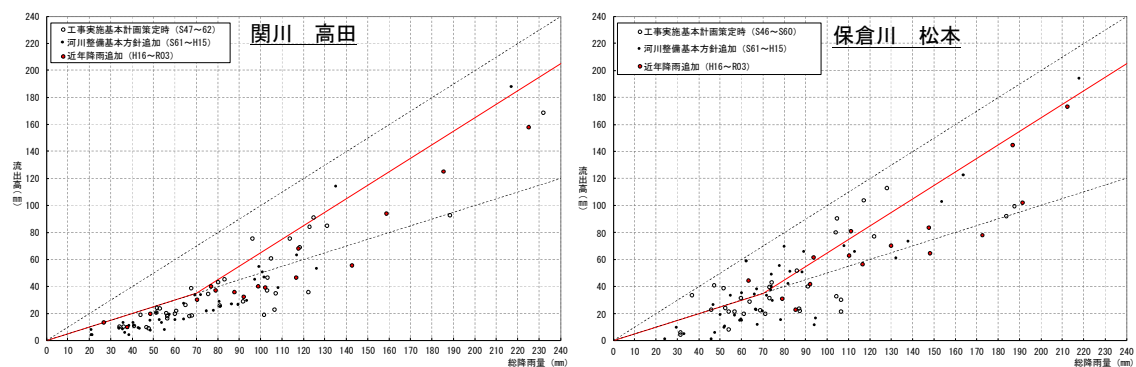


図 1-15 総流出～流出高関係図（左図：関川 高田、右図：保倉川 松本）

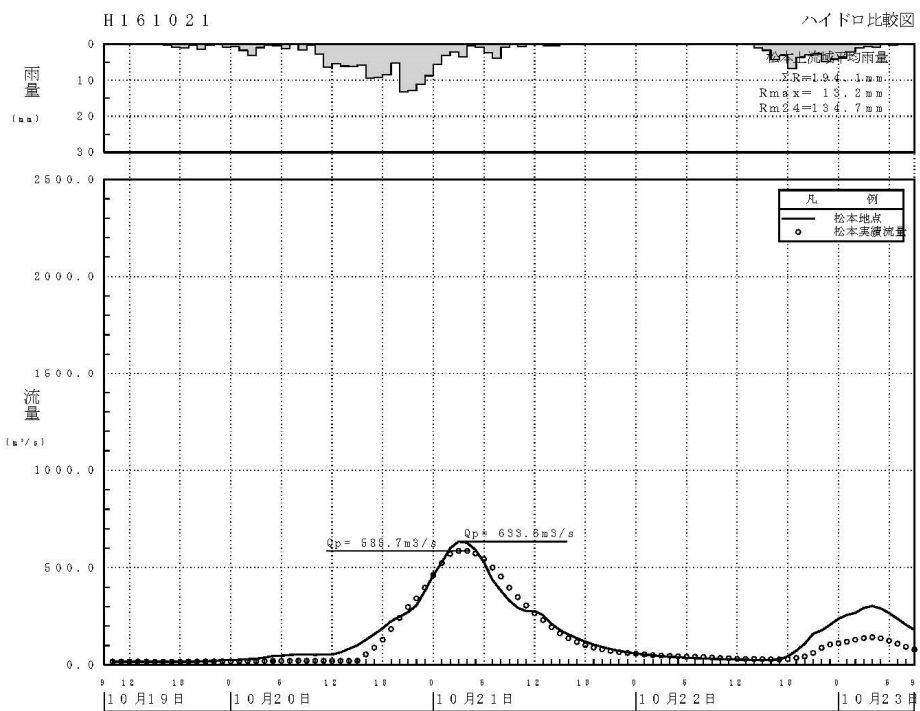
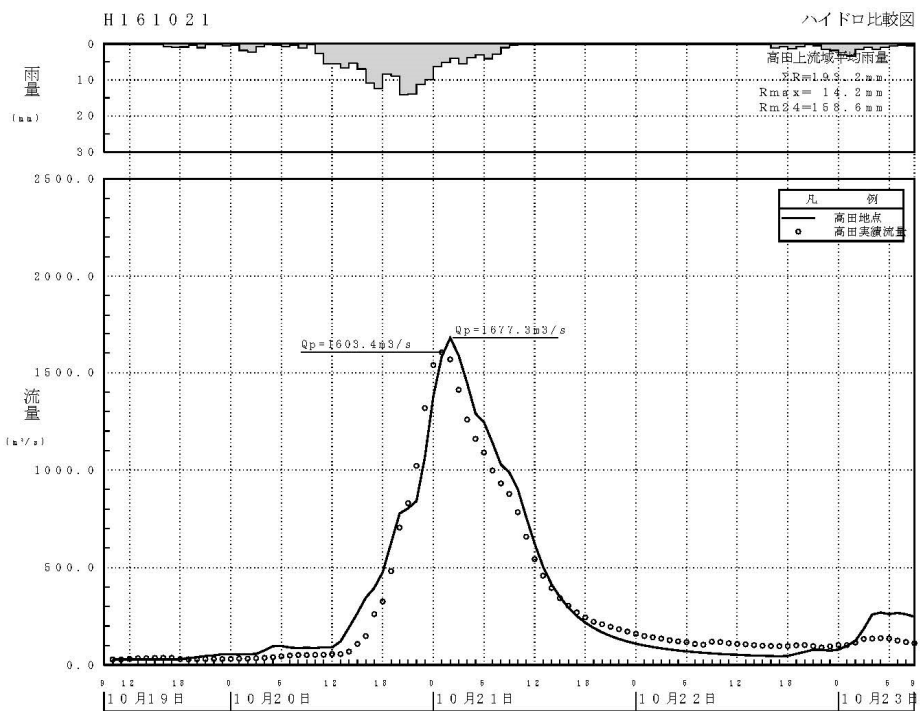


図 1-16(1) 平成 16 年 10 月洪水 再現計算結果

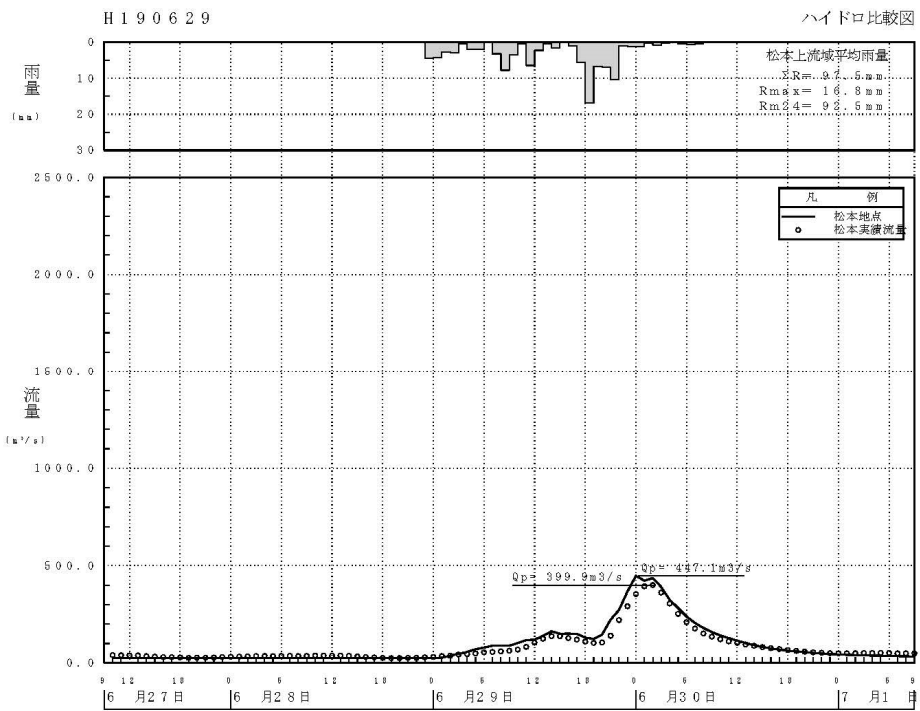
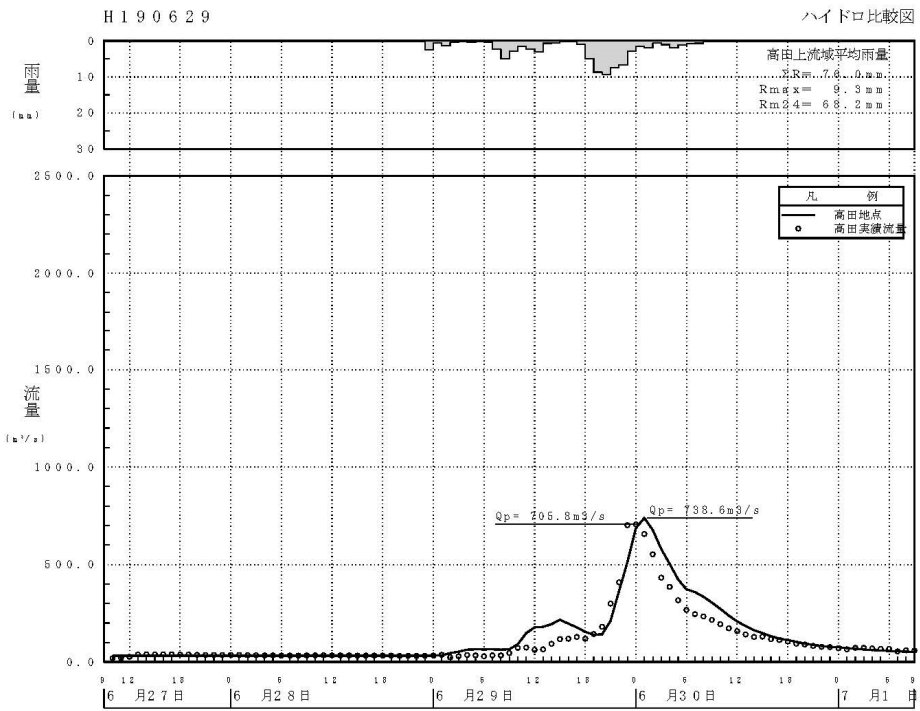


図 1-16(2) 平成 19 年 6 月洪水 再現計算結果

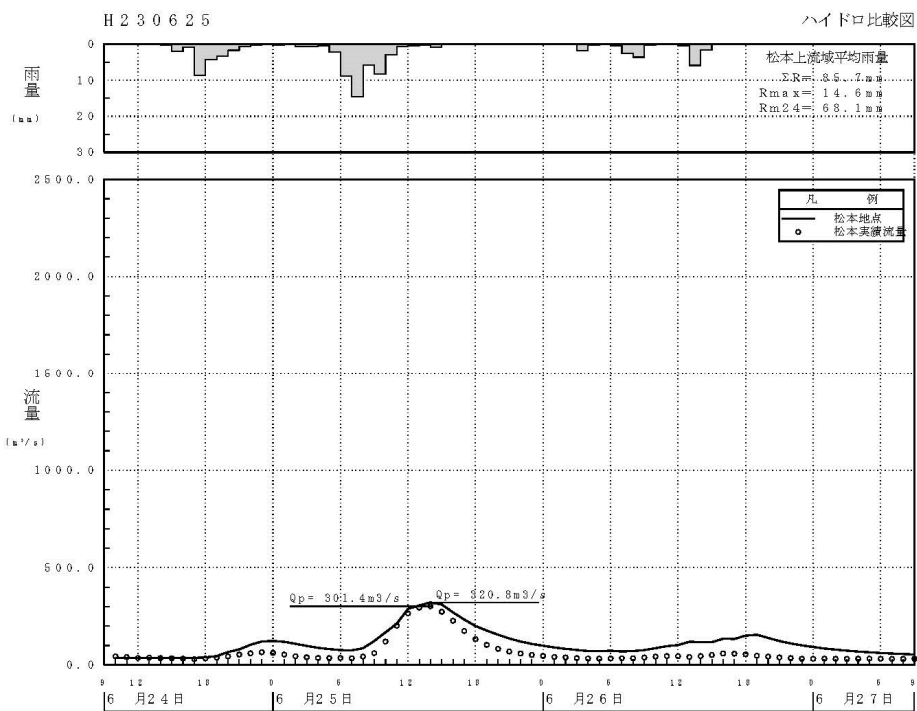
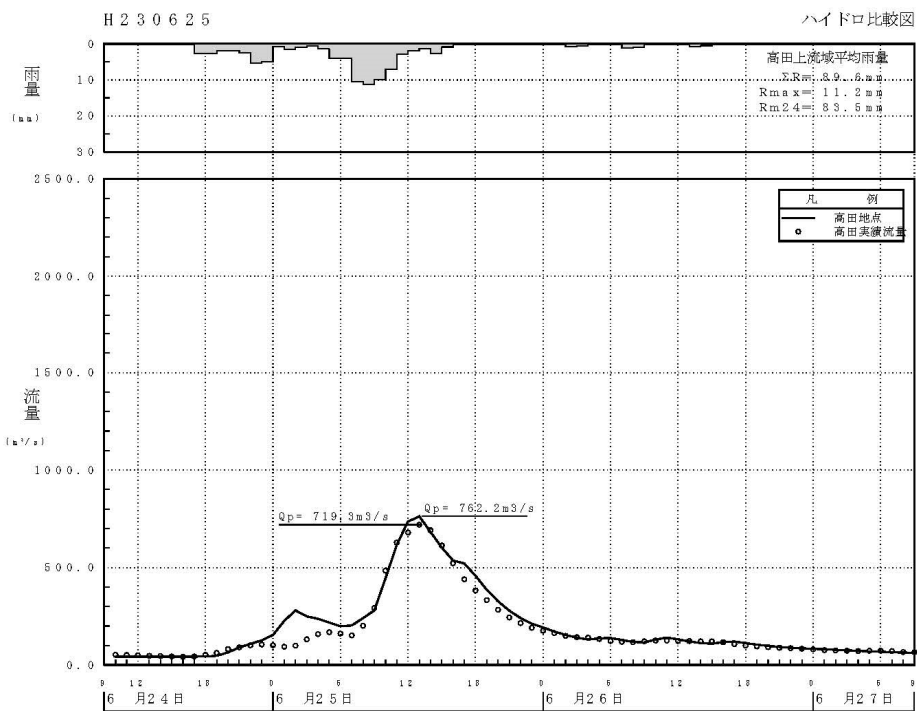


図 1-16(3) 平成 23 年 6 月洪水 再現計算結果

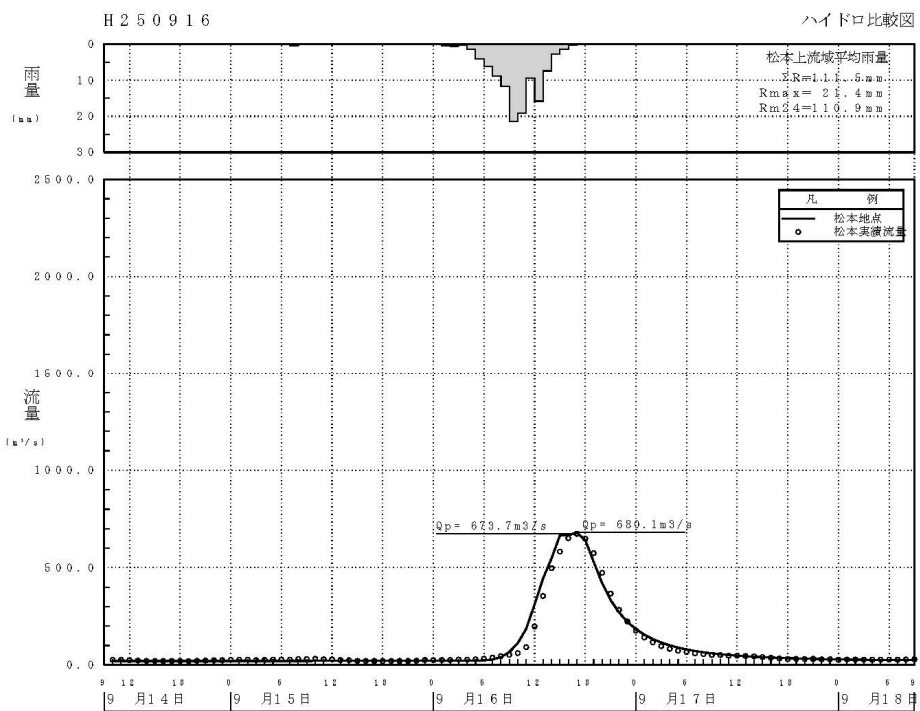
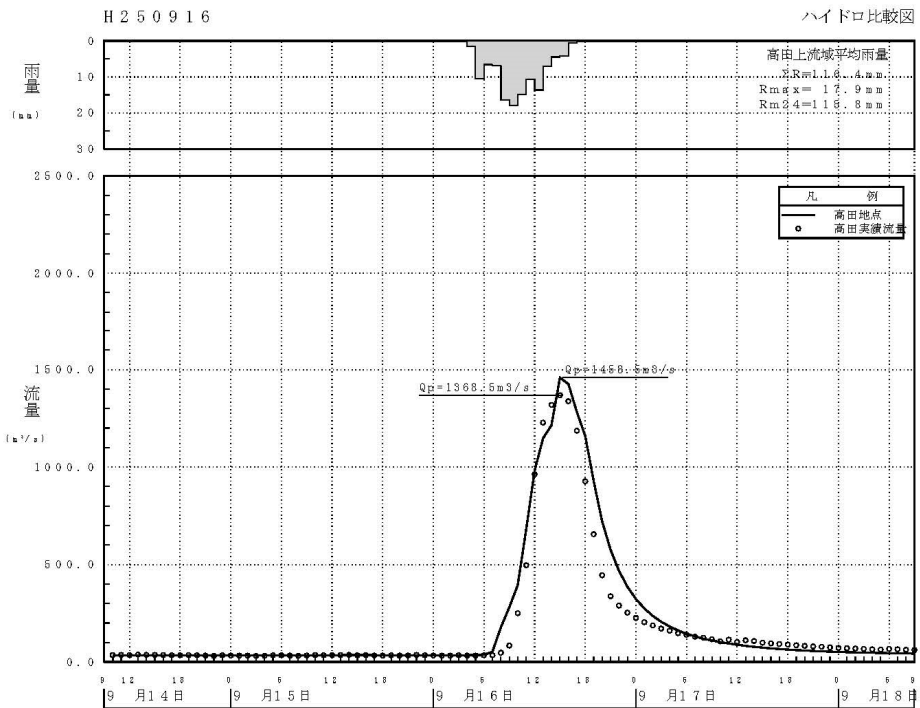


図 1-16(4) 平成 25 年 9 月洪水 再現計算結果

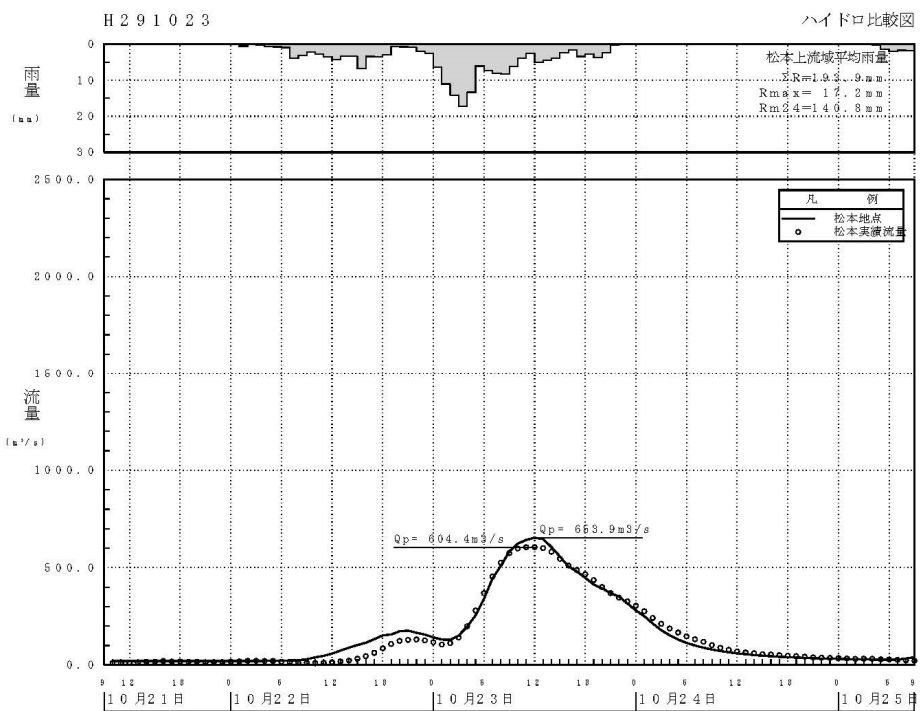
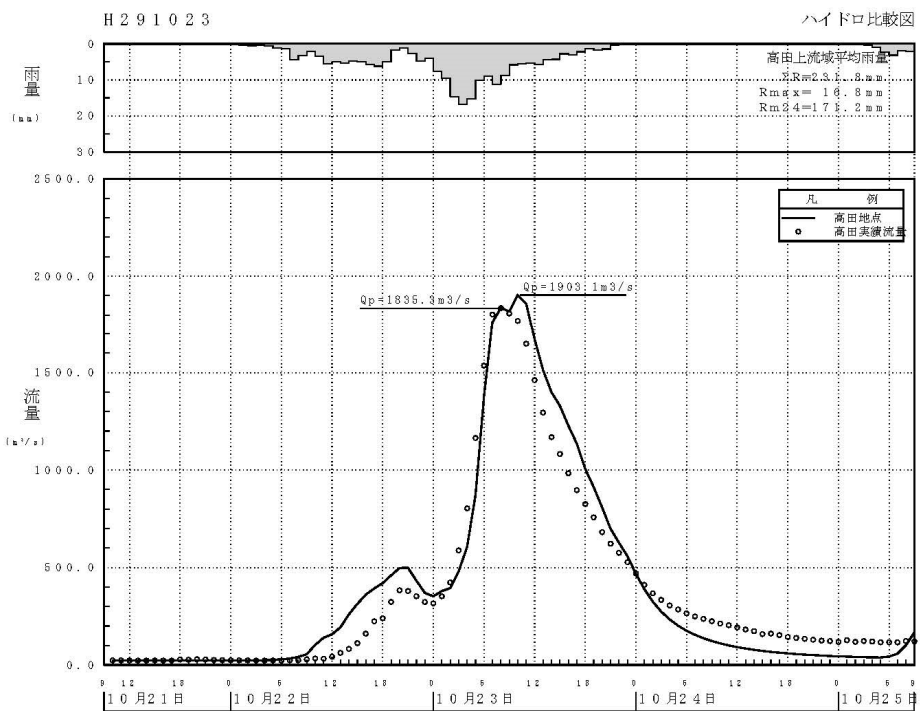


