

肝属川水系河川整備基本方針

基本高水等に関する資料(案)

令和 年 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 河川整備基本方針変更後の状況	2
1-4 新たな流出計算モデルの構築	3
1-5 基本高水のピーク流量の設定	15
1-6 対象降雨の継続時間の設定	16
1-7 河川の整備の目標となる洪水の規模及び対象降雨の降雨量の設定	28
1-8 主要降雨波形の設定	33
1-9 対象降雨の地域分布及び時間分布の検討	35
1-10 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	40
1-11 アンサンブル予測降雨波形による検討	46
1-12 既往洪水からの検討	60
1-13 総合的判断による基本高水のピーク流量の決定	61
2. 高水処理計画	63
3. 計画高水流量	64
4. 河道計画	65
5. 河川管理施設等の整備の現状	66

1. 基本高水の検討

1-1 工事実施基本計画

昭和56年（1981年）に策定された肝属川水系工事実施基本計画では、計画規模を流域の社会的・経済的重要性、想定される被害の量と質及び過去の災害履歴等を総合的に勘案して、1/100と設定し、基準地点「俣瀬」において基本高水のピーク流量を $2,500\text{m}^3/\text{s}$ と定め、洪水調節施設で $200\text{m}^3/\text{s}$ を調節し、計画高水流量を $2,300\text{m}^3/\text{s}$ と定めている。

基準地点の基本高水のピーク流量は、大出水であった昭和13年（1938年）10月洪水を対象に対象降雨となるように引き伸ばし、貯留関数法により算定され、決定されている。

1-2 河川整備基本方針

工事実施基本計画を策定以降、計画を変更するような大きな洪水は発生していない。また、既定計画策定後、水理、水文データの蓄積等を踏まえ、既定計画の基本高水のピーク流量について以下の観点から検証し、妥当と判断された。

1-2-1 年最大流量と年最大雨量の経年変化

既定計画策定後に計画を変更するような大きな洪水は発生していない。

1-2-2 流量確率評価による検証

流量確率による検証の結果、1/100規模の流量は、基準地点：俣瀬で $1,930\sim 2,530\text{m}^3/\text{s}$ と推定された。

1-2-3 既往洪水による検証

肝属川基準地点（俣瀬地点）における既往最大となる流量は、基本高水のピーク流量と同程度となる平成17年（2005年）9月洪水（約 $2,500\text{m}^3/\text{s}$ ）と推定された。

1-3 河川整備基本方針変更後の状況

平成19年（2007年）3月に既定計画を変更以降、基本高水のピーク流量（俣瀬2,500m³/s）を上回る洪水は発生していない。

【基準地点：俣瀬】

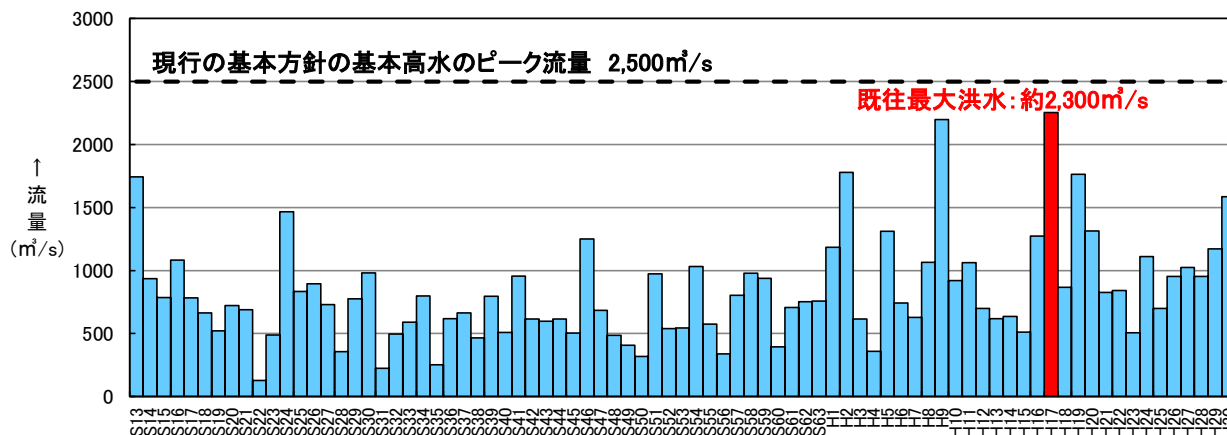


図 1-3-1 年最大流量（基準地点：俣瀬）

1-4 新たな流出計算モデルの構築

降雨を流量ハイドログラフに変換するために流出計算モデル（貯留関数法）を作成し、流域の過去の主要洪水における降雨分布特性により、モデルの定数（K、P）を同定した。なお、利水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るとともに、近年洪水における再現性の確認は、基準地点：俣瀬観測所で行うものとした。

1-4-1 モデルの概要

貯留関数法の基礎式を次に示す。

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

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

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

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 $Q_{ca}(t)$ は、基底流量 $Q_b(t)$ を含めて次の式で与える。

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

ここで、

$s(t)$ ：貯留高(mm)、 $f(t)$ ：流入係数、 $r(t)$ ：流域平均降雨強度(mm/hr)

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

$Q(t)$ ：直接流出強度(m^3/s)、A：流域面積(km^2)、 f_1 ：一次流出率

$Q_{ca}(t)$ ：流域からの流出量(m^3/s)、 $Q_b(t)$ ：基底流量(m^3/s)