図 1-16(5) 平成 29 年 10 月洪水 再現計算結果

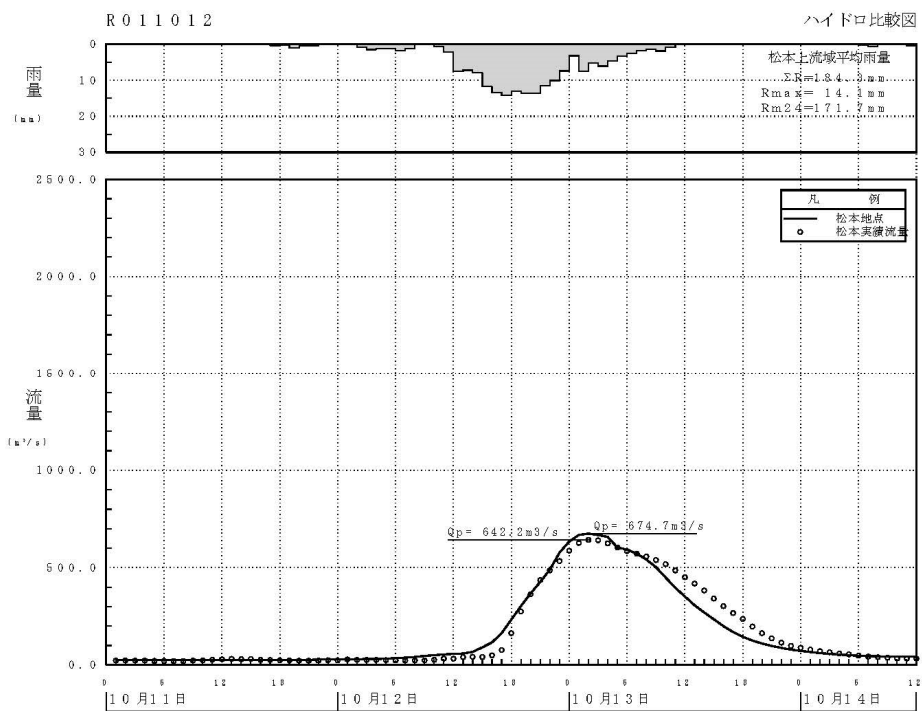
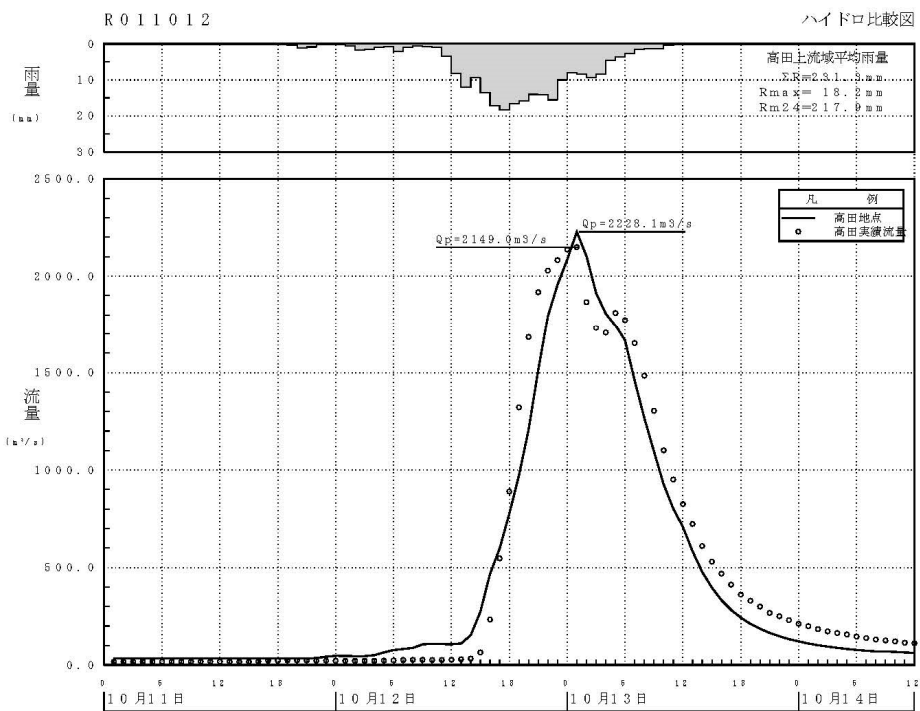


図 1-16(6) 令和元年10月洪水 再現計算結果

1.4.6 基本高水の検討

気候変動の影響が既に顕在化し、今後も気候変動による将来の降雨量の増加等が想定されることから、気候変動の影響を踏まえ、

- (1) 降雨量変化倍率を考慮した雨量データによる確率からの検討
- (2) アンサンブル予測降雨波形を用いた検討
- (3) 既往洪水からの検討

から総合的に判断し基本高水のピーク流量を設定する。

(1) 降雨量変化倍率を考慮した雨量データによる確率からの検討

1) 主要降雨波形の設定

雨量データによる確率からの基本高水の検討では、流域の過去の主要洪水における降雨波形について気候変動を考慮した1/100確率規模の降雨量まで引き伸ばし、同定された流出計算モデルにより流出量を算出する。

基本高水の設定に用いる対象降雨波形群は、対象流域において大規模洪水が生起し得る様々な降雨パターンを含んでいる必要があることから、基準地点高田上流域と基準地点松本上流域において、氾濫注意水位相当流量以上を生起した洪水のうち、引き伸ばし率が2倍以下（1.1倍する前の確率雨量）の中から、以下の選定基準により代表洪水を選定した。

- 代表洪水の選定基準：①高田実績12時間、松本実績12時間雨量の上位10洪水
②実績ピーク流量の上位10洪水

この結果、基準地点高田11洪水、基準地点松本14洪水を代表洪水として選定した（図1-17）。

表 1-9(1)に示す通り、主要洪水を対象に基準地点高田の1/100確率12時間雨量168mm（152.3mm×1.1）となるよう引き伸ばして降雨波形を作成し流出計算を行うと、基準地点高田において2,618～3,998m³/sとなる。

また、表 1-9(2)に示す通り、基準地点松本の1/100確率12時間雨量197mm（178.6mm×1.1）となるよう引き伸ばして降雨波形を作成し流出計算を行うと、基準地点松本において1,273～2,017m³/sとなる。

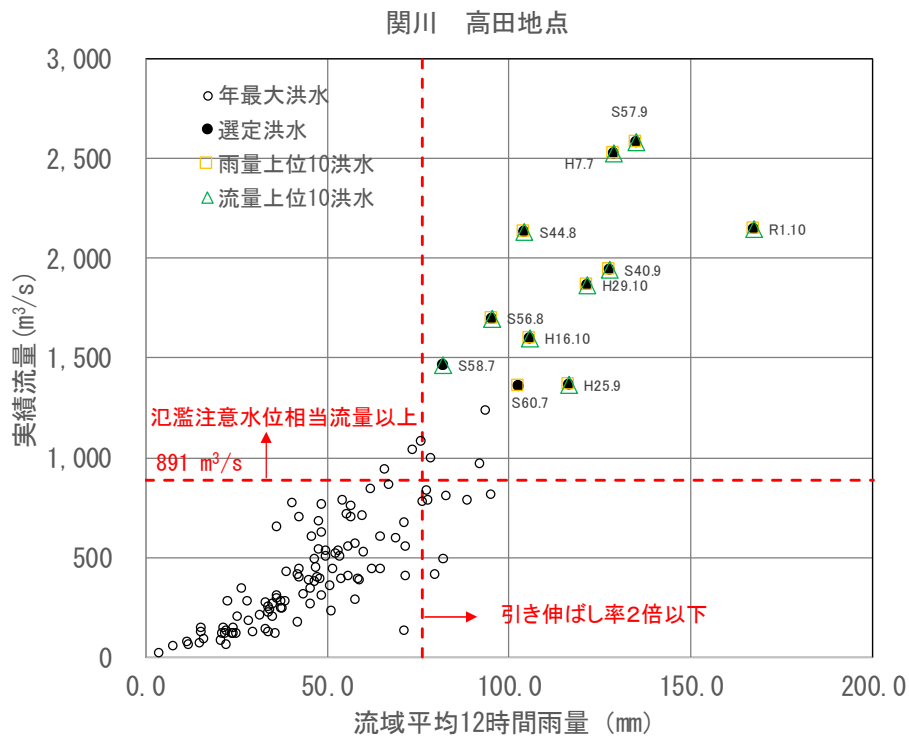


図 1-17(1) 代表洪水の選定結果 (基準地点高田)

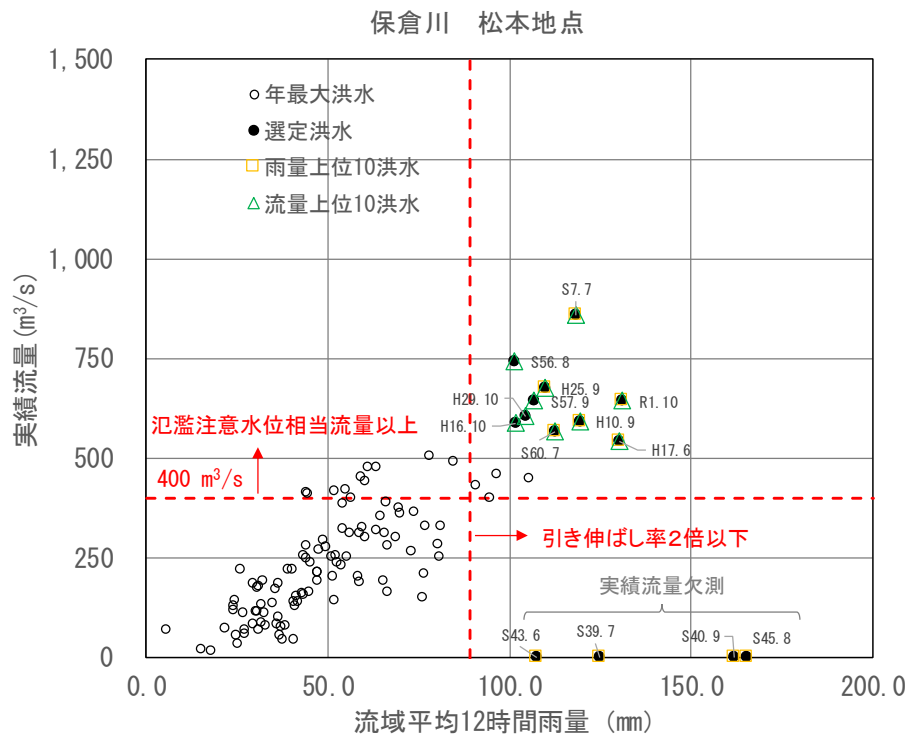


図 1-17(2) 代表洪水の選定結果 (基準地点松本)

表 1-9(1) ピーク流量一覧（基準地点高田）

No.	洪水年月日	実績雨量 (mm/12hr)	計画規模の降雨量 ×1.1倍 (mm/12hr)	拡大率	高田地点 ピーク流量 (m ³ /s)
1	昭和40年9月16日	127.4	168	1.315	3,675
2	昭和44年8月8日	104.1	168	1.609	3,692
3	昭和56年8月22日	95.1	168	1.761	3,998
4	昭和57年9月11日	134.7	168	1.244	3,327
5	昭和58年7月24日	81.7	168	2.050	3,564
6	昭和60年7月7日	102.5	168	1.634	2,618
7	平成7年7月10日	128.5	168	1.304	3,287
8	平成16年10月21日	115.0	168	1.457	3,116
9	平成25年9月16日	114.7	168	1.460	3,008
10	平成29年10月23日	119.6	168	1.401	3,237
11	令和1年10月12日	164.1	168	1.021	2,806

※拡大率：「実績雨量(mm/12hr)」と「計画規模の降雨量×1.1倍」との比率

表 1-9(2) ピーク流量一覧（基準地点松本）

No.	洪水年月日	実績雨量 (mm/12hr)	計画規模の降雨量 ×1.1倍 (mm/12hr)	拡大率	松本地点 ピーク流量 (m ³ /s)
1	昭和39年7月6日	124.8	197	1.575	1,386
2	昭和40年9月16日	161.7	197	1.215	1,603
3	昭和43年6月28日	107.3	197	1.831	1,585
4	昭和45年8月6日	165.3	197	1.189	1,566
5	昭和56年8月22日	101.3	197	1.940	2,017
6	昭和57年9月11日	106.8	197	1.840	1,524
7	昭和60年7月7日	112.6	197	1.745	1,273
8	平成7年7月10日	118.1	197	1.664	1,935
9	平成10年9月15日	119.3	197	1.647	1,620
10	平成16年10月21日	102.4	197	1.919	1,649
11	平成17年6月28日	119.1	197	1.650	1,372
12	平成25年9月16日	109.6	197	1.793	1,631
13	平成29年10月23日	104.4	197	1.882	1,657
14	令和1年10月12日	131.2	197	1.498	1,499

※拡大率：「実績雨量(mm/12hr)」と「計画規模の降雨量×1.1倍」との比率

2) 対象降雨の地域分布及び時間分布の検討

a) 地域分布の評価について

地域分布の検討では、各小流域における年最大12時間雨量を用いて確率評価を行い、地域分布の評価方法は、主要洪水における基準地点高田上流及び基準地点松本上流域の最大12時間雨量と同時刻帯の雨量を拡大して行った。

なお、棄却基準は 1/500 とした。

① 対象地域の設定

対象降雨の引き伸ばしについて、小流域への過度な引き伸ばしが設定されていないか確認を行う。検討対象流域は、基準地点高田は流域 1～6、基準地点松本は流域 7～9 とした。

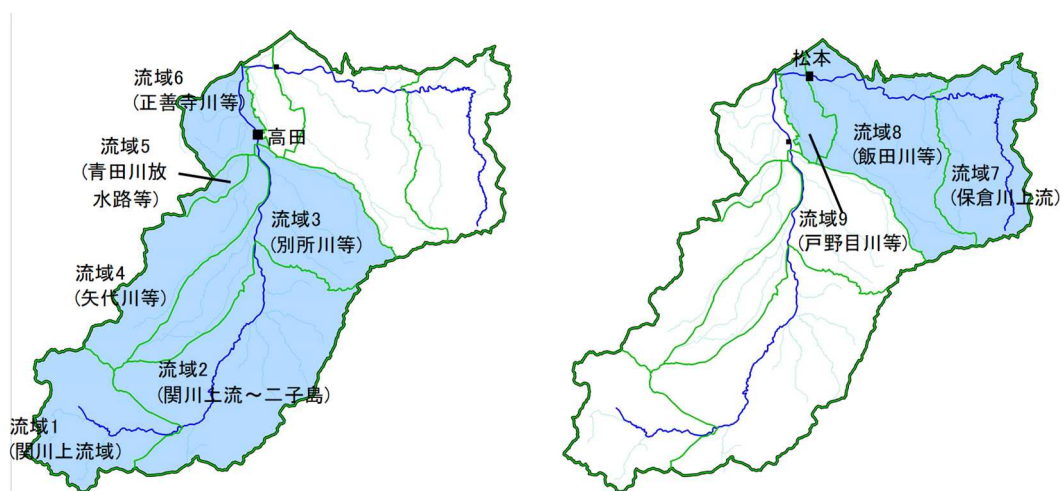


図 1-18 地域分布の検討対象流域

② 棄却基準値の設定

各小流域における棄却基準値を設定する。確率雨量の算定は、平成 22 年 (2010 年) までの各流域の年最大 12 時間雨量について、確率計算を行い、各計算手法の中で $SLSC \leq 0.04$ になる確率雨量を採用し、1/500 規模で Jackknife 推定誤差が最小になる分布モデルの確率雨量を採用した。

表 1-10(1) 雨量確率 1/500 計算結果 (流域 1)

流域1	毎年値資料 (S37~H22)												
	指数分布	グンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)	対数正規分布(岩井法)	対数正規分布(石原・高瀬法)	対数正規分布(クワンタイル法)	3母数対数正規分布(積率法)	2母数対数正規分布(L積率法)	2母数対数正規分布(積率法)	4母数対数正規分布(積率法)
	Exp	Gumbel	SQRTE	GEV	LP3R _s	LogP3	LN1wai	IsiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
SLSC	0.03	0.038	0.024	0.021	—	0.02	0.023	0.032	0.02	0.031	—	—	—
1/500 Jackknife 推定誤差	26.1	21.0	24.7	63.8	—	57.9	41.4	66.3	66.3	66.9	—	—	—
pAIC	434.6	453.8	450.5	453.1	—	452.2	452.5	452.3	451.6	452.2	—	—	—
W=1/500	222.6	188.4	216.9	229.8	—	231.4	203.2	224.5	233.4	223.9	—	—	—

■ : SLSC>0.04

表 1-10(2) 雨量確率 1/500 計算結果 (流域 2)

流域2	毎年値資料 (S37~H22)												
	指数分布	グンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)	対数正規分布(岩井法)	対数正規分布(石原・高瀬法)	対数正規分布(クワンタイル法)	3母数対数正規分布(積率法)	2母数対数正規分布(L積率法)	2母数対数正規分布(積率法)	4母数対数正規分布(積率法)
	Exp	Gumbel	SQRTE	GEV	LP3R _s	LogP3	LN1wai	IsiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
SLSC	0.051	0.023	0.038	0.023	0.022	0.019	0.019	0.021	0.02	0.022	0.023	0.024	—
1/500 Jackknife 推定誤差	19.3	15.7	29.0	27.5	16.5	29.2	23.3	16.6	27.4	16.3	27.5	26.1	—
pAIC	436.4	458.9	460.6	460.9	460.6	460.3	460.7	461.1	460.8	461.2	459.2	459.1	—
W=1/500	221.2	186.4	250.3	183.5	153.5	174.6	184.5	170.2	175.3	169.3	208.1	205.1	—

■ : SLSC>0.04

表 1-10(3) 雨量確率 1/500 計算結果 (流域 3)

流域3	毎年値資料 (S37~H22)												
	指数分布	グンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)	対数正規分布(岩井法)	対数正規分布(石原・高瀬法)	対数正規分布(クワンタイル法)	3母数対数正規分布(積率法)	2母数対数正規分布(L積率法)	2母数対数正規分布(積率法)	4母数対数正規分布(積率法)
	Exp	Gumbel	SQRTE	GEV	LP3R _s	LogP3	LN1wai	IsiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
SLSC	0.059	0.036	0.045	0.033	0.043	—	0.034	0.038	0.034	0.038	0.033	0.033	—
1/500 Jackknife 推定誤差	19.6	16.0	30.2	35.9	20.6	—	27.5	20.2	29.2	19.7	27.3	26.2	—
pAIC	451.1	473.2	472.9	475.5	474.3	—	474.1	476	474.2	476.1	472.1	471.9	—
W=1/500	254.3	213.8	276.1	200.3	165.6	—	223.9	188.3	215	187.5	243.4	235.5	—

■ : SLSC>0.04

表 1-10(4) 雨量確率 1/500 計算結果 (流域 4)

流域4	毎年値資料 (S37~H22)												
	指数分布	グンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)	対数正規分布(岩井法)	対数正規分布(石原・高瀬法)	対数正規分布(クワンタイル法)	3母数対数正規分布(積率法)	2母数対数正規分布(L積率法)	2母数対数正規分布(積率法)	4母数対数正規分布(積率法)
	Exp	Gumbel	SQRTE	GEV	LP3R _s	LogP3	LN1wai	IsiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
SLSC	0.045	0.026	0.035	0.026	0.028	0.026	0.026	0.025	0.025	0.026	—	—	—
1/500 Jackknife 推定誤差	25.9	21.1	43.4	45.8	36.6	56.0	40.2	35.2	66.2	34.3	—	—	—
pAIC	459.4	480.7	481.5	482.5	482.3	481.9	482.3	482.5	482.2	482.6	—	—	—
W=1/500	271.2	227.2	309	239.6	194.7	216.1	248.2	219	227	217.4	—	—	—

■ : SLSC>0.04

表 1-10(5) 雨量確率 1/500 計算結果 (流域 5)

流域5	毎年値資料 (S37~H22)												
	指数分布	グンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)	対数正規分布(岩井法)	対数正規分布(石原・高瀬法)	対数正規分布(クワンタイル法)	3母数対数正規分布(積率法)	2母数対数正規分布(L積率法)	2母数対数正規分布(積率法)	4母数対数正規分布(積率法)
	Exp	Gumbel	SQRTE	GEV	LP3R _s	LogP3	LN1wai	IsiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
SLSC	0.059	0.034	0.047	0.034	0.032	0.03	0.029	0.031	0.03	0.031	—	—	—
1/500 Jackknife 推定誤差	22.4	18.2	36.4	28.4	16.3	30.1	24.8	14.9	22.6	14.6	—	—	—
pAIC	456.6	479.4	481.8	481.4	480.4	480.4	481.2	481.9	481.3	482	—	—	—
W=1/500	264.9	222.1	313.8	218.4	169.7	195.7	223.9	196.7	207.4	195.9	—	—	—

■ : SLSC>0.04

表 1-10(6) 雨量確率 1/500 計算結果 (流域 6)

流域6	毎年値資料 (S37~H22)												
	指数分布	グンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)	対数正規分布(岩井法)	対数正規分布(石原・高瀬法)	対数正規分布(クワンタイル法)	3母数対数正規分布(積率法)	2母数対数正規分布(L積率法)	2母数対数正規分布(積率法)	4母数対数正規分布(積率法)
	Exp	Gumbel	SQRTE	GEV	LP3R _s	LogP3	LN1wai	IsiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
SLSC	0.048	0.034	0.039	0.035	0.05	—	0.037	—	0.036	—	0.036	0.037	—
1/500 Jackknife 推定誤差	27.5	22.5	36.6	52.1	37.1	—	32.5	—	97.9	—	35.6	33.3	—
pAIC	471.9	492.1	489.4	493.3	493.5	—	491.3	—	489.6	—	489.6	489.5	—
W=1/500	312.5	262.4	319.5	282.5	224.4	—	286.2	—	364.8	—	291.4	280.9	—

■ : SLSC>0.04

表 1-10(7) 雨量確率 1/500 計算結果 (流域 7)

流域7	毎年値資料 (S37~H22)												
	指数分布	グンベル分布	平方根 指数型 最大値分布	一般化極値 分布	対数ピアソン Ⅲ型分布 (実数空間 法)	対数ピアソン Ⅲ型分布 (対数空間 法)	対数正規分布 (岩井法)	対数正規分布 (石原・高瀬 法)	対数正規分布 (クワンタイル法)	3母数 対数正規分布 (積率法)	2母数 対数正規分布 (L積率法)	2母数 対数正規分布 (積率法)	4母数 対数正規分布 (積率法)
	Exp	Gumbel	SQRTE	GEV	LP3R _s	LogP3	LN1wai	IsiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
SLSC	0.042	0.032	0.035	0.033	0.046	0.033	0.033	—	0.034	—	0.035	0.036	—
1/500 Jackknife 推定誤差	26.4	21.6	35.2	49.2	24.9	41.7	38.3	—	73.2	—	32.2	29.6	—
pAIC	461.4	481.1	478.3	481.2	483.2	480.3	479.7	—	480.2	—	479.2	479.1	—
W=1/500	287.2	242.3	286.3	286.2	217.8	282.6	287.3	—	260.6	—	252.6	247	—

■ : SLSC>0.04

表 1-10(8) 雨量確率 1/500 計算結果 (流域 8)

流域8	毎年値資料 (S37~H22)												
	指数分布	グンベル分布	平方根 指数型 最大値分布	一般化極値 分布	対数ピアソン Ⅲ型分布 (実数空間 法)	対数ピアソン Ⅲ型分布 (対数空間 法)	対数正規分布 (岩井法)	対数正規分布 (石原・高瀬 法)	対数正規分布 (クワンタイル法)	3母数 対数正規分布 (積率法)	2母数 対数正規分布 (L積率法)	2母数 対数正規分布 (積率法)	4母数 対数正規分布 (積率法)
	Exp	Gumbel	SQRTE	GEV	LP3R _s	LogP3	LN1wai	IsiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
SLSC	0.047	0.023	0.037	0.023	0.026	0.026	0.024	0.024	0.024	0.023	—	—	—
1/500 Jackknife 推定誤差	24.4	19.8	41.3	43.4	32.1	48.9	33.4	32.5	53.9	31.8	—	—	—
pAIC	452.7	475.5	477.6	477.5	477.3	477.2	477.4	477.3	477.4	477.4	—	—	—
W=1/500	261.9	220.8	299.4	214.1	193.7	202.1	223	211.4	206.8	210	—	—	—

■ : SLSC>0.04

表 1-10(9) 雨量確率 1/500 計算結果 (流域 9)

流域9	毎年値資料 (S37~H22)												
	指数分布	グンベル分布	平方根 指数型 最大値分布	一般化極値 分布	対数ピアソン Ⅲ型分布 (実数空間 法)	対数ピアソン Ⅲ型分布 (対数空間 法)	対数正規分布 (岩井法)	対数正規分布 (石原・高瀬 法)	対数正規分布 (クワンタイル法)	3母数 対数正規分布 (積率法)	2母数 対数正規分布 (L積率法)	2母数 対数正規分布 (積率法)	4母数 対数正規分布 (積率法)
	Exp	Gumbel	SQRTE	GEV	LP3R _s	LogP3	LN1wai	IsiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
SLSC	0.035	0.024	0.026	0.024	0.038	—	0.025	0.03	0.025	0.031	0.026	0.026	—
1/500 Jackknife 推定誤差	26.6	21.6	31.1	46.3	24.1	—	40.7	26.6	41.6	26.1	33.4	30.6	—
pAIC	456.5	476.4	474	477.1	477.8	—	475.4	477.3	475.3	477.6	474.2	474.1	—
W=1/500	267.4	224.6	274.7	256.3	204	—	258.6	224.2	259.2	222.5	246.9	239.7	—

■ : SLSC>0.04

表 1-11 年最大 12 時間雨量一覽

No.	西曆	年	流域1	流域2	流域3	流域4	流域5	流域6	流域7	流域8	流域9
1	1962	S37	42.0	30.0	24.0	62.0	51.4	80.1	63.4	119.9	41.5
2	1963	S38	67.5	67.4	50.8	56.3	47.3	37.3	67.8	78.0	62.3
3	1964	S39	76.3	76.6	115.1	95.0	129.1	106.2	63.7	124.3	125.6
4	1965	S40	115.4	115.7	149.9	117.7	67.4	202.8	183.7	170.8	154.4
5	1966	S41	48.0	48.0	34.2	43.7	46.9	51.6	49.6	42.3	37.9
6	1967	S42	42.0	37.7	51.1	83.8	70.9	138.6	125.6	83.4	73.3
7	1968	S43	64.4	62.0	95.3	48.0	63.3	144.6	136.3	109.7	105.4
8	1969	S44	84.6	104.6	114.7	52.4	104.7	114.2	102.6	66.2	90.4
9	1970	S45	62.2	64.5	92.3	61.3	37.9	146.5	144.1	159.8	170.1
10	1971	S46	57.5	51.6	47.0	37.4	48.9	50.3	52.5	46.4	68.7
11	1972	S47	38.1	55.7	81.5	69.4	81.5	150.7	147.9	78.1	81.9
12	1973	S48	46.2	43.4	45.0	31.3	48.3	49.3	49.3	46.7	55.6
13	1974	S49	126.4	59.8	97.9	124.6	114.8	120.8	123.7	110.9	105.5
14	1975	S50	45.4	43.6	42.6	27.2	49.3	53.2	53.0	39.0	41.8
15	1976	S51	111.2	91.1	75.2	119.5	73.0	71.7	65.5	68.7	65.1
16	1977	S52	42.6	26.6	31.8	40.6	17.5	38.4	53.3	19.1	29.3
17	1978	S53	52.3	44.4	59.8	73.9	69.1	89.2	99.5	86.4	72.0
18	1979	S54	78.1	62.7	64.0	68.5	86.3	87.3	75.8	58.4	52.5
19	1980	S55	32.1	39.3	37.3	40.4	31.4	47.5	48.1	43.3	43.0
20	1981	S56	86.1	97.9	101.4	91.6	101.0	86.0	111.2	93.9	85.5
21	1982	S57	95.1	132.3	143.1	178.1	139.9	122.9	110.0	103.8	110.1
22	1983	S58	91.3	80.9	91.1	92.2	82.0	73.7	79.6	76.2	76.2
23	1984	S59	66.8	85.9	90.6	75.2	46.9	76.2	65.7	58.1	73.1
24	1985	S60	103.6	96.9	98.5	120.4	127.9	141.0	109.9	115.0	131.3
25	1986	S61	53.4	92.5	75.4	43.2	73.7	81.4	73.7	68.3	65.0
26	1987	S62	32.0	26.1	39.2	36.4	36.7	59.5	69.0	68.7	64.5
27	1988	S63	85.4	56.6	35.8	57.0	49.7	66.0	53.8	49.3	39.8
28	1989	S64	65.1	60.3	54.9	56.3	44.7	48.5	53.8	51.6	43.9
29	1990	H2	95.7	72.4	96.0	132.1	101.6	98.9	72.4	77.2	83.5
30	1991	H3	45.9	51.9	39.2	14.7	38.2	41.0	43.5	73.2	45.8
31	1992	H4	62.4	27.8	28.6	27.4	22.8	46.2	50.1	37.9	30.4
32	1993	H5	45.3	46.4	45.9	37.3	17.8	48.0	49.2	64.8	55.0
33	1994	H6	50.1	18.1	39.0	49.4	59.2	37.8	32.4	35.0	33.4
34	1995	H7	179.7	125.3	103.0	124.4	121.3	110.9	139.8	100.2	111.1
35	1996	H8	93.1	60.4	65.2	91.0	96.0	97.2	104.6	89.4	91.8
36	1997	H9	51.8	53.7	41.9	46.2	59.1	64.1	67.4	51.9	55.4
37	1998	H10	69.0	84.1	113.3	92.7	148.1	153.2	127.2	112.9	118.6
38	1999	H11	79.1	89.2	92.9	102.8	115.2	119.5	90.1	92.1	41.8
39	2000	H12	75.2	51.5	55.0	60.3	55.3	45.5	51.8	35.8	41.3
40	2001	H13	36.4	33.8	39.8	43.1	39.5	42.4	51.2	37.2	35.7
41	2002	H14	83.6	79.4	81.6	73.5	74.0	72.3	72.5	67.4	68.2
42	2003	H15	50.4	37.7	53.8	41.4	39.3	88.8	90.0	55.0	66.0
43	2004	H16	61.2	105.3	118.9	134.1	120.7	119.5	100.3	102.7	100.9
44	2005	H17	41.3	53.0	96.5	101.2	104.2	136.2	157.4	108.2	141.1
45	2006	H18	52.0	49.5	50.8	60.9	65.5	73.0	93.7	76.5	73.0
46	2007	H19	39.4	41.9	71.6	68.6	63.4	57.4	62.3	51.0	37.1
47	2008	H20	69.3	38.4	49.4	46.2	59.5	72.1	67.6	60.5	71.4
48	2009	H21	60.3	61.8	61.2	76.5	51.4	52.4	42.3	43.7	50.9
49	2010	H22	46.9	56.7	73.0	63.7	65.8	69.0	77.4	75.7	65.1

③ 対象地域の雨量評価

基準地点高田及び基準地点松本の12時間雨量が最大となる時間帯（降雨継続時間帯）における主要洪水の各小流域平均12時間雨量が、基準地点拡大率によって異常な引き伸ばしとなっていないかについて、拡大後降雨の確率評価より確認した。

確率評価の結果は、下表に示す通りであり、高田地点で2洪水が棄却される。

表 1-12(1) 地域分布による拡大後降雨の確率評価表（高田地点）

洪水No.	洪水名	計画雨量 152.3(mm/12hr)	1流域 124.6km2, 2流域 272.2km2, 3流域 186.6km2, 4流域 119.6km2, 5流域 14.2km2, 6流域 58.5km2						棄却判定	
			棄却基準 1/500雨量	1流域	2流域	3流域	4流域	5流域		6流域
1	S400916	実績雨量	127.4	112.4	112.8	143.7	141.4	194.1	176.6	棄却
		引伸ばし率	1.195	引伸ばし後雨量	134.4	134.8	171.7	169.0	232.1	
2	S440808	実績雨量	104.1	84.6	104.6	114.8	108.7	114.3	102.6	
		引伸ばし率	1.463	引伸ばし後雨量	123.7	153.0	167.9	159.0	167.2	
3	S560822	実績雨量	95.1	86.1	97.9	99.7	90.6	98.7	85.1	
		引伸ばし率	1.601	引伸ばし後雨量	137.9	156.8	159.6	145.0	158.0	
4	S570911	実績雨量	134.7	95.1	130.0	143.1	174.7	139.9	122.9	
		引伸ばし率	1.131	引伸ばし後雨量	107.5	147.0	161.8	197.5	158.1	
5	S580724	実績雨量	81.7	87.1	67.7	91.1	92.2	78.8	68.2	
		引伸ばし率	1.864	引伸ばし後雨量	162.4	126.2	169.8	171.9	146.9	
6	S600707	実績雨量	102.5	103.6	96.9	98.4	120.4	112.7	112.8	
		引伸ばし率	1.486	引伸ばし後雨量	153.9	144.0	146.1	178.9	167.5	
7	H070710	実績雨量	128.5	179.7	125.3	103.0	124.4	121.3	110.9	棄却
		引伸ばし率	1.185	引伸ばし後雨量	213.0	148.5	122.0	147.4	143.7	
8	H161021	実績雨量	115	61.2	105.3	118.9	134.1	120.7	119.5	
		引伸ばし率	1.324	引伸ばし後雨量	81.1	139.5	157.4	177.6	159.9	
9	H250916	実績雨量	114.7	104.6	104.2	123.0	142.5	140.1	153.5	
		引伸ばし率	1.328	引伸ばし後雨量	138.9	138.3	163.3	189.2	186.0	
10	H291023	実績雨量	119.6	79.3	111.7	142.7	153.7	144.4	129.1	
		引伸ばし率	1.273	引伸ばし後雨量	101.0	142.3	181.7	195.7	183.9	
11	R011012	実績雨量	164.1	123.6	176.2	169.2	198.9	151.5	142.2	
		引伸ばし率	0.928	引伸ばし後雨量	114.7	163.5	157.0	184.6	140.6	

表 1-12(2) 地域分布による拡大後降雨の確率評価表（松本地点）

洪水No.	洪水名	計画雨量 178.6(mm/12hr)	7流域 149.7km2, 8流域 183.1km2, 9流域 34.9km2			棄却判定	
			棄却基準 1/500雨量	7流域	8流域		9流域
1	S390706	実績雨量	124.8	129.4	130.2	121.5	
		引伸ばし率	1.431	引伸ばし後雨量	185.2	186.3	
2	S400916	実績雨量	161.7	170.8	154.4	166.0	
		引伸ばし率	1.105	引伸ばし後雨量	188.6	170.6	
3	S430628	実績雨量	107.3	109.7	105.4	130.5	
		引伸ばし率	1.664	引伸ばし後雨量	182.6	175.4	
4	S450806	実績雨量	165.3	159.8	170.1	185.5	
		引伸ばし率	1.080	引伸ばし後雨量	172.7	183.8	
5	S560822	実績雨量	101.3	111.2	92.7	84.7	
		引伸ばし率	1.763	引伸ばし後雨量	196.0	163.5	
6	S570911	実績雨量	106.8	110.0	103.8	110.1	
		引伸ばし率	1.672	引伸ばし後雨量	183.9	173.6	
7	S600707	実績雨量	112.6	109.9	115.0	131.3	
		引伸ばし率	1.586	引伸ばし後雨量	174.4	182.5	
8	H070710	実績雨量	118.1	139.8	100.2	111.1	
		引伸ばし率	1.512	引伸ばし後雨量	211.4	151.5	
9	H100915	実績雨量	119.3	127.2	113.0	106.6	
		引伸ばし率	1.497	引伸ばし後雨量	190.5	169.1	
10	H161021	実績雨量	102.4	100.3	102.7	100.9	
		引伸ばし率	1.744	引伸ばし後雨量	175.0	179.2	
11	H170628	実績雨量	119.1	157.4	108.2	141.1	
		引伸ばし率	1.500	引伸ばし後雨量	236.1	162.2	
12	H250916	実績雨量	109.6	122.0	99.5	99.3	
		引伸ばし率	1.630	引伸ばし後雨量	198.9	162.2	
13	H291023	実績雨量	104.4	113.2	97.8	92.9	
		引伸ばし率	1.711	引伸ばし後雨量	193.6	167.4	
14	R011012	実績雨量	131.2	141.7	122.5	113.4	
		引伸ばし率	1.361	引伸ばし後雨量	192.8	166.8	

b) 時間分布の評価について

時間分布の検討では、洪水到達時間相当の短時間雨量にて過度に引き伸ばしがされていないか確認を行った。

なお、棄却基準は 1/500 とした。

① 対象時間の設定

対象時間は、洪水到達時間と計画降雨継続時間から設定した。

- i. 角屋式から得られる洪水到達時間は高田地点で 8 時間、松本地点で 7 時間であり、それぞれの到達時間を対象時間に設定。
- ii. 対象降雨の降雨継続時間である 12 時間の 1/2 降雨継続時間の 6 時間を対象時間に設定。

表 1-13 対象時間の設定

	角屋式による洪水到達時間	1/2 降雨継続時間
高田	8 時間	6 時間
松本	7 時間	6 時間

② 棄却基準値の設定

対象時間における棄却基準値を設定する。確率雨量の算定は、平成 22 年 (2010 年) までの年最大時間雨量について、確率計算を行い、各計算手法の中で $SLSC \leq 0.04$ になる確率雨量を採用し、1/500 規模で Jackknife 推定誤差が最小になる分布モデルの確率雨量を採用した。

表 1-14(1) 高田地点 8 時間雨量 1/500 確率評価結果

毎年値資料 (S37~H22)													
高田	指数分布	グンベル分布	平方根 指数型 最大値分布	一般化極値 分布	対数ピアソン Ⅲ型分布 (実数空間 法)	対数ピアソン Ⅲ型分布 (対数空間 法)	対数正規分布 (岩井法)	対数正規分布 (石原・高瀬 法)	対数正規分布 (クワンタイル法)	3母数 対数正規分布 (積率法)	2母数 対数正規分布 (L積率法)	2母数 対数正規分布 (積率法)	4母数 対数正規分布 (積率法)
	Exp	Gumbel	SQRTE	GEV	LP3R _s	LogP3	LN1wai	IsiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
8時間雨量	Exp	Gumbel	SQRTE	GEV	LP3R _s	LogP3	LN1wai	IsiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
SLSC	0.055	0.033	0.039	0.032	0.04	—	0.031	0.035	0.031	0.035	0.029	0.03	—
1/500 Jackknife 推定誤差	15.1	12.3	20.6	24.6	13.4	—	25.3	13.5	30.7	13.2	19.1	17.7	—
pAIC	419.9	441.3	440.7	443.4	443.3	—	442.7	444	441.9	444.1	440.3	440.2	—
W=1/500	189.8	160.3	198.8	158.5	132.2	—	156.2	145.1	187.6	144.4	171.1	165.9	—

表 1-14(2) 高田地点 6 時間雨量 1/500 確率評価結果

毎年値資料 (S37~H22)													
高田	指数分布	グンベル分布	平方根 指数型 最大値分布	一般化極値 分布	対数ピアソン Ⅲ型分布 (実数空間 法)	対数ピアソン Ⅲ型分布 (対数空間 法)	対数正規分布 (岩井法)	対数正規分布 (石原・高瀬 法)	対数正規分布 (クワンタイル法)	3母数 対数正規分布 (積率法)	2母数 対数正規分布 (L積率法)	2母数 対数正規分布 (積率法)	4母数 対数正規分布 (積率法)
	Exp	Gumbel	SQRTE	GEV	LP3R _s	LogP3	LN1wai	IsiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
6時間雨量	Exp	Gumbel	SQRTE	GEV	LP3R _s	LogP3	LN1wai	IsiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
SLSC	0.053	0.024	0.038	0.021	0.03	—	0.023	0.025	0.025	0.025	0.023	0.024	—
1/500 Jackknife 推定誤差	13.1	10.7	17.6	20.0	13.3	—	20.3	13.1	22.0	12.8	16.6	15.5	—
pAIC	405.6	428.2	429.1	430.3	429.8	—	429.7	430.5	429.7	430.6	427.8	427.7	—
W=1/500	164.7	139.3	179.4	129.6	113	—	135.6	124.1	147.3	123.6	150.1	146.1	—