を表す。

河道区間の貯留関数及び連続方程式は、それぞれ下式で表される。

$$s_l(t) = K \cdot Q_l(t)^P - Tl \cdot Q_l(t)$$

$$\frac{ds_l(t)}{dt} = I(t) - Q_l(t)$$

$$Q_l(t) = Q(t + Tl)$$

$s_l(t)$ ：みかけの河道貯留量($(m^3/s) \cdot hr$)

Q_l ：遅滞時間を考慮した流出量(m^3/s)

$Q(t)$ ：流出量(m^3/s)、 $I(t)$ ：流入量(m^3/s)、 Tl ：遅滞時間(hr)

K：定数、P：定数

1-4-2 流域及び河道分割

肝属川水系における流域分割は、降雨の時空間分布を的確に反映させることを考え、既定計画における流出計算モデルにおいて、流域及び河道分割を15流域13河道としている。

なお、利水ダムの貯留による流量低減効果を適切に反映するため、細分化を行っている。

図 1-4-1に流域分割図、図 1-4-2に流出モデル模式図を示す。

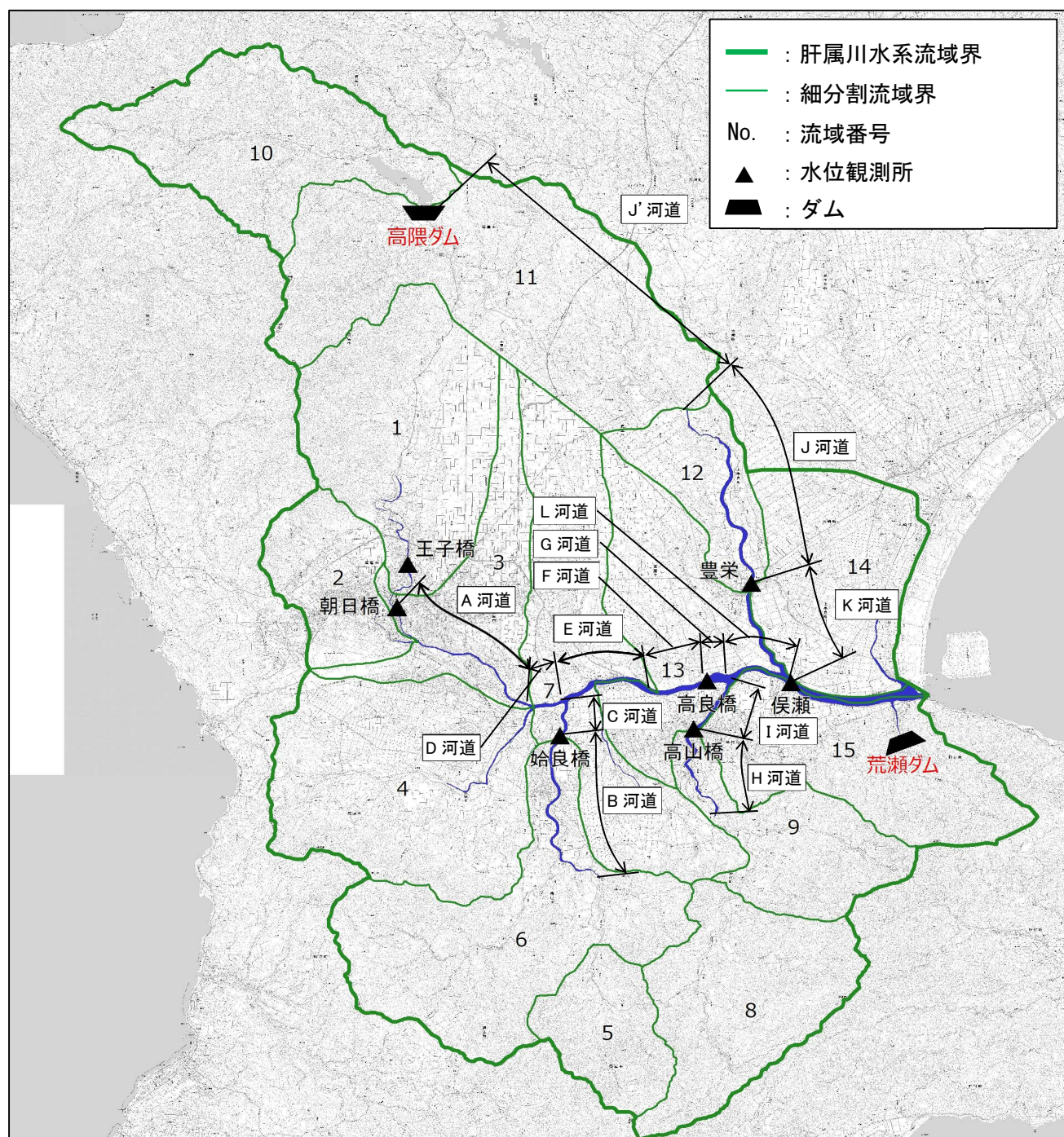


図 1-4-1 肝属川水系流域分割図

河道 No.	河川名	河道区間	河道 延長 (km)
A	肝属川	朝日橋～大始良川合流点	5.7
B	始良川	始良川上流	5.8
C	始良川	始良川下流	1.5
D	肝属川	大始良川合流点～始良川合流点	1.0
E	肝属川	始良川合流点～中山川合流点	2.3
F	肝属川	中山川合流点～高良橋	2.4
G	肝属川	高良橋～高山川合流点	1.0
H	高山川	高山川上流	4.3
I	高山川	高山川下流	1.5
J'	串良川	高隈ダム～下中	13.1
J	串良川	下中～豊栄	7.3
K	串良川	豊栄～合流点	3.5
L	肝属川	高山川合流点～俣瀬	1.9