表 1-14(3) 松本地点 7 時間雨量 1/500 確率評価結果

毎年値資料 (S37~H22)													
松本	指数分布	グンベル分布	平方根 指数型 最大値分布	一般化極値 分布	対数ピアソン Ⅲ型分布 (実数空間 法)	対数ピアソン Ⅲ型分布 (対数空間 法)	対数正規分布 (岩井法)	対数正規分布 (石原・高瀬 法)	対数正規分布 (クワンタイル法)	3母数 対数正規分布 (積率法)	2母数 対数正規分布 (L積率法)	2母数 対数正規分布 (積率法)	4母数 対数正規分布 (積率法)
	Exp	Gumbel	SQRTE	GEV	LP3R _s	LogP3	LN1wai	IsiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
7時間雨量	Exp	Gumbel	SQRTE	GEV	LP3R _s	LogP3	LN1wai	IsiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
SLSC	0.043	0.019	0.031	0.019	0.029	0.025	0.025	0.025	0.026	0.025	0.026	0.026	—
1/500 Jackknife 推定誤差	20.0	16.2	23.0	35.5	30.3	33.3	33.1	29.8	40.6	29.1	25.7	24.1	—
pAIC	431.2	453.4	453.7	455.5	454.5	454.3	454.6	454.9	454.6	455	452.7	452.6	—
W=1/500	206.6	173.6	229.4	167.6	152.8	176.6	181.2	168.7	190.8	167.5	200.1	195	—

表 1-14(4) 松本地点 6時間雨量 1/500 確率評価結果

松本	毎年値資料 (S37~H22)												
	指数分布	グンベル分布	平方根 指数型 最大値分布	一般化極値 分布	対数ピアソン Ⅲ型分布 (実数空間 法)	対数ピアソン Ⅲ型分布 (対数空間 法)	対数正規分布 (岩井法)	対数正規分布 (石原・高瀬 法)	対数正規分布 (クワンタイル法)	3母数 対数正規分布 (積率法)	2母数 対数正規分布 (L積率法)	2母数 対数正規分布 (積率法)	4母数 対数正規分布 (積率法)
6時間雨量	Exp	Gumbel	SGRTET	GEV	LP3Rs	LogP3	LN1wai	IsiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)
SLSC	0.04	0.022	0.029	0.023	0.023	—	0.022	0.026	0.026	0.025	0.023	0.023	—
1/500 Jackknife 推定誤差	18.9	15.2	19.7	34.7	34.2	—	24.7	34.2	48.7	33.4	21.5	20.4	—
pAIC	416.6	439.2	440.2	441.3	440.8	—	441	440.9	441	440.8	438.9	438.9	—
W=1/500	182.9	154.5	201.7	151.9	147.6	—	149.3	158.6	169	157.4	166.8	164.7	—

表 1-15 流域平均短時間雨量

No.	西曆	年	高田		松本	
			6時間雨量	8時間雨量	6時間雨量	7時間雨量
1	1962	S37	28.0	28.8	46.1	46.2
2	1963	S38	51.1	57.5	37.3	46.1
3	1964	S39	61.4	78.4	80.1	97.6
4	1965	S40	86.8	100.2	100.2	113.7
5	1966	S41	37.3	37.9	33.3	33.3
6	1967	S42	40.9	47.3	68.2	68.8
7	1968	S43	50.7	55.9	71.3	80.6
8	1969	S44	90.2	98.8	63.2	74.8
9	1970	S45	51.8	63.5	132.2	139.2
10	1971	S46	33.9	39.1	35.0	37.5
11	1972	S47	59.1	65.1	58.0	59.7
12	1973	S48	27.6	36.0	27.3	31.6
13	1974	S49	43.2	53.3	58.0	66.5
14	1975	S50	32.7	35.9	37.9	39.2
15	1976	S51	71.5	80.6	49.1	50.4
16	1977	S52	30.9	32.1	21.8	21.9
17	1978	S53	38.4	45.3	55.0	59.6
18	1979	S54	53.5	60.5	51.4	51.8
19	1980	S55	21.4	31.1	33.9	38.4
20	1981	S56	71.1	82.1	82.1	86.3
21	1982	S57	81.0	101.6	57.0	66.3
22	1983	S58	75.8	80.2	54.0	57.8
23	1984	S59	44.6	62.5	61.3	62.7
24	1985	S60	69.3	81.0	72.5	77.9
25	1986	S61	62.5	72.2	49.2	54.0
26	1987	S62	20.6	25.4	38.8	41.8
27	1988	S63	48.9	50.8	33.3	37.5
28	1989	S64	43.9	48.6	40.0	40.9
29	1990	H2	67.6	78.1	47.2	53.3
30	1991	H3	33.2	38.8	44.2	48.1
31	1992	H4	20.2	24.7	25.8	27.0
32	1993	H5	42.6	45.7	43.3	48.9
33	1994	H6	42.0	44.4	22.2	22.3
34	1995	H7	101.3	114.7	99.5	101.1
35	1996	H8	46.2	55.5	70.2	73.6
36	1997	H9	30.3	40.0	38.5	43.4
37	1998	H10	71.6	82.6	90.8	101.1
38	1999	H11	62.2	73.8	59.9	66.2
39	2000	H12	32.9	38.9	24.4	27.4
40	2001	H13	25.0	30.1	32.4	34.5
41	2002	H14	63.5	67.9	55.8	59.1
42	2003	H15	36.9	40.6	45.0	50.9
43	2004	H16	63.2	81.9	60.0	69.2
44	2005	H17	59.8	62.2	77.7	83.1
45	2006	H18	49.1	49.3	62.7	70.6
46	2007	H19	41.4	44.9	43.9	45.1
47	2008	H20	31.5	40.6	60.2	62.5
48	2009	H21	44.8	52.9	28.0	30.7
49	2010	H22	43.6	48.9	61.8	64.1

③ 時間分布の雨量評価

基準地点高田及び基準地点松本の12時間雨量が最大となる時間帯(降雨継続時間帯)における主要洪水の短時間雨量(高田6時間、8時間、松本6時間、7時間)が基準地点拡大率によって異常な引き伸ばしとなっていないかについて、拡大後降雨の確率評価より確認した。

確率評価の結果、表1-16により高田地点の1洪水が棄却となる。

表 1-16(1) 短時間降雨確率評価結果(高田地点)

洪水	洪水名	12時間雨量		6時間雨量		8時間雨量		棄却判定
		実績雨量 12hr	引伸し率 152.3 mm	実績雨量 6hr	引伸し後 139.3 mm	実績雨量 8hr	引伸し後 160.3 mm	
1	S400916	127.4	1.195	86.8	103.7	100.2	119.7	
2	S440808	104.1	1.463	90.2	132.0	98.8	144.5	
3	S560822	95.1	1.601	71.1	113.8	82.1	131.4	
4	S570911	134.7	1.131	81.0	91.6	101.6	114.9	
5	S580724	81.7	1.864	75.8	141.3	80.2	149.5	棄却
6	S600707	102.5	1.486	69.3	103.0	81.0	120.4	
7	H070710	128.5	1.185	101.3	120.0	114.7	135.9	
8	H161021	115.0	1.324	63.2	83.7	81.9	108.4	
9	H250916	114.7	1.328	81.3	108.0	98.7	131.1	
10	H291023	119.6	1.273	78.6	100.1	97.0	123.5	
11	R011012	164.1	0.928	97.5	90.5	127.1	117.9	

表 1-16(2) 短時間降雨確率評価結果(松本地点)

洪水	洪水名	12時間雨量		6時間雨量		7時間雨量		棄却判定
		実績雨量 12hr	引伸し率 178.6 mm	実績雨量 6hr	引伸し後 154.5 mm	実績雨量 7hr	引伸し後 173.6 mm	
1	S390706	124.8	1.431	80.1	114.6	97.6	139.7	
2	S400916	161.7	1.105	100.2	110.7	113.7	125.6	
3	S430628	107.3	1.664	71.3	118.6	80.6	134.1	
4	S450806	165.3	1.080	132.2	142.8	139.2	150.3	
5	S560822	101.3	1.763	82.1	144.7	86.3	152.1	
6	S570911	106.8	1.672	57.0	95.3	66.3	110.9	
7	S600707	112.6	1.586	72.5	115.0	77.9	123.5	
8	H070710	118.1	1.512	99.5	150.4	101.1	152.9	
9	H100915	119.3	1.497	90.8	135.9	101.1	151.3	
10	H161021	102.4	1.744	60.0	104.6	69.2	120.7	
11	H170628	119.1	1.500	77.7	116.6	83.1	124.7	
12	H250916	109.6	1.630	86.2	140.5	93.7	152.7	
13	H291023	104.4	1.711	69.2	118.4	77.3	132.3	
14	R011012	131.2	1.361	79.4	108.1	91.0	123.9	

3) 主要洪水における降雨量（気候変動考慮）の引き伸ばしと流出計算

主要洪水を対象に、1/100 規模確率雨量×1.1 倍になるよう引き伸ばし降雨波形を作成したのち流出計算を行った結果、表 1-17 に示す通り基準地点高田で 2,618～3,998m³/s、基準地点松本で 1,273～2,017m³/s となり、洪水毎の流量ハイドログラフを図 1-19、図 1-20 に示す。

表 1-17(1) ピーク流量一覧（高田地点）

No.	洪水年月日	実績雨量 (mm/12hr)	計画規模の 降雨量 (mm/12hr)	計画規模の降雨量 × 1.1倍 (mm/12hr)	拡大率	高田地点 ピーク流量 (m ³ /s)	棄却	
							地域分布	時間分布
1	昭和40年9月16日	127.4	152.3	168	1.315	3,675	×	
2	昭和44年8月8日	104.1	152.3	168	1.609	3,692		
3	昭和56年8月22日	95.1	152.3	168	1.761	3,998		
4	昭和57年9月11日	134.7	152.3	168	1.244	3,327		
5	昭和58年7月24日	81.7	152.3	168	2.050	3,564		×
6	昭和60年7月7日	102.5	152.3	168	1.634	2,618		
7	平成7年7月10日	128.5	152.3	168	1.304	3,287	×	
8	平成16年10月21日	115.0	152.3	168	1.457	3,116		
9	平成25年9月16日	114.7	152.3	168	1.460	3,008		
10	平成29年10月23日	119.6	152.3	168	1.401	3,237		
11	令和1年10月12日	164.1	152.3	168	1.021	2,806		

■ : 棄却洪水

表 1-17 (2) ピーク流量一覧（松本地点）

No.	洪水年月日	実績雨量 (mm/12hr)	計画規模の 降雨量 (mm/12hr)	計画規模の降雨量 × 1.1倍 (mm/12hr)	拡大率	松本地点 ピーク流量 (m ³ /s)	棄却	
							地域分布	時間分布
1	昭和39年7月6日	124.8	178.6	197	1.575	1,386		
2	昭和40年9月16日	161.7	178.6	197	1.215	1,603		
3	昭和43年6月28日	107.3	178.6	197	1.831	1,585		
4	昭和45年8月6日	165.3	178.6	197	1.189	1,566		
5	昭和56年8月22日	101.3	178.6	197	1.940	2,017		
6	昭和57年9月11日	106.8	178.6	197	1.840	1,524		
7	昭和60年7月7日	112.6	178.6	197	1.745	1,273		
8	平成7年7月10日	118.1	178.6	197	1.664	1,935		
9	平成10年9月15日	119.3	178.6	197	1.647	1,620		
10	平成16年10月21日	102.4	178.6	197	1.919	1,649		
11	平成17年6月28日	119.1	178.6	197	1.650	1,372		
12	平成25年9月16日	109.6	178.6	197	1.793	1,631		
13	平成29年10月23日	104.4	178.6	197	1.882	1,657		
14	令和1年10月12日	131.2	178.6	197	1.498	1,499		

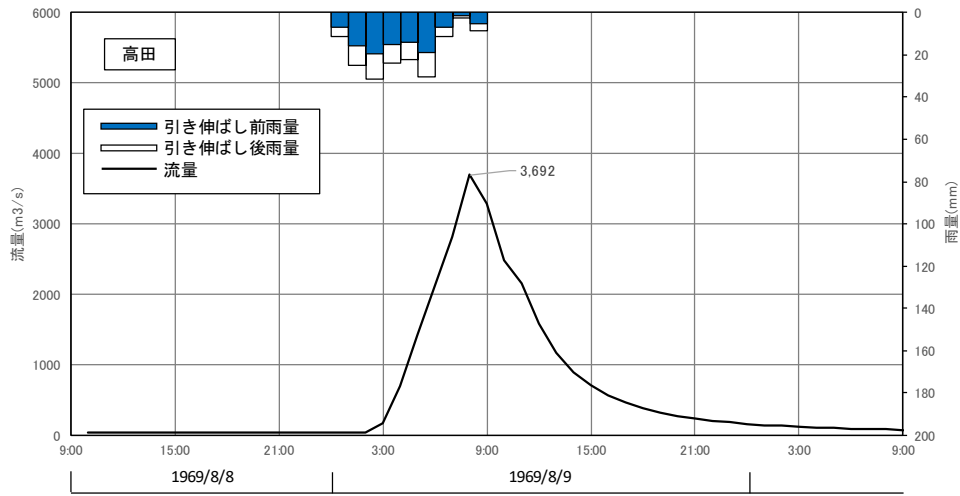


図 1-19 (1) 基本高水ハイドログラフ (S44.8 洪水、基準地点高田)

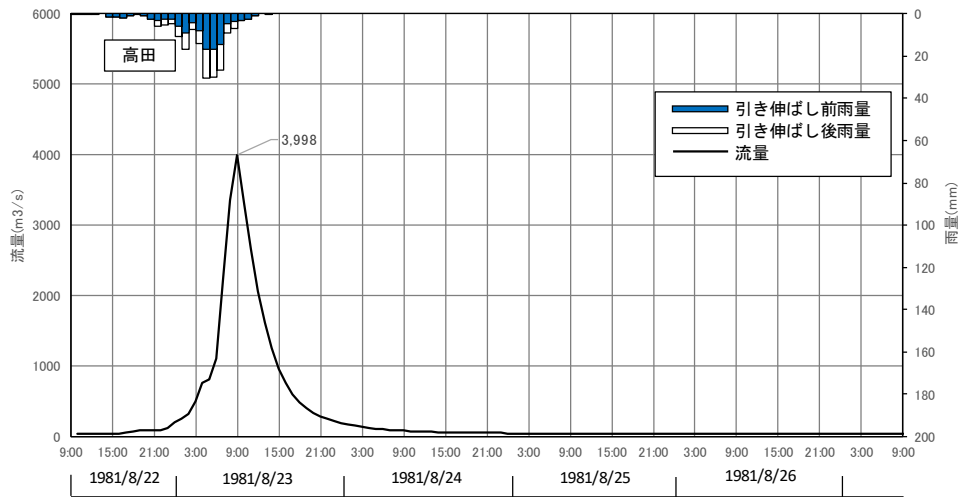


図 1-19 (2) 基本高水ハイドログラフ (S56.8 洪水、基準地点高田)

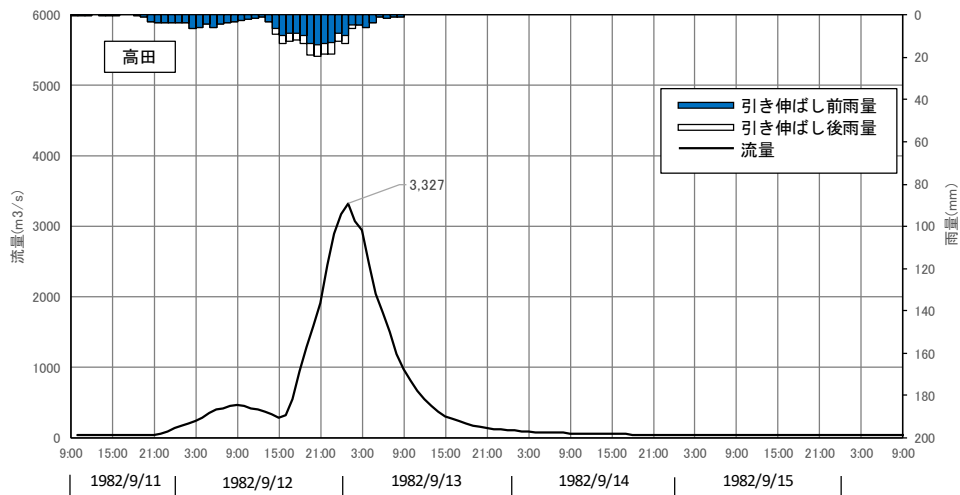


図 1-19 (3) 基本高水ハイドログラフ (S57.9 洪水、基準地点高田)

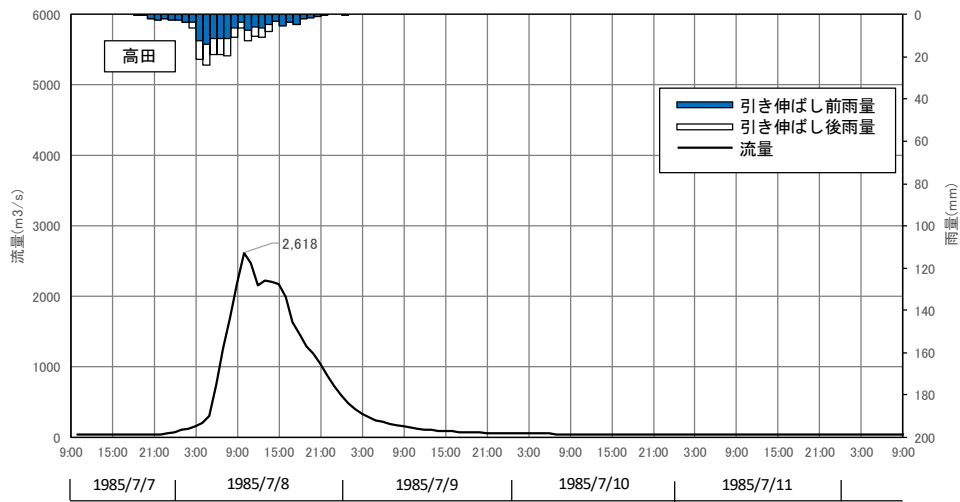


図 1-19 (4) 基本高水ハイドログラフ (S60.7 洪水、基準地点高田)

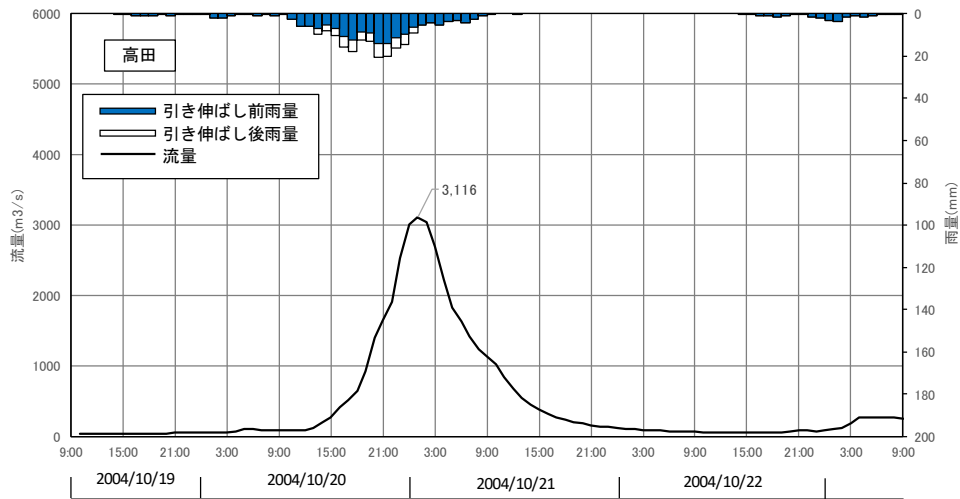


図 1-19 (5) 基本高水ハイドログラフ (H16.10 洪水、基準地点高田)

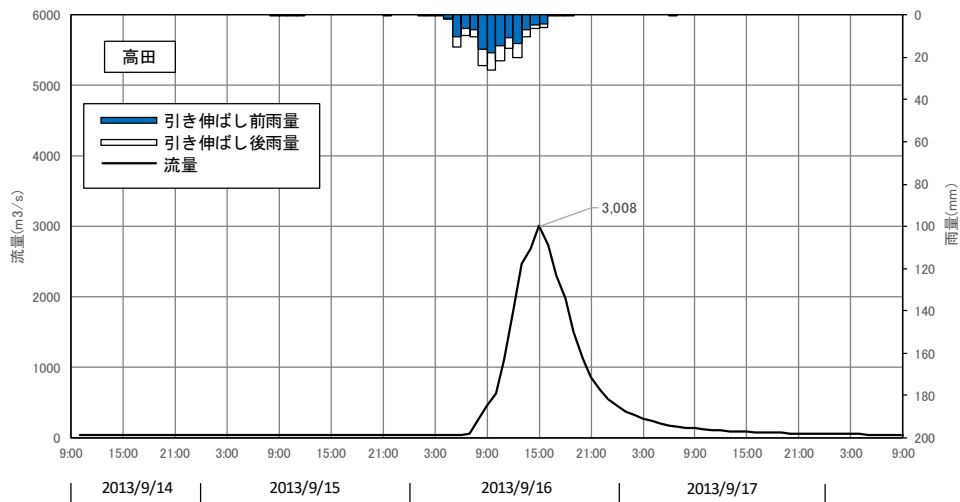


図 1-19 (6) 基本高水ハイドログラフ (H25.9 洪水、基準地点高田)

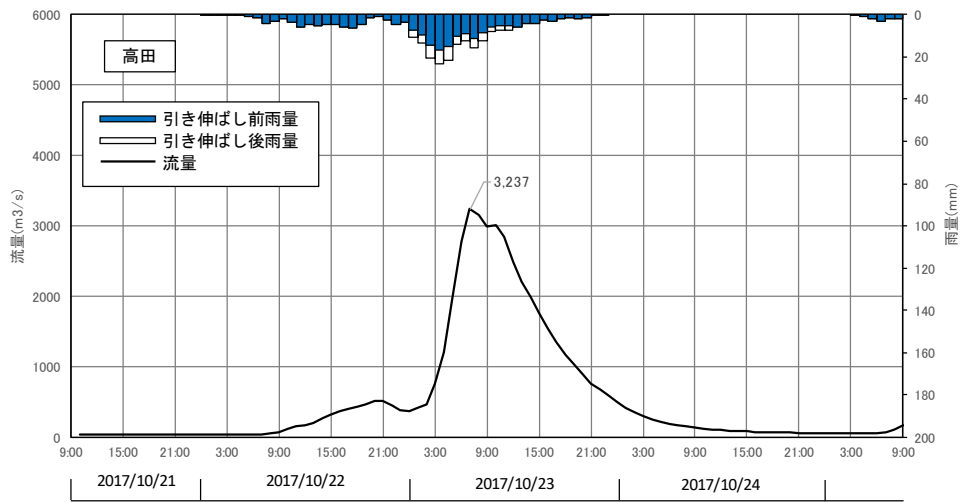


図 1-19 (7) 基本高水ハイドログラフ (H29.10 洪水、基準地点高田)

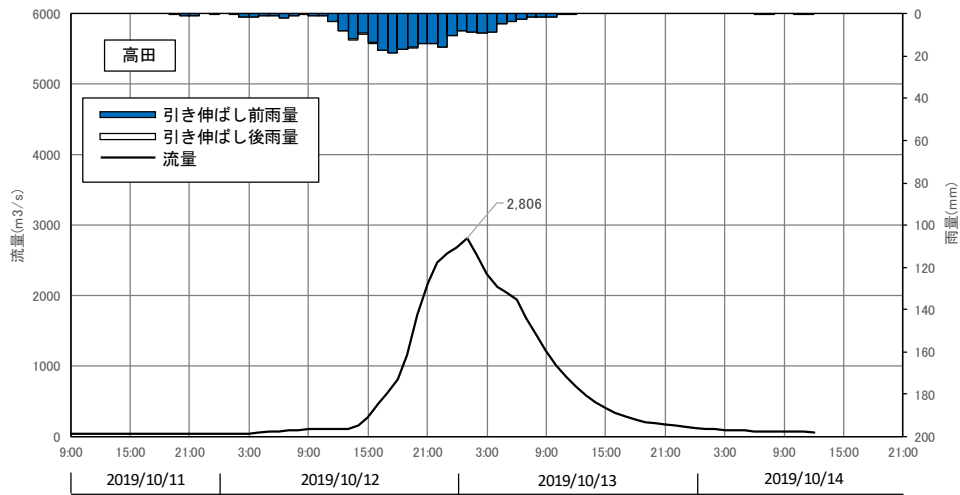


図 1-19 (8) 基本高水ハイドログラフ (R1.10 洪水、基準地点高田)

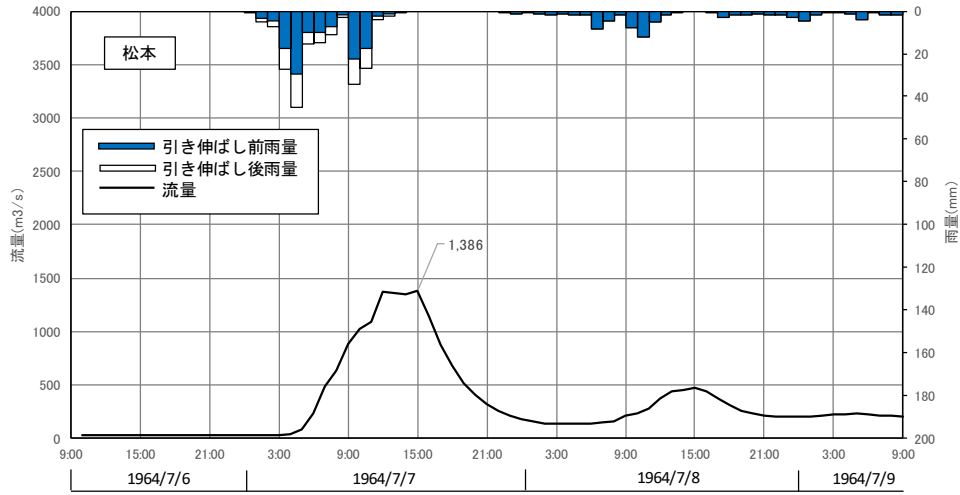


図 1-20 (1) 基本高水ハイドログラフ (S39.7 洪水、基準地点松本)

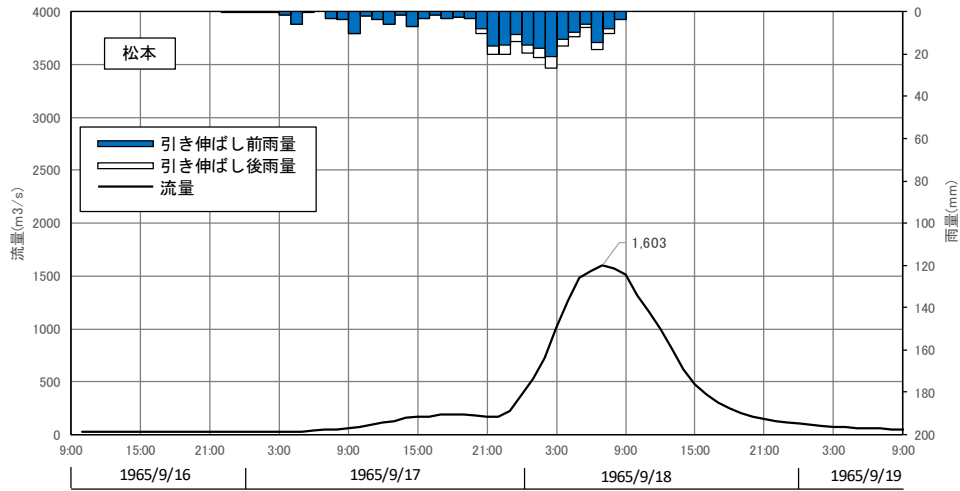


図 1-20 (2) 基本高水ハイドログラフ (S40.9 洪水、基準地点松本)

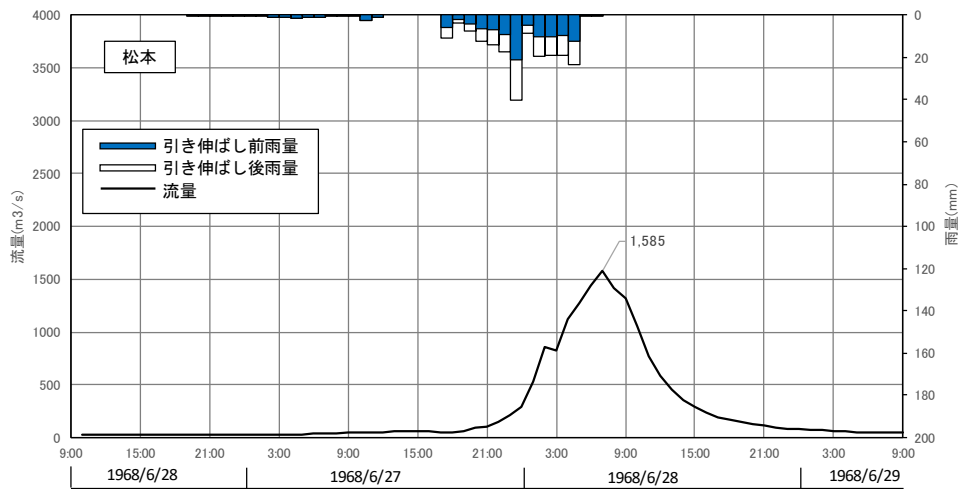


図 1-20 (3) 基本高水ハイドログラフ (S43.6 洪水、基準地点松本)

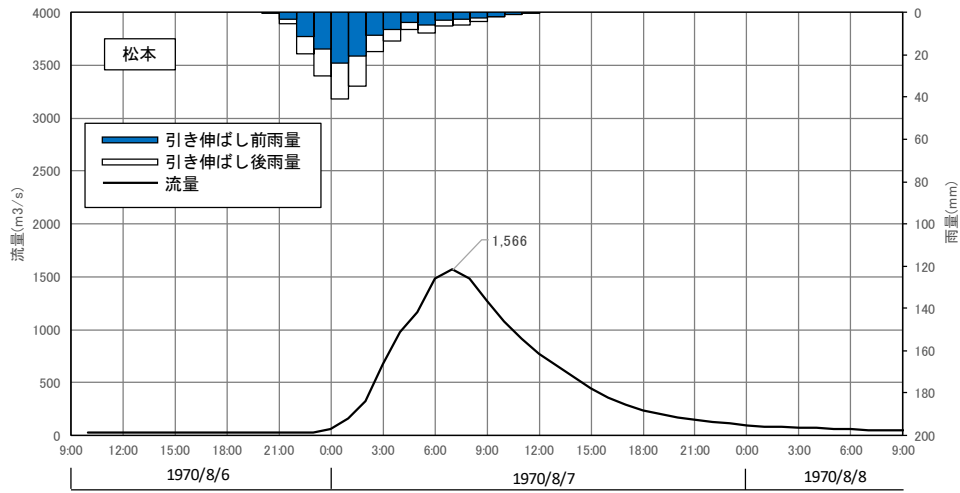


図 1-20 (4) 基本高水ハイドログラフ (S45.8 洪水、基準地点松本)

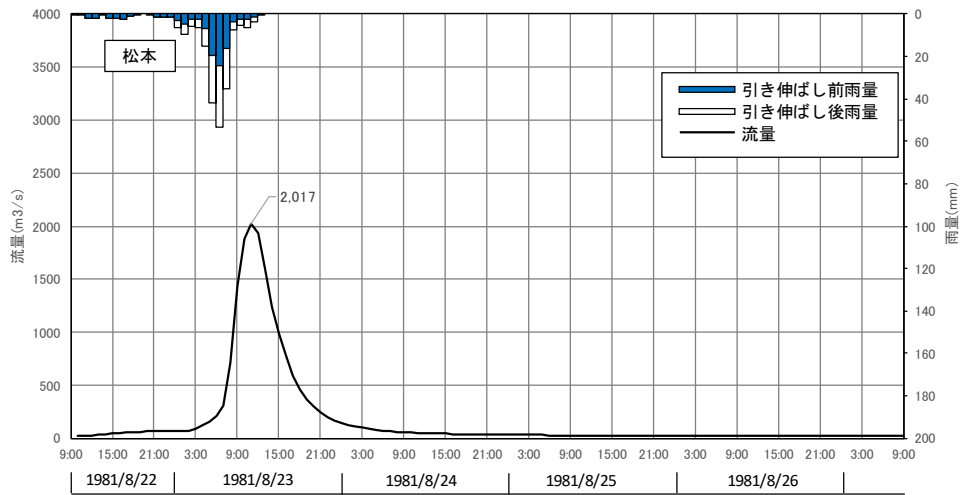


図 1-20 (5) 基本高水ハイドログラフ (S56.8 洪水、基準地点松本)

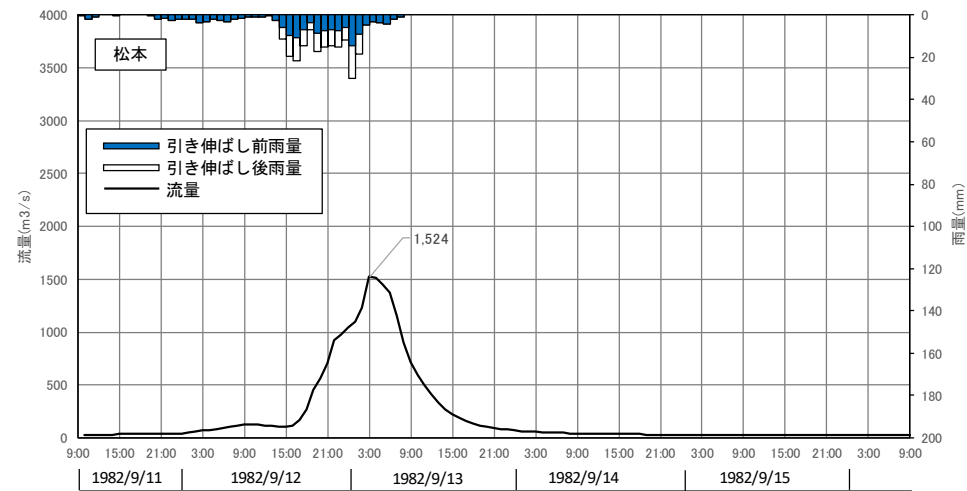


図 1-20 (6) 基本高水ハイドログラフ (S57.9 洪水、基準地点松本)

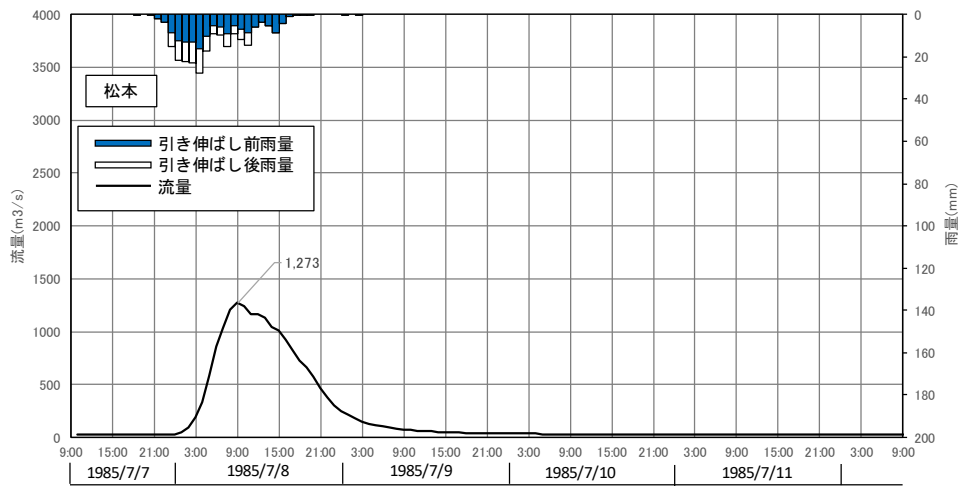


図 1-20 (7) 基本高水ハイドログラフ (S60.7 洪水、基準地点松本)

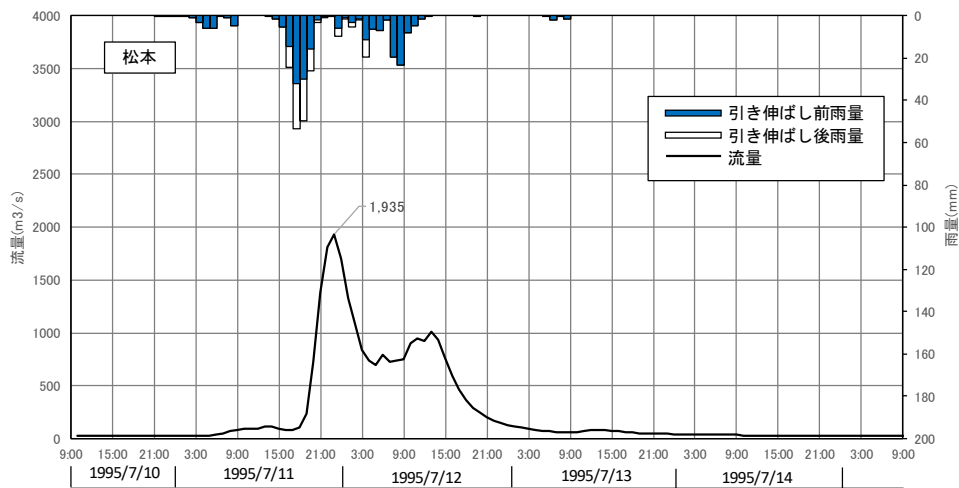


図 1-20 (8) 基本高水ハイドログラフ (H7.7 洪水、基準地点松本)

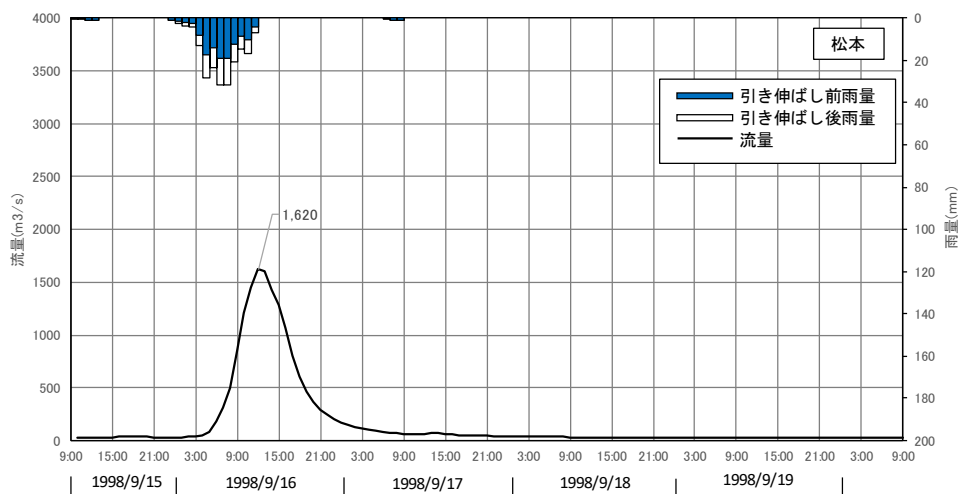


図 1-20 (9) 基本高水ハイドログラフ (H10.9 洪水、基準地点松本)

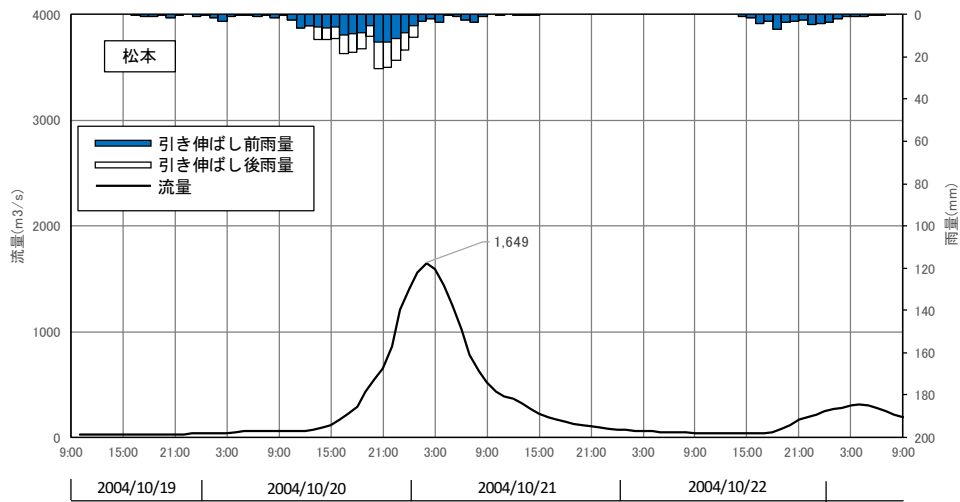


図 1-20 (10) 基本高水ハイドログラフ (H16.10 洪水、基準地点松本)

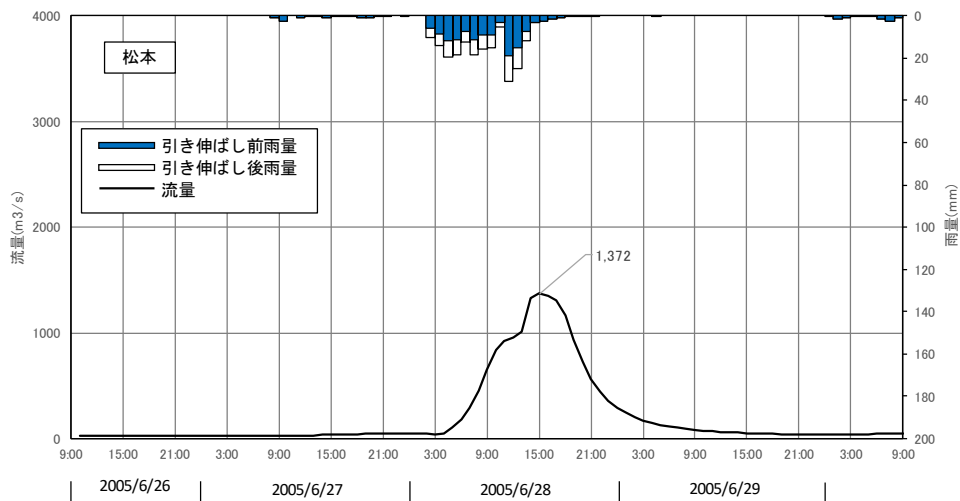


図 1-20 (11) 基本高水ハイドログラフ (H17.6 洪水、基準地点松本)