No.	流域名	流域面積
①	朝日橋上流	49.0 km ²
②	下谷川	15.6 km ²
③	本川中流	21.6 km ²
④	大始良川	50.7 km ²
⑤	始良川上流	15.1 km ²
⑥	始良川下流	46.9 km ²
⑦	本川残流	38.9 km ²
⑧	高山川上流	34.0 km ²
⑨	高山川下流	25.0 km ²
⑩	高隅ダム上流	38.4 km ²
⑪	串良川中流	60.5 km ²
⑫	串良川下流	21.1 km ²
⑬	内水域	33.2 km ²
⑭	汐入川	31.5 km ²
⑮	荒瀬川	33.5 km ²

(15流域13河道)

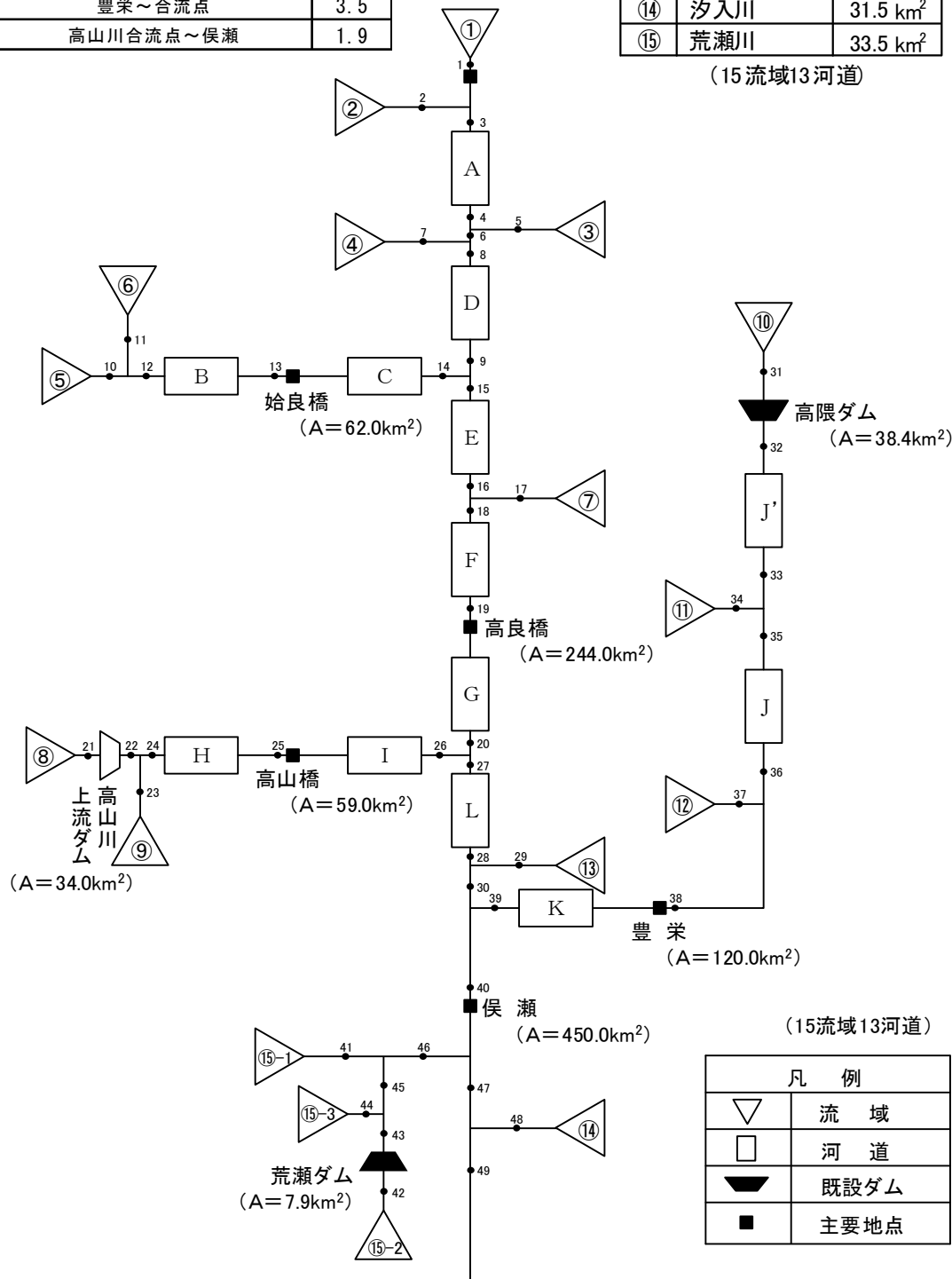


図 1-4-2 流出計算モデル模式図

1-4-3 流域定数 (f_1 、 R_{sa}) の設定

過去からの流量データの蓄積が豊富で、自然流況が把握可能な俣瀬地点における主要洪水の流域平均雨量と流量ハイドログラフを用いて基底流量と表面流出の成分分離を行い、各洪水の総雨量と総流出高の関係を整理し、 f_1 、 R_{sa} を設定した。

f_1 、 R_{sa} の検討では、各洪水の総雨量と総流出高の関係から、流出率が1となる雨量（飽和雨量）を求める必要がある。そのためには、総雨量と総流出高の大きな洪水及び比較的小さな洪水を選定する必要があることから、以下の考え方により対象洪水を選定した。

ここでは、俣瀬地点において時間流量データが存在する昭和53年（1978年）以降の洪水を対象とした。

①基準地点俣瀬における実績ピーク流量の上位10洪水

・・・総雨量と総流出高が比較的大きいと想定される洪水

②近10ヵ年程度において俣瀬地点の氾濫注意水位相当まで水位が到達した洪水、

若しくは年最大水位を記録した洪水

・・・総雨量と総流出高が比較的小さいと想定される洪水

以上の考え方により、①又は②の条件に該当する19洪水を対象とした。

表 1-4-1 流出計算 f_1 、 R_{sa} の検討対象洪水一覧

No	洪水名	対象洪水	
		俣瀬地点における 実績ピーク流量上位10洪水	近年10ヵ年において俣瀬地点では 氾濫注意水位相当まで水位が到達 した洪水もしくは年最大水位を記 録した洪水
1	H2年9月28日	○	
2	H5年8月8日	○	
3	H9年9月14日	○	
4	H16年8月28日	○	
5	H16年10月17日	○	
6	H17年9月3日	○	
7	H19年7月11日	○	
8	H20年9月15日	○	
9	H23年6月16日		○
10	H24年6月27日		○
11	H25年9月4日		○
12	H26年6月27日		○
13	H27年8月25日		○
14	H28年7月10日		○
15	H29年10月29日	○	(○)
16	H30年9月30日	○	(○)
17	R1年7月4日		○
18	R2年7月6日		○
19	R2年7月8日		○
	-	10	9 (11) 注)

注) () 書きは俣瀬地点上位10洪水との重複を含む

(1) 流出成分の分離

流域定数の設定を行う上で、実績流量のハイドログラフをもとに流出成分を分離し、流域定数解析洪水ごとに流域定数の解析地点のハイドログラフについて、ハイドログラフの低減部の指数低減性を利用する方法によって、直接流出成分と間接流出成分の分離を行い、各時刻の直接流出と基底流量を求めた。この成分分離の概念を図 1-4-3に示し、各洪水における成分分離の事例を図 1-4-5に示す。

成分分離については、ハイドログラフの低減部を片対数紙に描き、2本又は3本の直線で近似する。2本の場合はその折れ点、3本の場合には洪水の終わりから1つ目の折れ点が中間流出の終了時点と考えられている。今回は、ピーク以降の流量を3本の直線で近似し、洪水の終わりから1つ目の折れ点を直接流出の終了地点とした。