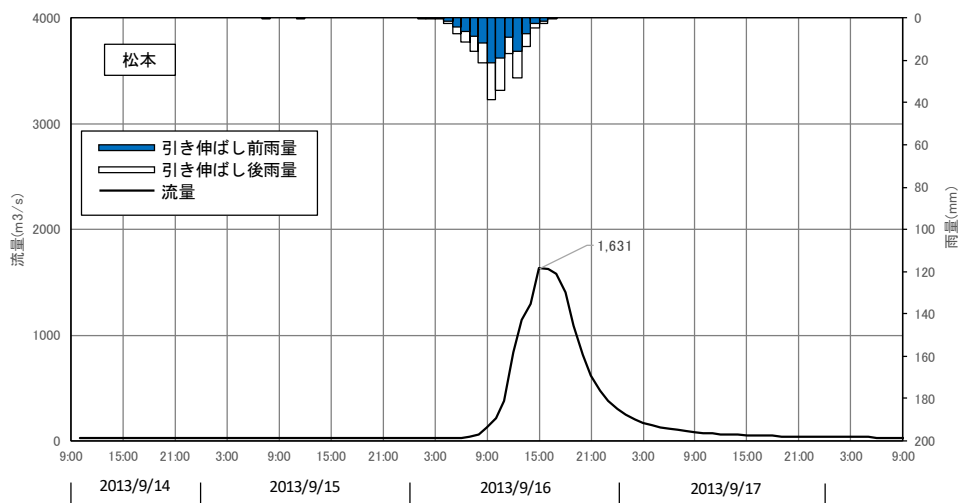


図 1-20 (12) 基本高水ハイドログラフ (H25.9 洪水、基準地点松本)

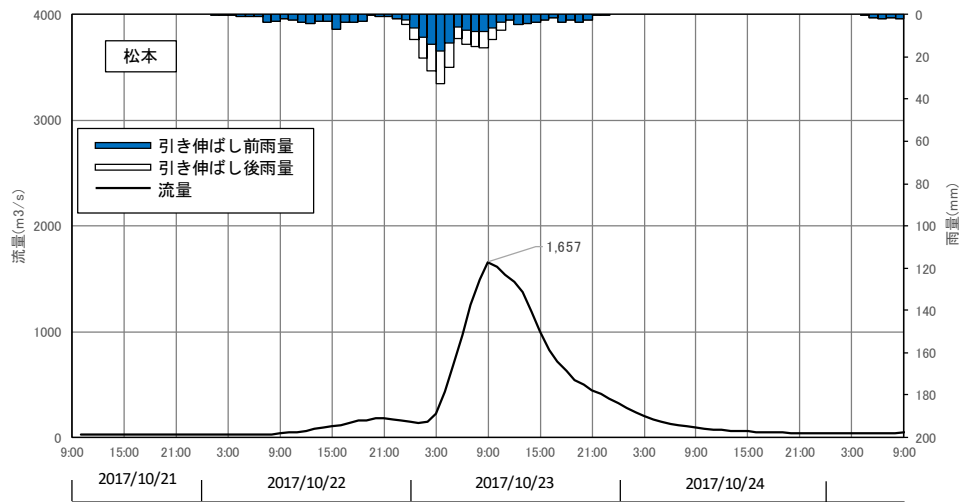


図 1-20 (13) 基本高水ハイドログラフ (H29.10 洪水、基準地点松本)

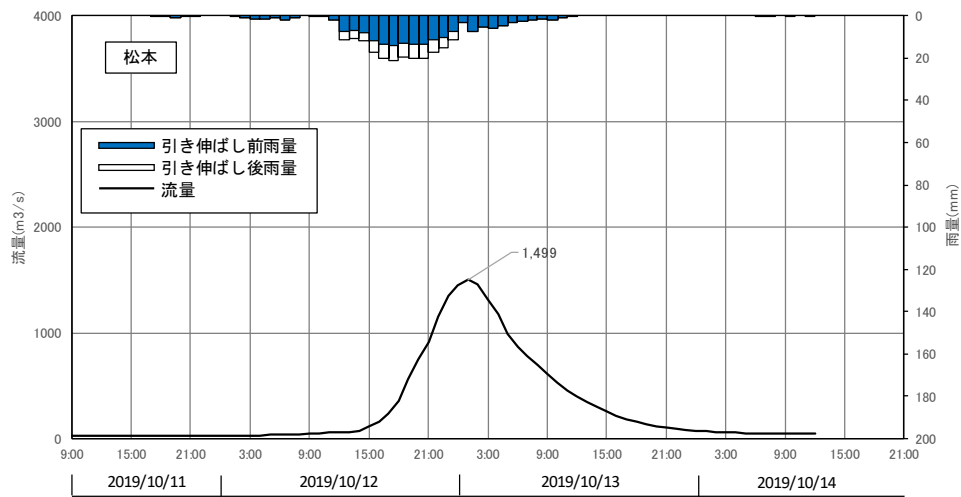


図 1-20 (14) 基本高水ハイドログラフ (R1.10 洪水、基準地点松本)

(2) アンサンブル予測降雨波形を用いた検討

1) アンサンブル予測降雨波形の抽出方法

d2PDF（将来実験：30年6SST×2摂動）、過去実験（30年×12摂動）の年最大雨量標本（360年×2実験）を抽出し、流出解析を行った。

著しい引き伸ばし等によって降雨波形を歪めることがないように、計画対象降雨の降雨量近傍の10洪水を抽出した。

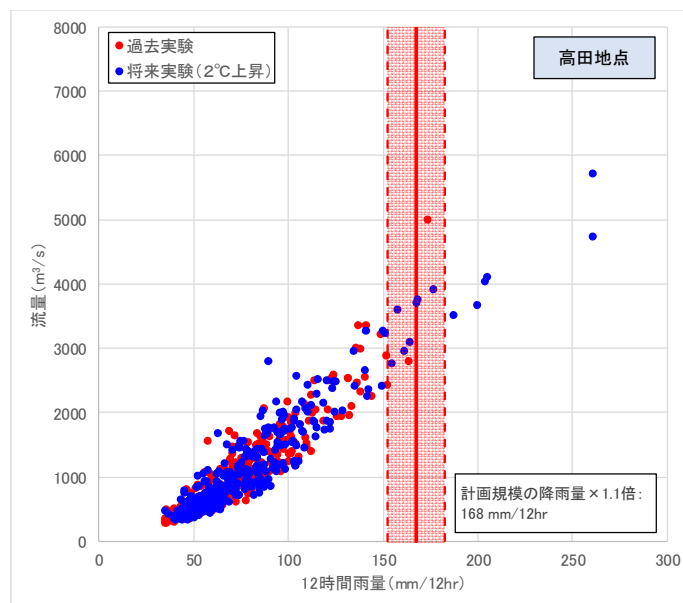


図 1-21 (1) アンサンブル予測降雨波形による流出計算結果（基準地点高田）

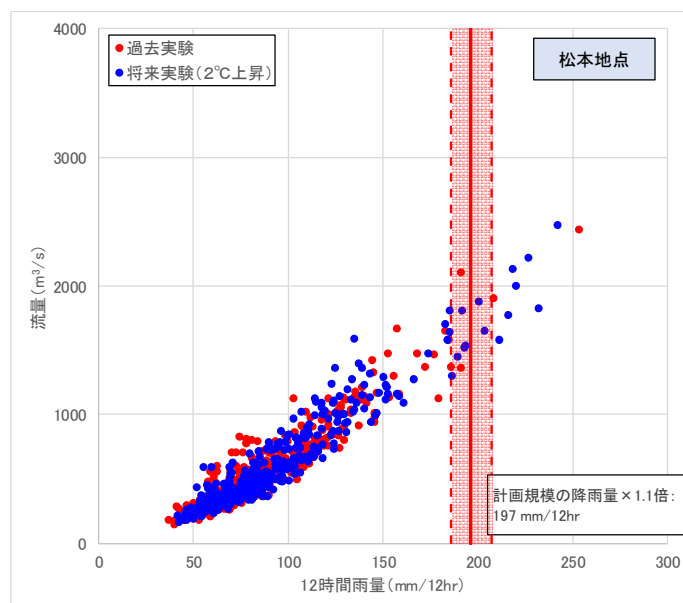


図 1-21 (2) アンサンブル予測降雨波形による流出計算結果（基準地点松本）

2) 抽出した予測降雨波形群による降雨量調節後の流量

抽出されたアンサンブル予測降雨波形の降雨量を気候変動後の 1/100 規模雨量（高田 168mm/12hr、松本 273mm/12hr）になるよう引き縮め、引き伸ばしの調整を行う。

調整したアンサンブル予測降雨波形を用いて、流出解析により基準地点高田及び基準地点松本のピーク流量を算定する。

これにより 1/100 規模の基準地点高田の流量は約 2,829m³/s～4,794m³/s、基準地点松本の流量は 1,377m³/s～2,176m³/s と推定される。

表 1-18(1) アンサンブル予測降雨波形によるピーク流量一覧（基準地点高田）

洪水名		高田地点 12時間雨量 (mm)	気候変動後 1/100雨量 (mm)	拡大率	高田地点 ピーク流量 (m ³ /s)
将来実験	HFB_2K_GF_m105_2065	167.2	168	1.002	3,728
	HFB_2K_HA_m101_2079	168.1	168	0.997	3,758
	HFB_2K_HA_m105_2066	163.8	168	1.022	3,197
	HFB_2K_MR_m105_2067	160.8	168	1.042	3,140
	HFB_2K_MI_m101_2072	176.2	168	0.951	3,686
	HFB_2K_MI_m105_2089	157.2	168	1.065	3,939
	HFB_2K_HA_m105_2062	154.5	168	1.084	3,066
過去実験	HPB_m022_2008	163.4	168	1.025	2,888
	HPB_m006_1983	173.5	168	0.965	4,794
	HPB_m009_1991	152.3	168	1.100	2,829

表 1-18(2) アンサンブル予測降雨波形によるピーク流量一覧（基準地点松本）

洪水名		松本地点 12時間雨量 (mm)	気候変動後 1/100雨量 (mm)	拡大率	松本地点 ピーク流量 (m ³ /s)
将来実験	HFB_2K_HA_m105_2080	193.4	197	1.016	1,564
	HFB_2K_MI_m105_2064	192.8	197	1.019	1,554
	HFB_2K_GF_m101_2066	200.7	197	0.979	1,829
	HFB_2K_HA_m105_2079	191.3	197	1.027	1,870
	HFB_2K_GF_m105_2065	203.3	197	0.967	1,589
	HFB_2K_MI_m105_2088	189.2	197	1.039	1,521
	HFB_2K_MP_m101_2063	186.0	197	1.057	1,377
過去実験	HPB_m001_1988	190.9	197	1.029	2,176
	HPB_m008_1998	190.9	197	1.029	1,406
	HPB_m007_2010	185.8	197	1.058	1,462

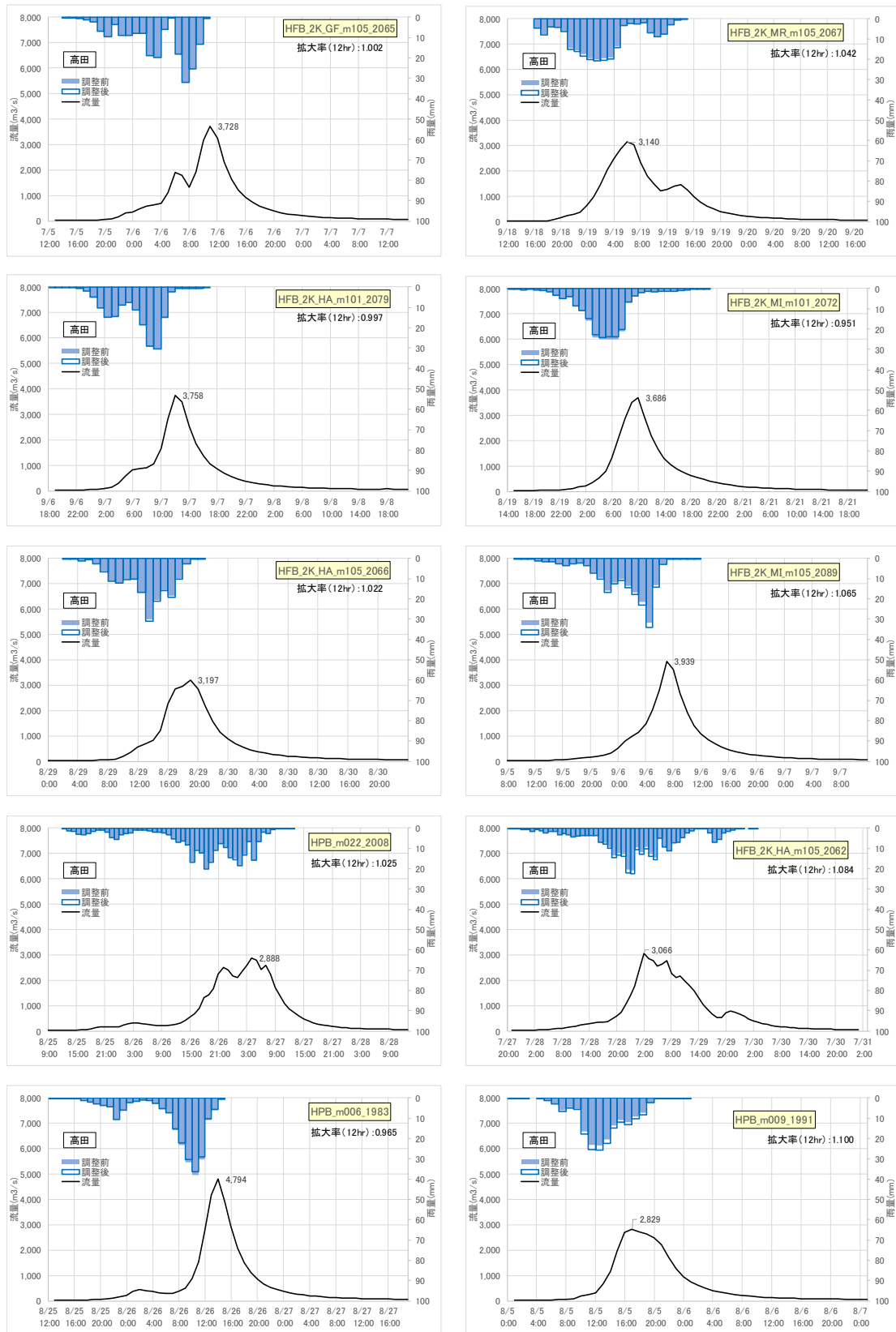


図 1-22 アンサンブル予測降雨波形による流出計算結果 (基準地点高田)

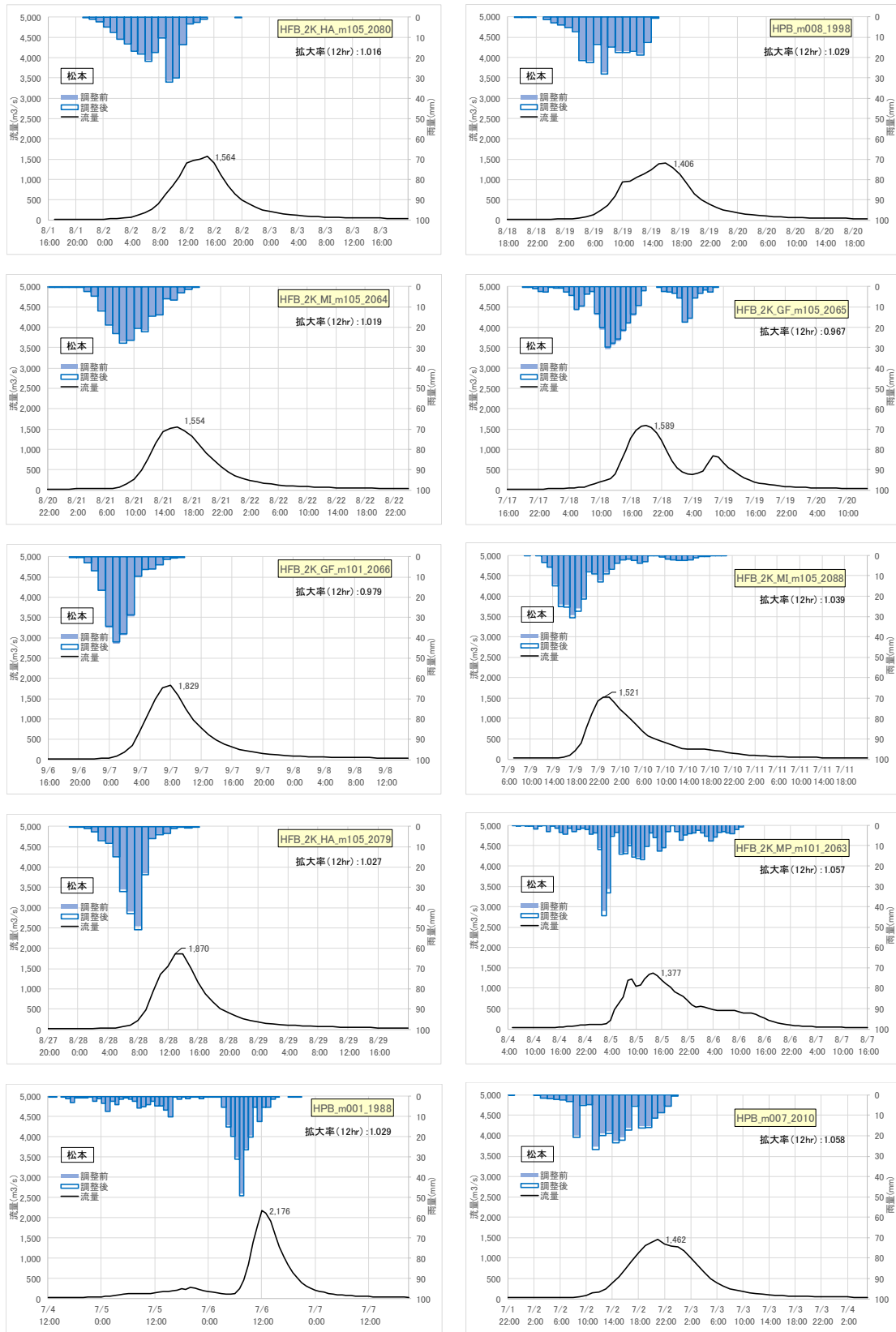


図 1-23(1) アンサンブル予測降雨波形による流出計算結果 (基準地点松本)

3) 棄却された実績引き伸ばし降雨における発生の可能性検討

気候変動による降雨パターンの変化（特に小流域集中度の変化）により、これまでの手法で棄却されていた実績引き伸ばし降雨波形の発生が十分予想される場合がある。このため、基準地点高田においてこれまでの手法で棄却されていた実績引き伸ばし降雨波形を、当該水系におけるアンサンブル予測降雨波形による降雨パターンと照らし合わせる等により再検証を実施する。



図 1-24 空間分布のチェック

a) 空間分布のチェック

d2PDF (将来気候) から計画規模の降雨量近傍のアンサンブル予測降雨波形を抽出し、各波形について、「基準地点上流域の流域平均雨量に対する小流域の流域平均雨量の比率」(小流域の流域平均雨量 / 基準地点上流域平均雨量) を求める。

棄却した引き伸ばし降雨波形も同様に比率を求め、実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル予測降雨波形による比率を下回っている場合は、対象降雨波形に含めることを検討した。

その結果、基準地点高田で棄却された3洪水のうち、2洪水は実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル予測降雨波形による比率を上回り、アンサンブル予測降雨波形と比較しても生起し難いことを確認した。

表 1-19 雨量の比率 (アンサンブル予測降雨波形)

洪水	高田地点上流域	流域A(関川上流域)		流域B(関川上流~二子島)		流域C(別所川等)		流域D(矢代川等)		流域E(青田川放水路等)		流域F(正善寺川等)	
	717.2km ²	124.6km ²		272.2km ²		186.6km ²		119.6km ²		14.2km ²		58.5km ²	
d4PDF アンサンブル	予測雨量① (mm/12hr)	予測雨量② (mm/12hr)	比率 ②/①	予測雨量③ (mm/12hr)	比率 ③/①	予測雨量④ (mm/12hr)	比率 ④/①	予測雨量⑤ (mm/12hr)	比率 ⑤/①	予測雨量⑥ (mm/12hr)	比率 ⑥/①	予測雨量⑦ (mm/12hr)	比率 ⑦/①
HFB_2K_GF_m105_2065	167.2	144.6	0.86	139.1	0.83	194.2	1.16	212.8	1.27	164.9	0.99	160.4	0.96
HFB_2K_HA_m101_2079	168.1	159.7	0.95	153.8	0.91	137.0	0.81	247.5	1.47	253.9	1.51	222.7	1.32
HFB_2K_HA_m105_2066	163.8	175.4	1.07	130.3	0.80	147.3	0.90	249.6	1.52	199.8	1.22	188.8	1.15
HFB_2K_MR_m105_2067	160.8	174.3	1.08	162.9	1.01	125.8	0.78	198.5	1.23	142.1	0.88	117.5	0.73
HFB_2K_ML_m101_2072	176.2	82.9	0.47	155.2	0.88	241.6	1.37	216.6	1.23	197.6	1.12	149.5	0.85
HFB_2K_ML_m105_2089	157.2	125.1	0.80	162.0	1.03	141.5	0.90	200.8	1.28	187.7	1.19	152.7	0.97
HFB_2K_HA_m105_2062	154.5	150.1	0.97	147.3	0.95	153.0	0.99	178.5	1.16	149.9	0.97	150.9	0.98

: 最大比率

表 1-20 雨量の比率 (棄却した実績引き伸ばし降雨波形)