初期損失雨量の設定については、洪水の立ち上がり以前の洪水は初期損失雨量として取り扱い、総雨量に含めないものとして整理した。

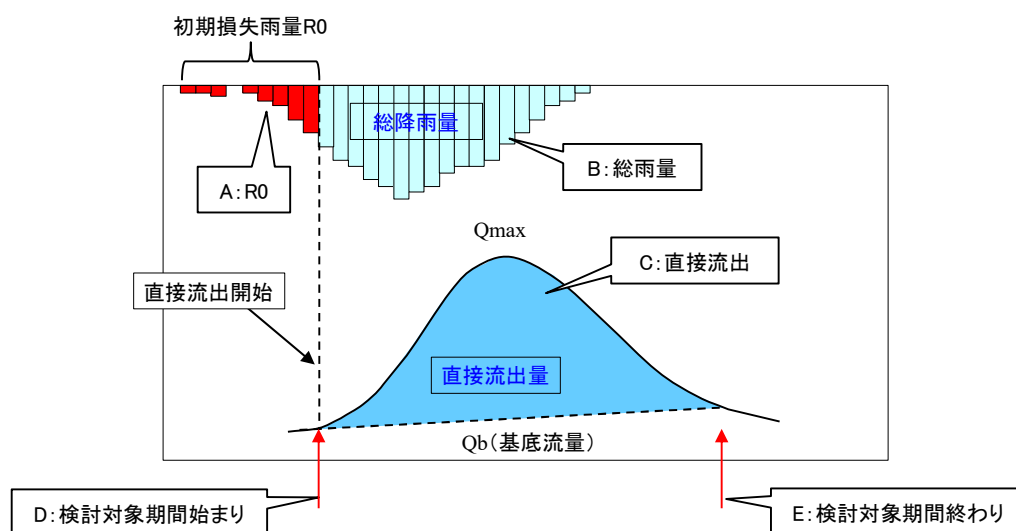


図 1-4-3 成分分離の概念図

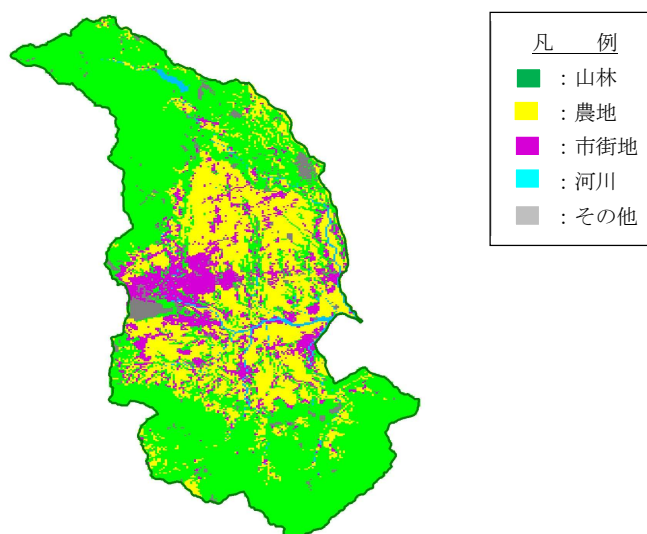


図 1-4-4 肝属川流域内土地利用分布

出典：国土数値情報 令和3年（2021年）度土地利用細分メッシュ

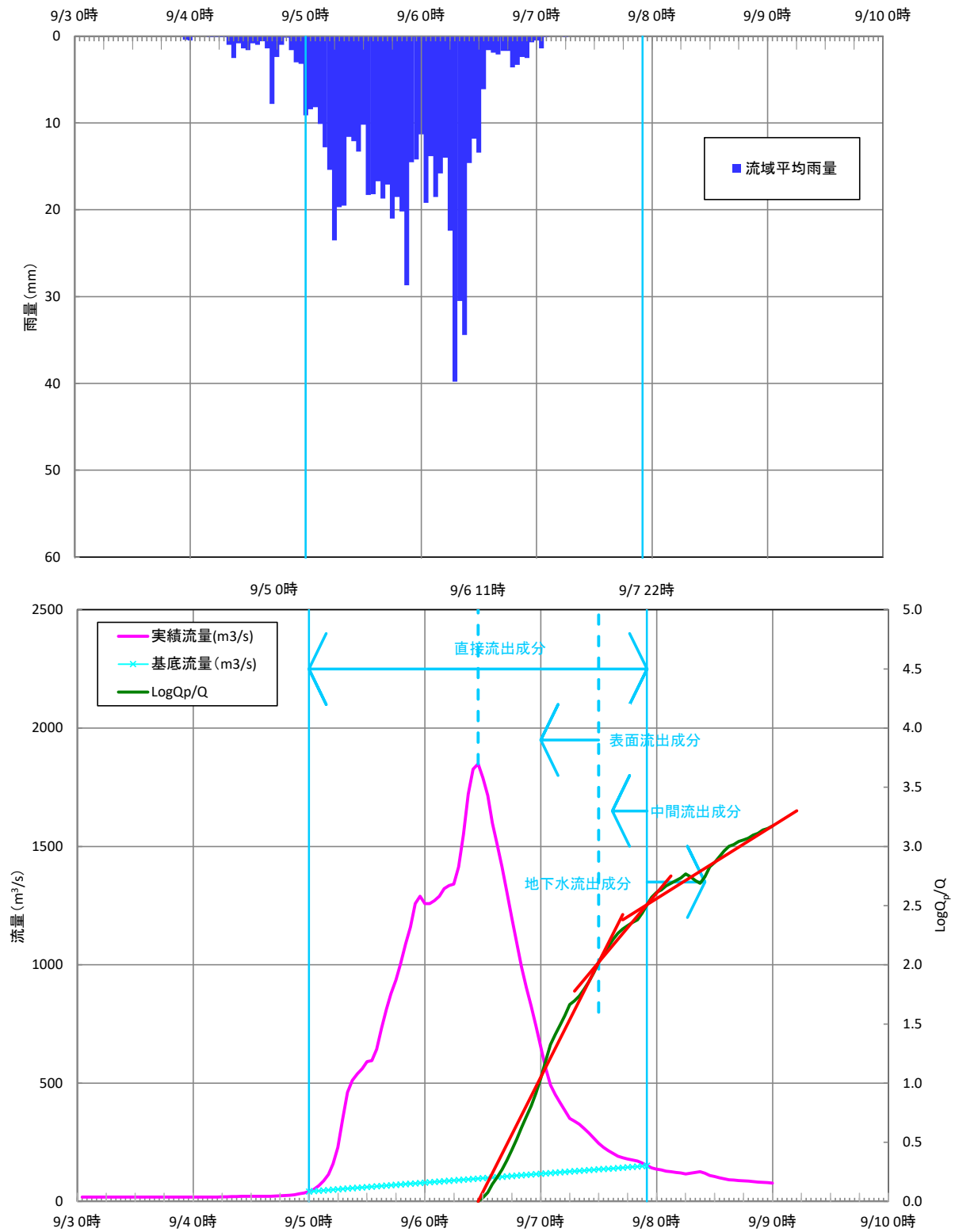


図 1-4-5 流出成分分離結果例（平成17年（2005年）9月3日洪水：俣瀬）

(2) 計画 f_1 、 R_{sa} の設定

流出率 f_1 及び飽和雨量 R_{sa} は次に述べる方法により算出を行った。

- ① (1)にて設定した地点の成分分離の結果と流域平均雨量を用いて、総降雨量 $R(mm)$ と総流出高 $q(mm)$ をプロット。
- ② R_{sa} を仮定して、総雨量が R_{sa} より小さい点群について、その座標と原点を結ぶ直線の傾きの平均値を f_1 としたときに、総雨量が R_{sa} より大きい点群について f_2 を設定し、 R_{sa} を変化させて平均的な R_{sa} を算出。

f_1 、 R_{sa} 検討地点は、俣瀬地点及び支川の主要な地点とした。

以上の手順で算定した、俣瀬地点における計画 f_1 及び R_{sa} の設定結果を表 1-4-2に示す。この俣瀬地点における定数を本川小流域に適用した。

表 1-4-2 解析対象地点における計画 f_1 ・ f_2 ・ R_{sa} の設定値

解析対象地点	f_1	$R_{sa}(mm)$	f_2	備考
俣瀬	0.48	400	0.70	本川小流域に適用

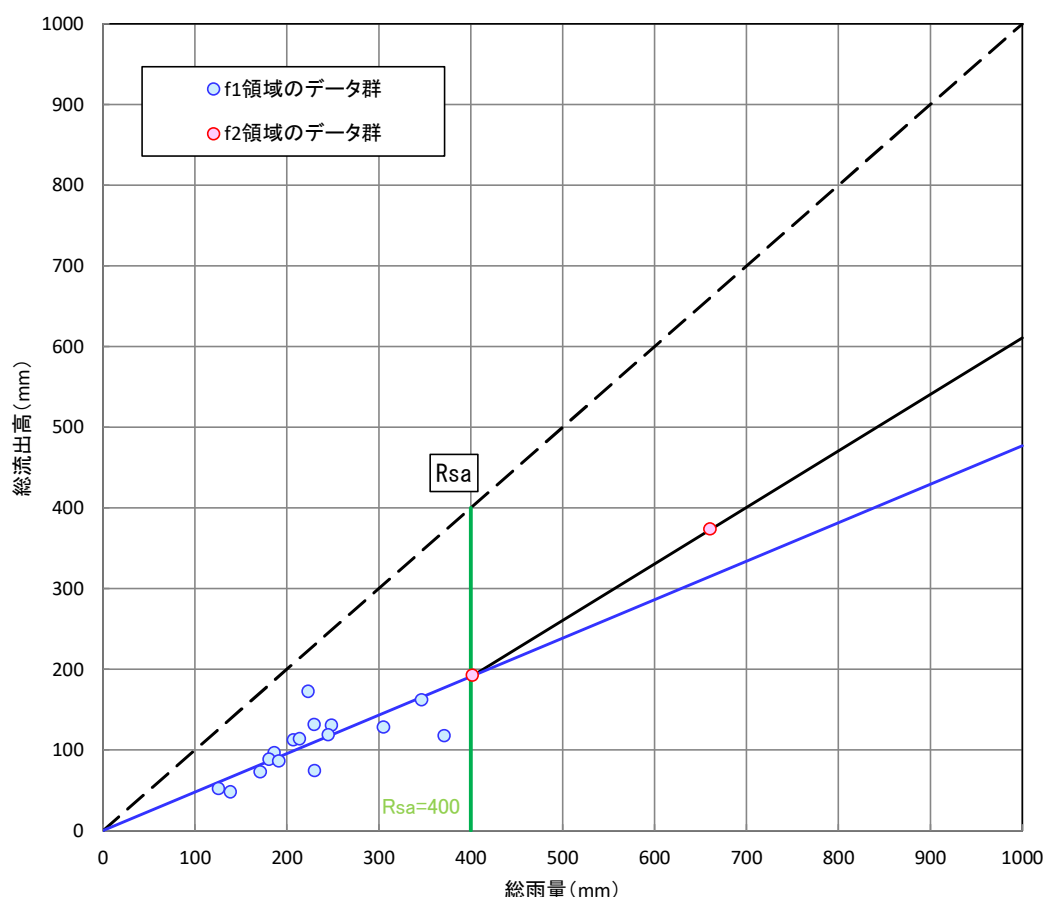


図 1-4-6 総雨量－総流出高の関係（俣瀬）

1-4-4 流域定数（K、P、TI）の設定

流出計算に用いる流域定数K、P、TIは、上流域の降雨量と当該地点での流出量の関係が把握可能な地点で設定する必要がある。肝属川において自然流況を把握可能な地点は、俣瀬及び支川の主要な地点である。そこで、俣瀬及び支川の主要な地点の流量と流域平均雨量を用いて、貯留高－流出高関係図から流域定数K、P、TIを算出した。

具体的には、貯留高と流出高を両対数でプロットして貯留高－流出高関係図を作成し、TIを少しずつ変化させ、最もループが小さくなるTIを求める。求めたTIによって両対数でプロットした貯留高－流出高関係図を直線近似し、切片をK、傾きをPとした。

このようにして洪水ごとにK、P、TIを求めることとし、大きな洪水における流出量の再現性を考慮してK、P、TIについて最大流量となる洪水の定数を採用した。

設定した俣瀬及び支川の主要な地点における流域定数K、P、TIを用いて、リザーブ定数を用いた経験式により各小流域のK、P、TIを以下の通りに設定した。

- ① K値は、以下に示す俣瀬及び支川の主要な地点のリザーブ定数を用いた経験式の考え方を利用する。
- ② P値は、K値算定に用いた俣瀬及び支川の主要な地点の値を一様に採用する。
- ③ TIは、俣瀬及び支川の主要な地点にて設定されたTIをそれぞれの流域の流路長比により設定する。