棄却した 実績洪水	高田地点上流域			流域A(関川上流域)		流域B(関川上流~二子島)		流域C(別所川等)		流域D(矢代川等)		流域E(青田川放水路等)		流域F(正善寺川等)	
	実績雨量 (mm/12hr)	計画降雨量① (mm/12hr)	拡大率	拡大後雨量② (mm/12hr)	比率 ②/①	拡大後雨量③ (mm/12hr)	比率 ③/①	拡大後雨量④ (mm/12hr)	比率 ④/①	拡大後雨量⑤ (mm/12hr)	比率 ⑤/①	拡大後雨量⑥ (mm/12hr)	比率 ⑥/①	拡大後雨量⑦ (mm/12hr)	比率 ⑦/①
S40.9.16	127.4	168	1.315	147.8	0.88	148.3	0.89	188.9	1.13	185.8	1.11	255.2	1.52	232.2	1.39
S58.7.24	81.7	168	2.050	178.6	1.07	138.8	0.83	186.8	1.12	189.1	1.13	161.6	0.96	139.7	0.83
H7.7.10	128.5	168	1.304	233.5	1.39	162.8	0.97	134.2	0.80	162.2	0.97	158.1	0.94	144.6	0.86

: アンサンブル降雨波形と比較しても生起し難いと判断

b) 時間分布のチェック

d2PDF (将来気候) から計画規模の降雨量近傍のアンサンブル予測降雨波形を抽出し、各波形について、「対象降雨の継続時間内雨量に対する短時間雨量の比率」(短時間(例えば洪水到達時間やその 1/2 時間)の流域平均雨量 / 継続時間内の流域平均雨量)を求め。

棄却した引き伸ばし降雨波形も同様に比率を求め、実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル予測降雨波形による比率を下回っている場合は、対象降雨波形に含めることを検討する。

その結果、基準地点高田で棄却された 3 洪水のうち、2 洪水は実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル予測降雨波形による比率を上回り、アンサンブル予測降雨波形と比較しても生起し難いことを確認した。

表 1-21 雨量の比率 (アンサンブル予測降雨波形)

洪水 d2PDF アンサンブル	高田地点上流域		
	12時間予測雨量① (mm/12hr)	6時間予測雨量② (mm/6hr)	比率 ②/①
HFB_2K_GF_m105_2065	167.2	101.7	0.61
HFB_2K_HA_m101_2079	168.1	112.3	0.67
HFB_2K_HA_m105_2066	163.8	111.3	0.68
HFB_2K_MR_m105_2067	160.8	111.1	0.69
HFB_2K_MI_m101_2072	176.2	136.0	0.77
HFB_2K_MI_m105_2089	157.2	107.3	0.68
HFB_2K_HA_m105_2062	154.5	89.4	0.58



 : 最大比率

表 1-22 雨量の比率 (棄却した実績引き伸ばし降雨波形)

棄却した 実績洪水	高田地点上流域				
	実績雨量 (mm/12hr)	計画降雨量① (mm/12hr)	拡大率	6時間雨量② (mm/6hr)	比率 ②/①
S40.9.16	127.4	168	1.315	113.7	0.68
S58.7.24	81.7	168	2.050	155.0	0.93
H7.7.10	128.5	168	1.304	131.9	0.79

 : アンサンブル降雨波形と比較しても生起し難いと判断

4) 主要洪水群に不足する降雨パターンの確認

基本高水の設定に用いる計画対象の降雨波形群は、対象流域において大規模洪水を生起し得る様々なパターンの降雨波形等を含んでいる必要がある。

これまでは、実際に生じた降雨波形のみを計画対象の降雨波形としてきたが、気候変動等による降雨特性の変化によって、追加すべき降雨波形がないかを確認する必要があった。

このため、アンサンブル予測降雨波形を用いて降雨寄与率の分析を行い、将来発生頻度が高まるものの計画対象の実績降雨波形が含まれていないパターンの確認を実施した。波形パターンの解析にはクラスター分析を用いた。関川流域では、アンサンブル将来予測降雨波形群を対象に、5つのクラスターに分類された。

基準地点高田及び基準地点松本で選定された計画対象降雨波形についてクラスター分析を行った結果、基準地点高田、基準地点松本ともにクラスター1、2、4、5と評価された。

基準地点高田では、アンサンブル将来予測波形のうち、対象波形に含まれないクラスター3に該当する1洪水を計画降雨量近傍から抽出し、気候変動を考慮した1/100確率規模の降雨量まで引伸ばして、流出計算モデルにより流出量を算出し、基本高水流量の検討に用いる。

また、基準地点松本では、アンサンブル将来予測波形のうち、対象波形に含まれないクラスター3に該当する1洪水を計画降雨量近傍から抽出し、気候変動を考慮した1/100確率規模の降雨量まで引伸ばして、流出計算モデルにより流出量を算出し、基本高水流量の検討に用いる。

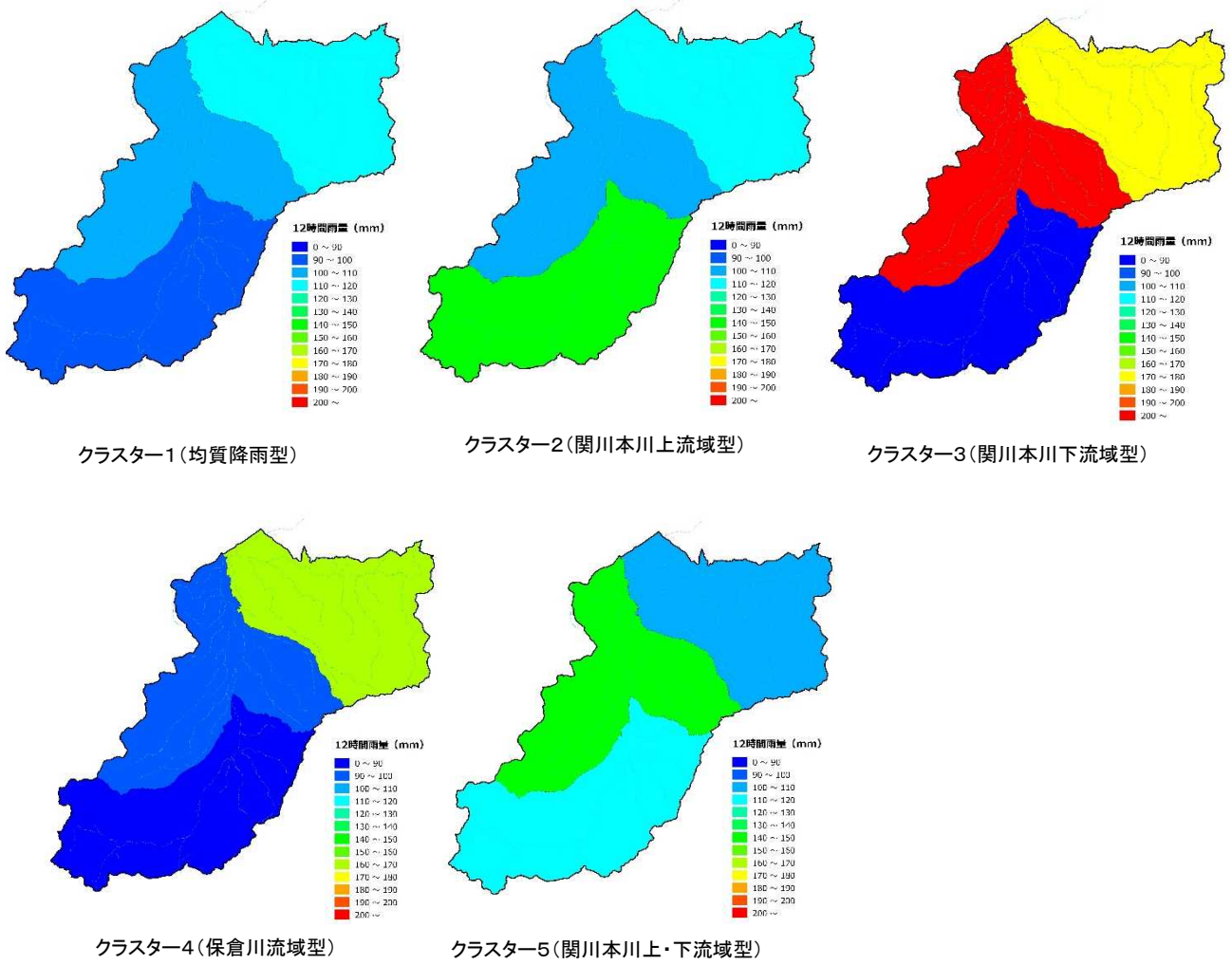


図 1-25 降雨パターンの分析結果

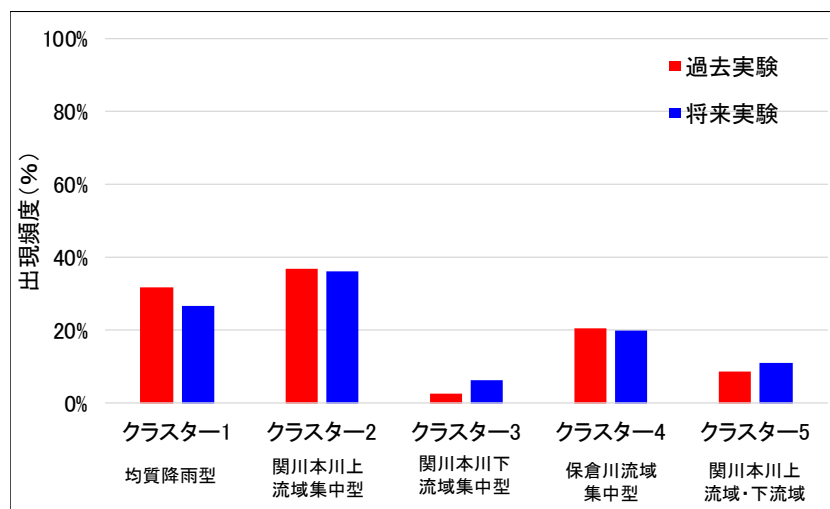


図 1-26 出現頻度

表 1-23 主要洪水のクラスター分析結果

洪水	クラスター 番号	主要洪水	
		高田地点	松本地点
s390711	1	—	○
s400916	1	×	○
s430628	1	—	○
s440808	2	—	○
s450806	4	○	—
s560822	2	○	○
s570911	5	○	○
s580724	5	×	—
s600707	1	○	○
h070710	2	×	○
h100915	1	—	○
H161021	2	○	○
H170628	4	—	○
H250915	5	○	○
H291023	5	○	○
R011012	2	○	○

○：対象波形、×：棄却波形
—：非選定

表 1-24 クラスター分析により主要洪水群に不足する降雨波形

【高田地点】

洪水名	クラスター	高田地点 12時間雨量 (mm)	計画降雨量 (mm)	拡大率	高田地点 ピーク流量 (m ³ /s)
HFB_2K_MI_m105_2078	3	149.5	168	1.121	3,818

【松本地点】

洪水名	クラスター	松本地点 12時間雨量 (mm)	計画降雨量 (mm)	拡大率	松本地点 ピーク流量 (m ³ /s)
HFB_2K_MP_m101_2063	3	186.0	197	1.057	1,377

(3) 既往洪水からの検討

関川水系で大きな被害をもたらした平成7年（1995年）7月洪水では、基準地点高田の流量は約 $2,580\text{m}^3/\text{s}$ と推定され、また、昭和40年（1965年）9月洪水では、基準地点松本の流量は約 $1,160\text{m}^3/\text{s}$ と推定される。

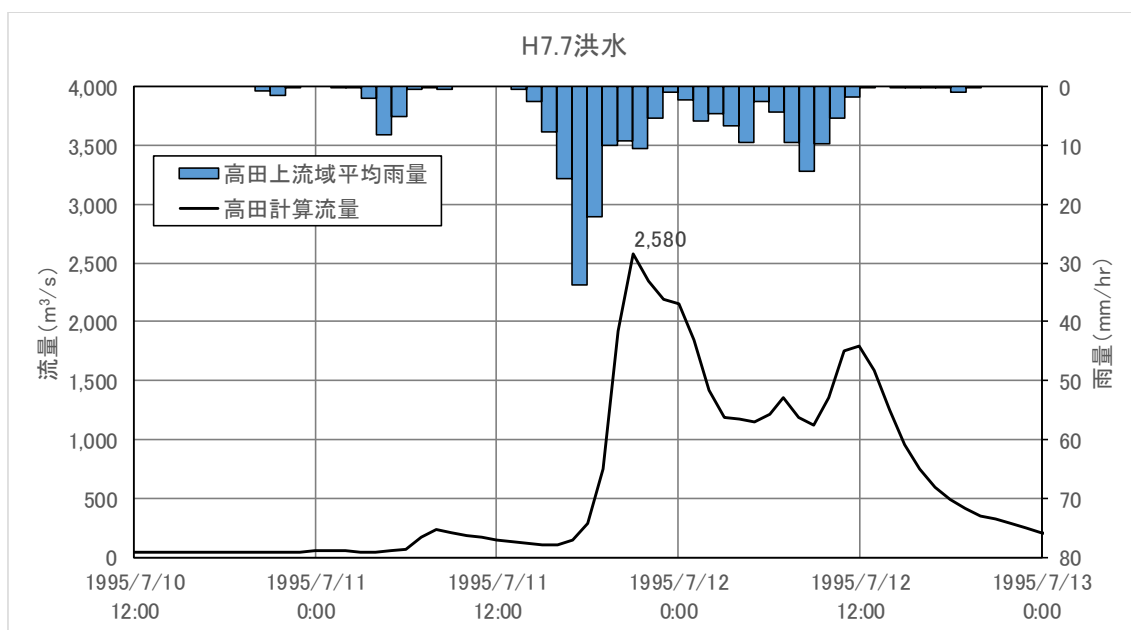


図 1-27 平成7年（1995年）7月洪水 推定結果（基準地点高田）

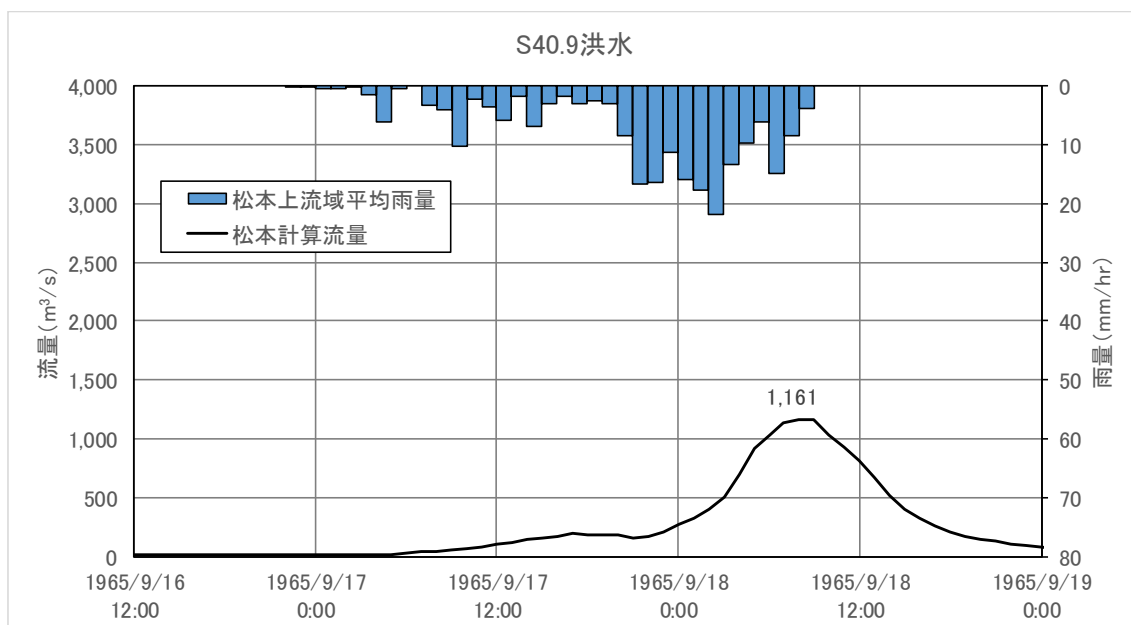


図 1-28 昭和40年（1965年）9月洪水 推定結果（基準地点松本）

また、過去 150 年にさかのぼって大規模な浸水被害等の記録がある洪水として、明治 30 年（1897 年）8 月洪水を選定した。この洪水では、上越市内の被害状況や浸水深が記録されており、関川においては、当時の直江津町（現上越市）において約 800 戸が浸水し、浸水深の深いところでは、床上浸水四尺余（約 1.2m）に達したとの記録がある。また保倉川においても、当時の南川村（現上越市）で床上浸水 167 戸に及ぶ浸水被害の記録がある。

関川については、この記録をもとに直江津地区の浸水実績図を作成するとともに、基準地点高田における明治 30 年 8 月洪水に類似した近年の昭和 51 年（1976 年）8 月降雨波形を用いて、明治 30 年当時の築堤状況や堤内地状況を推定して、氾濫再現計算を実施した。その結果、高田地点のピーク流量が 4,000～4,500m³/s の場合の氾濫で、明治 30 年 8 月洪水の実際の浸水範囲及び浸水深と概ね一致していることを確認した。

保倉川についても、この記録をもとに保倉川下流部の浸水実績図を作成するとともに、基準地点松本における明治 30 年 8 月洪水に類似した近年の昭和 51 年（1976 年）8 月降雨波形を用いて、明治 30 年当時の築堤状況、堤内地状況等を推定して、氾濫再現計算を実施した。その結果、松本地点のピーク流量が 1,900～2,000m³/s の場合の氾濫で、明治 30 年 8 月洪水の実際の浸水範囲及び浸水深と概ね一致することを確認した。

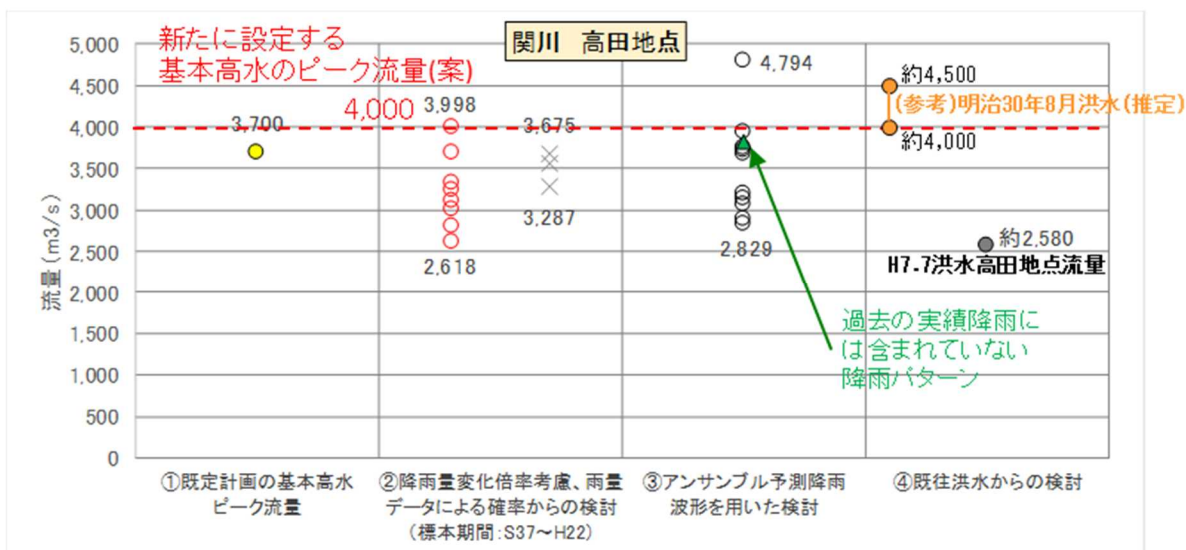
以上より、明治 30 年 8 月洪水は関川の高田地点のピーク流量が 3,700m³/s 相当、保倉川松本地点のピーク流量が 1,900m³/s 相当であったと推定した。

（出典）直江津町史、直江津小学校沿革史、明治 30 年 8 月 7 日新潟新聞

(4) 総合的判断による基本高水のピーク流量の決定

今後想定される気候変動の影響による水災害リスクの増大を考慮し、気候変動シナリオ RCP2.6 (2°C上昇相当) を想定した将来の降雨量の変化倍率 1.1 倍を考慮して、以下のように様々な手法による検討結果を総合的に判断した結果、雨量データによる確率からの検討により算出された流量のうち短時間あるいは小流域において著しい引き伸ばしとなっている洪水を除き最大となる流量を基本高水のピーク流量として決定した。