【リザーブの式】

$$K = \alpha \times C \times I^{-1/3} \times L^{1/3}$$

α : 定数

C : 流域粗度（自然流域 0.12、都市流域 0.012）

I : 流域勾配

L : 流路長

以上の手順で設定した各小流域の流域定数 K、P、TI を表 1-4-3 に示す。

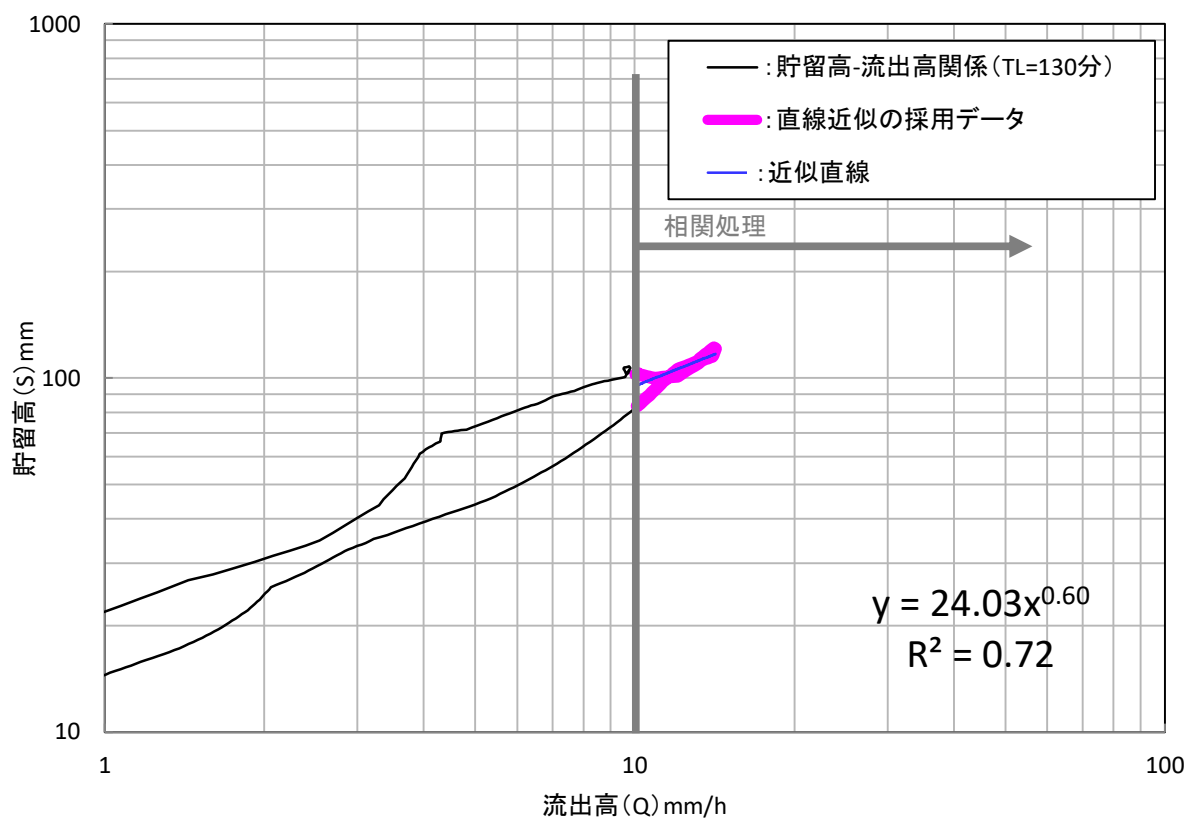


図 1-4-7 貯留高一流出高関係例 (俣瀬 : H17 (2005) . 9. 6洪水)

表 1-4-3 各小流域における流域定数の設定結果

流域 No	流域名	流域面積 A (km ²)	K	P	遅滞 時間 T1 (分)	f1	Rsa1 (mm)	f2	Rsa2 (mm)
1	朝日橋上流	49.00	9.6	0.60	30	0.37	400	0.60	∞
2	下谷川	15.60	14.4	0.60	30	0.48	400	0.70	∞
3	本川中流	21.60	17.0	0.60	30	0.48	400	0.70	∞
4	大始良川	50.70	35.6	0.60	50	0.48	400	0.70	∞
5	始良川上流	15.10	6.7	0.60	50	0.69	400	1.00	∞
6	始良川下流	46.90	20.9	0.60	70	0.69	400	1.00	∞
7	本川残流	38.90	26.2	0.60	40	0.48	400	0.70	∞
8	高山川ダム上流	34.00	18.4	0.60	50	0.73	400	1.00	∞
9	高山川下流	25.00	18.4	0.60	40	0.73	400	1.00	∞
10	高隈ダム上流	38.40	8.6	0.60	20	0.38	290	0.65	∞
11	串良川中流	60.50	13.8	0.60	20	0.38	290	0.65	∞
12	串良川下流	21.10	16.2	0.60	10	0.38	290	0.65	∞
13	内水域	33.20	59.3	0.60	10	0.48	400	0.70	∞
14	汐入川	31.50	44.3	0.60	40	0.48	400	0.70	∞
15	荒瀬川	33.50	11.1	0.60	30	0.48	400	0.70	∞

1-4-5 河道定数の設定

河道定数K、Pは、肝属川流域における小流域間に設定されたA河道～D河道において、任意の流量Qに対応する貯留量Sとの関係から算出した。

貯留効果が大きいと思われる区間においては、不等流計算によって河道のS-Q関係を求め、K、Pを設定した。

また、河道の遅滞時間TLは、定流の貯留関数と洪水流の貯留関数の関係から求めた。

$s = \frac{V}{3600}$ (V：各流量に対応した河道内のボリューム【m³】) の関係であり、Vは以下の方法で求めた。

$$V = \frac{(A_1 + A_2)}{2} \cdot L_1 + \frac{(A_2 + A_3)}{2} \cdot L_2 + \frac{(A_3 + A_4)}{2} \cdot L_3 + \dots$$

A：河道の各断面における断面積【m²】、L：河道の各断面間の延長【km】

表 1-4-4 河道定数の設定結果

河道 No.	河川名	河道区間	河道 延長 (km)	河道モデル定数		遅滞時間 TL(分)
				K	P	
A	肝属川	朝日橋～大始良川合流点	5.7	4.260	0.623	42
B	始良川	始良川上流	5.8	2.840	0.722	36
C	始良川	始良川下流	1.5	1.120	0.716	12
D	肝属川	大始良川合流点～始良川合流点	1.0	1.260	0.647	6
E	肝属川	始良川合流点～中山川合流点	2.3	3.520	0.616	18
F	肝属川	中山川合流点～高良橋	2.4	4.210	0.621	24
G	肝属川	高良橋～高山川合流点	1.0	3.090	0.526	6
H	高山川	高山川上流	4.3	2.230	0.721	24
I	高山川	高山川下流	1.5	0.960	0.756	12
J'	串良川	高隈ダム～下中	13.1	—	—	72
J	串良川	下中～豊栄	7.3	6.620	0.645	48
K	串良川	豊栄～合流点	3.5	4.630	0.637	30
L	肝属川	高山川合流点～俣瀬	1.9	8.360	0.485	12