その結果、関川水系における基本高水のピーク流量は、基準地点高田で 4,000m³/s、基準地点松本で 2,100m³/s となる。



【凡例】

②雨量データによる確率からの検討:降雨量変化倍率(2°C上昇時の降雨量の変化倍率 1.1 倍)を考慮した検討

× : 短時間及び小流域において著しい引き伸ばしとなっている洪水

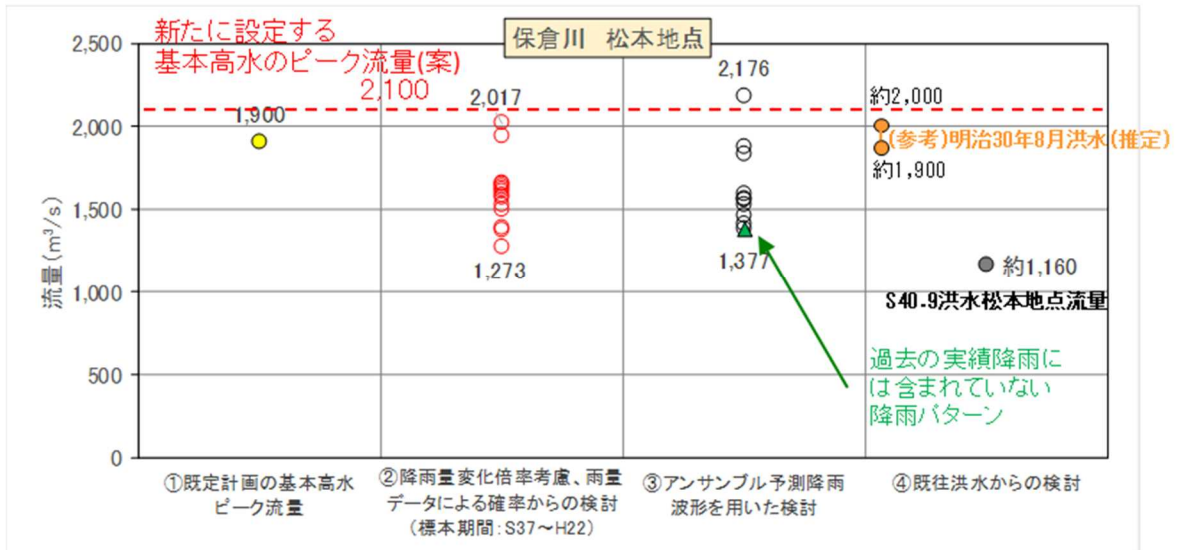
③アンサンブル予測降雨波形を用いた検討:計画対象降雨の降雨量(168mm/12h)近傍の洪水を抽出

○ : 気候変動予測モデルによる将来気候(2°C上昇)のアンサンブル降雨波形

▲ : 過去の実績降雨(主要降雨波形群)には含まれていない降雨パターン

(高田地点では、計画降雨量近傍のクラスター3に該当する1洪水を抽出)

図 1-29 基本高水の設定に係る総合的判断(基準地点高田)



【凡例】

- ②雨量データによる確率からの検討: 降雨量変化倍率 (2°C上昇時の降雨量の変化倍率 1.1 倍) を考慮した検討
- ③アンサンブル予測降雨波形を用いた検討: 計画対象降雨の降雨量 (197mm/12h) 近傍の洪水を抽出
 - : 気候変動予測モデルによる将来気候 (2°C上昇) のアンサンブル降雨波形
 - ▲ : 過去の実績降雨 (主要降雨波形群) には含まれていない降雨パターン (松本地点では、計画降雨量近傍のクラスター3 に該当する 1 洪水を抽出)

図 1-30 基本高水の設定に係る総合的判断 (基準地点松本)

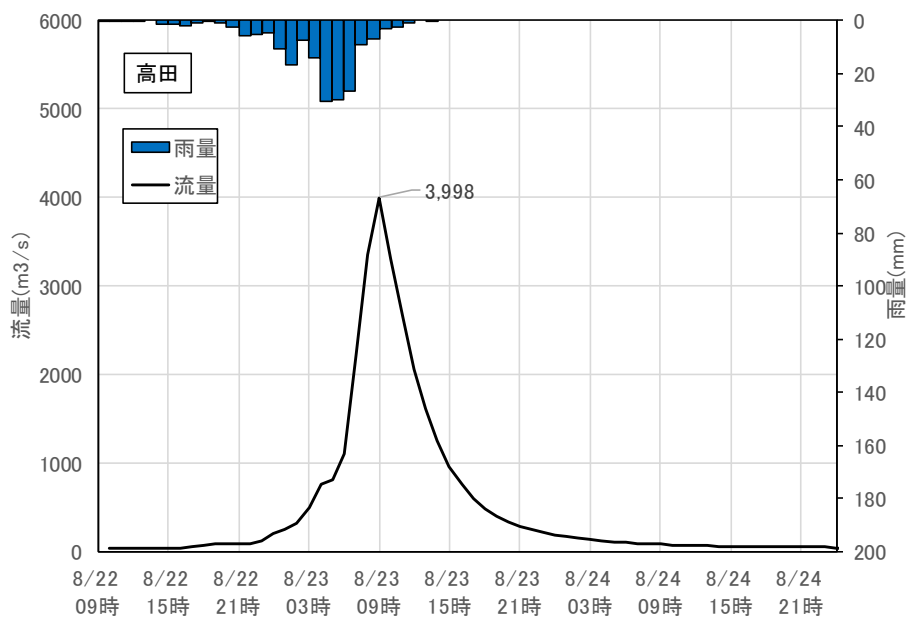


図 1-31 基本高水のピーク流量ハイドログラフ
(昭和 56 年 (1981 年) 8 月洪水 : 基準地点高田)

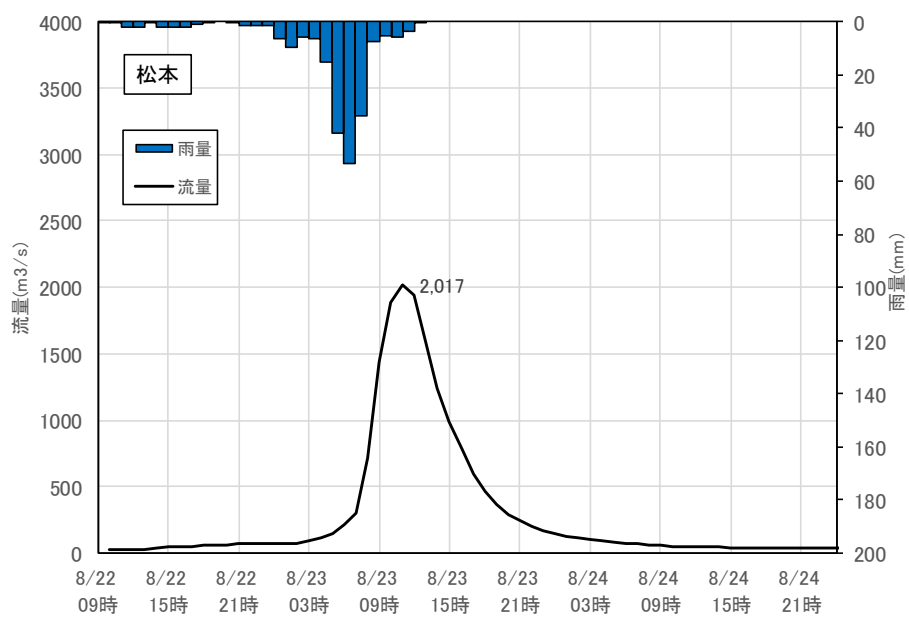


図 1-32 基本高水のピーク流量ハイドログラフ
(昭和 56 年 (1981 年) 8 月洪水 : 基準地点松本)

2. 高水処理計画

関川の既定計画における高水処理計画は、関川基準地点高田、保倉川基準地点松本における基本高水のピーク流量 $3,700\text{m}^3/\text{s}$ 、 $1,900\text{m}^3/\text{s}$ に対し、保倉川においては洪水処理施設により $700\text{m}^3/\text{s}$ を調節し、 $3,700\text{m}^3/\text{s}$ 、 $1,200\text{m}^3/\text{s}$ を河道で処理する計画としている。

今回、気候変動による降雨量への影響を踏まえ、新たに関川基準地点高田、保倉川基準地点松本における基本高水のピーク流量を見直した結果、既定計画の $3,700\text{m}^3/\text{s}$ 、 $1,900\text{m}^3/\text{s}$ を $4,000\text{m}^3/\text{s}$ 、 $2,100\text{m}^3/\text{s}$ にそれぞれ変更する計画としている。

なお、河道と洪水調節施設等への配分の検討に用いる降雨波形は、計画規模の降雨量まで実績降雨を引き伸ばすことにより得られた主要降雨波形群を用いた。

関川の河川改修は、既定計画の計画高水流量 $3,700\text{m}^3/\text{s}$ （高田地点）を目標に、過去に大規模な家屋移転を伴った引堤が実施され、既に橋梁・樋門等多くの構造物が完成しており、堤防の背後には市街地形成されている。

また、保倉川の河川改修は、既定計画の計画高水流量 $1,200\text{m}^3/\text{s}$ （松本地点）を目標に、過去に大規模な家屋移転を伴った引堤が実施され、既に橋梁・樋門・マリーナ等多くの構造物が完成しており、堤防の背後には市街地が形成されている。

このため、堤防の嵩上げや再引堤による社会的影響、河道掘削による河川環境の改変や将来河道の維持を考慮すると、河道で処理可能な流量は関川基準地点高田において $3,700\text{m}^3/\text{s}$ 、保倉川基準地点松本において $1,200\text{m}^3/\text{s}$ である。

高水処理計画上の洪水調節施設等としては、流域の地形や土地利用状況、平成 27～29 年度の関川流域委員会の関川・保倉川治水対策検討部会の検討、流域治水等の視点等も踏まえ、現時点で考えられる治水対策案の可能性を検討し、各治水対策案の特徴、考慮すべき事項等の確認を行い、関川では流域の地形、土地利用状況等を踏まえた洪水調節施設等により対応することとし、保倉川では既定計画に位置付けられている放水路の追加対策（拡幅等）により対応することとする。

なお、関川における高水処理計画上の洪水調節施設等については、その配置の可能性を概略検討し、可能性があるとの結果が得られているが、具体的には、流域の土地利用や雨水の貯留・遊水機能の今後の具体的な検討、取組状況を踏まえ、技術的、社会的及び経済的な見地から、具体的な施設配置等を今後検討していく。

3. 計画高水流量

① 関川

計画高水流量は、基準地点高田において $3,700\text{m}^3/\text{s}$ とする。さらに、保倉川からの流入量を合わせ、河口まで $4,800\text{m}^3/\text{s}$ とする。支川矢代川については $800\text{m}^3/\text{s}$ とする。

② 保倉川

計画高水流量は、放水路へ $900\text{m}^3/\text{s}$ を分派することにより、基準地点松本において $1,200\text{m}^3/\text{s}$ とし、その下流で支川からの流入量を合わせて、関川合流点において $1,300\text{m}^3/\text{s}$ とする。

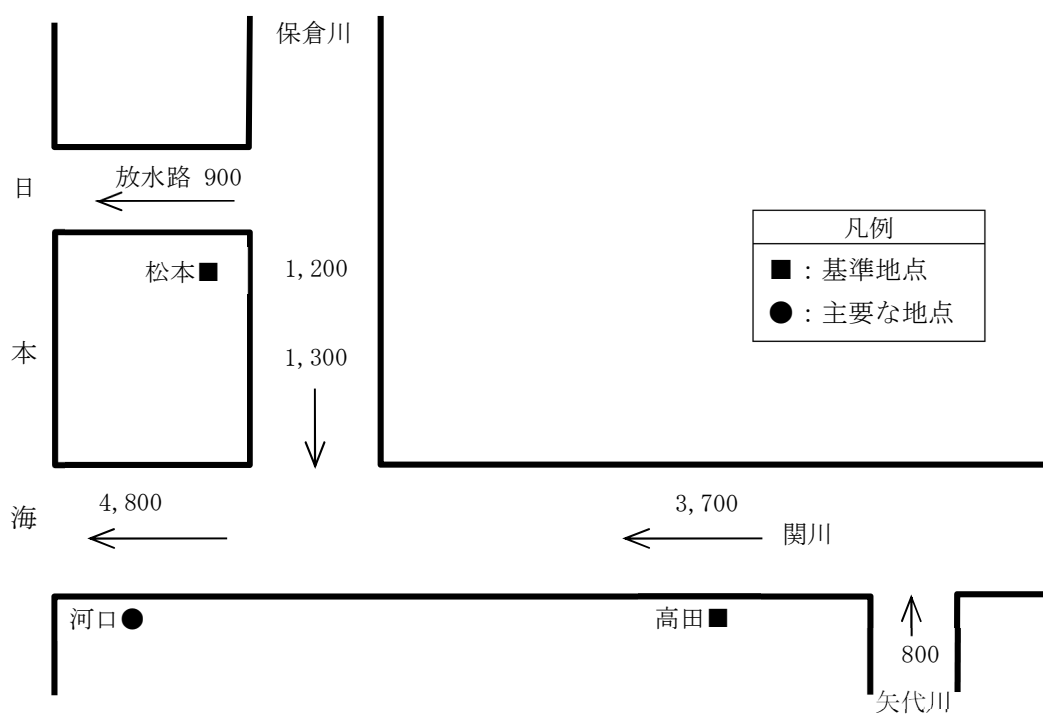


図 3-1 関川計画高水流量図 (単位 : m^3/s)

4. 河道計画

河道計画は、以下の理由により現況の河道法線及び縦断勾配を重視し、流下能力が不足する区間については、河川環境等に配慮しながら必要な河積（洪水を安全に流下させるための断面）を確保する。

- ①大臣管理区間の堤防は全川にわたってほぼ完成していること。
- ②計画高水位を上げることは、破堤時における被害を増大させることになるため、沿川の市街地状況を考慮すると避けるべきであること。
- ③既定計画の計画高水位に基づいて、多数の橋梁や樋門等の構造物が完成していること。また、計画高水位を上げることは堤内地での内水被害を助長させること。

計画縦断図を図 4-1、4-2 に示すとともに、主要な地点における計画高水位、及び概ねの川幅を表 4-1 に示す。

表 4-1 主要な地点における計画高水位一覧表

河川名	地点名	※河口又は合流点 からの距離 (km)	計画高水位 T. P. (m)	川幅 (m)
関川	高田	8.4	9.28	208
	河口	0.0	1.80	210
保倉川	松本	関川合流点から 3.1	4.85	74

注) T. P. : 東京湾中等潮位

※基点からの距離

計画高潮位については、海岸管理者と連携し、気候変動による予測をもとに平均海面水位の上昇量や潮位偏差の増加量を適切に評価し、海岸保全基本計画との整合を図りながら必要に応じて設定を行う。

5. 河川管理施設等の整備の状況

(1) 堤防

堤防整備の現状の現状（令和4年（2022年）3月現在）は下表のとおりである。

表 5-1 堤防整備の現状

種 別	延長 (km)
完 成 堤 防	26.5 (99.7%)
暫 定 堤 防	0.1 (0.3%)
未 施 工 区 間	0.0 (0.0%)
堤防不必要区間	0.0
計	26.6

※延長は、大臣管理区間（保倉川を含む）左右岸の計である。

(2) 洪水調節施設

なし

(3) 排水機場等

河川管理施設 : 4.5m³/s

※大臣管理区間の施設のみである。

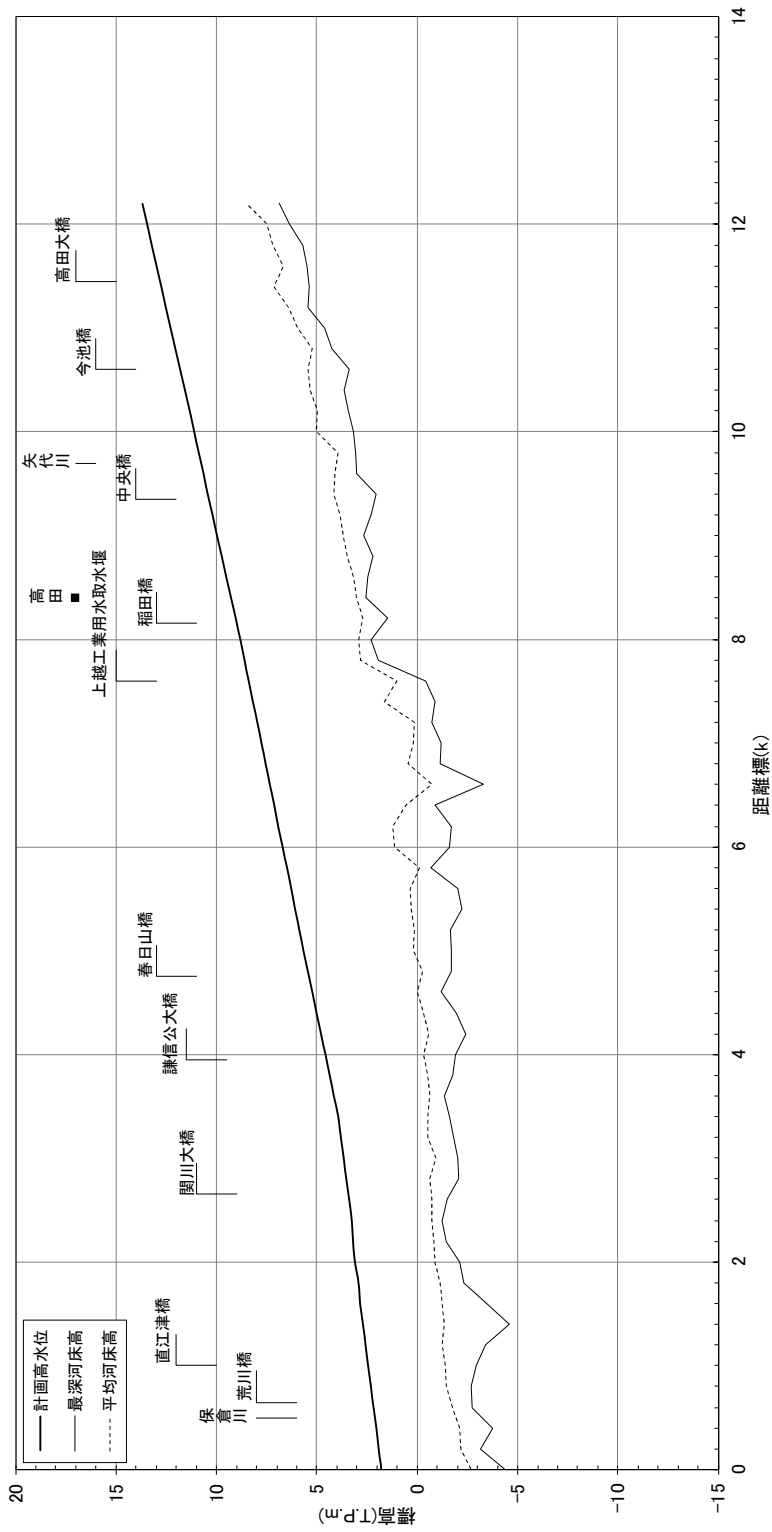
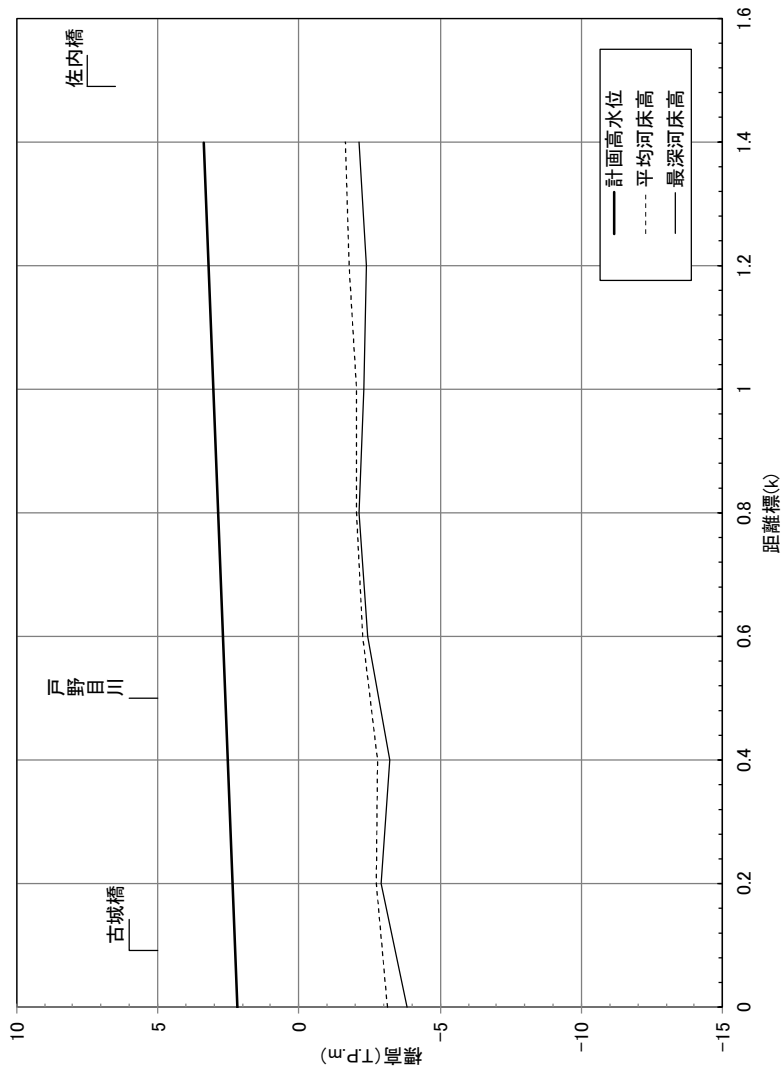


図 4-1 関川計画縦断面図



計画高水位(T.P.m)	2.16	2.33	2.51	2.68	2.86	3.03	3.20	3.38
平均河床高(T.P.m)	-3.12	-2.76	-2.77	-2.25	-2.02	-2.03	-1.77	-1.67
最深河床高(T.P.m)	-3.84	-2.91	-3.21	-2.45	-2.15	-2.32	-2.39	-2.15
距離標(km)	0.0k	0.2k	0.4k	0.6k	0.8k	1.0k	1.2k	1.4k

図 4-2 保倉川河道縦断面図