1-4-6 流出解析モデルの検証

対象洪水は、実績流量の上位5洪水とした。

再現検証にあたり、初期損失雨量、飽和雨量、基底流量について各洪水の実績値を用いた。

俣瀬地点において計算値と実績値を比較したところ、実績値を概ね再現できていることを確認した。

表 1-4-5 流出モデルの検討対象洪水

No.	洪水名	水位 (m)	流量 (m^3/s)	流量 順位
1	H2. 9. 29	5. 25	1, 621	4
2	H9. 9. 16	5. 26	1, 727	2
3	H17. 9. 6	5. 30	1, 849	1
4	H20. 9. 18	4. 59	1, 315	5
5	H30. 9. 30	4. 90	1, 663	3

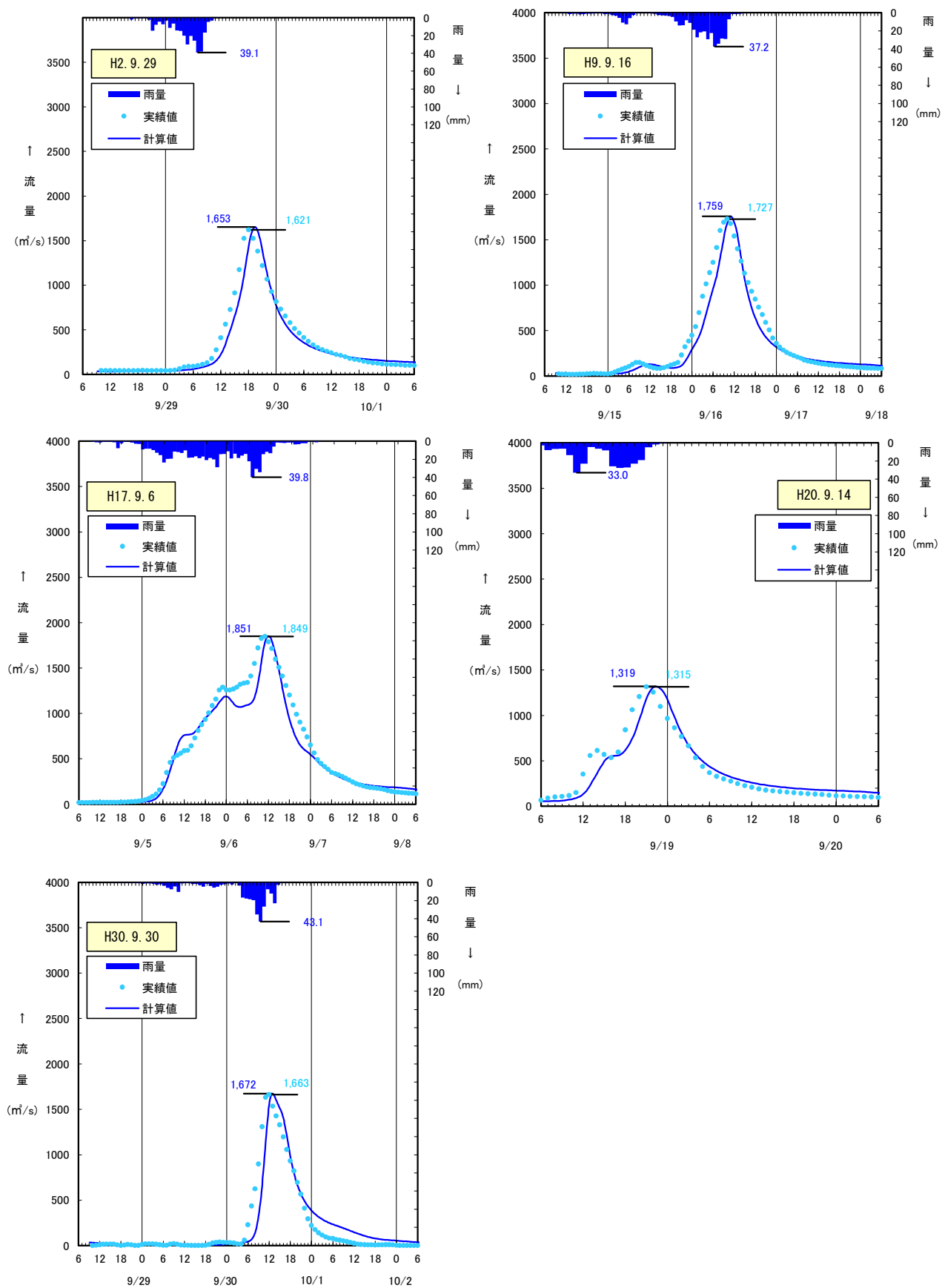


図 1-4-8 洪水再現計算結果（基準地点：俣瀬）

1-5 基本高水のピーク流量の設定

1-5-1 基本高水のピーク流量の設定の考え方

基本高水のピーク流量は、前述した流出計算モデルを用いて、以下の項目について総合的に判断し設定する。

- (1) 既定計画の基本高水のピーク流量
- (2) 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
- (3) アンサンブル予測降雨波形を用いた検討
- (4) 既往洪水からの検討

1-5-2 計画規模の設定

既定計画策定時と流域の重要度等に大きな変化がないことから、計画規模は既定計画と同様の1/100を踏襲した。

1-6 対象降雨の継続時間の設定

1-6-1 対象降雨の継続時間設定の考え方

肝属川流域における対象降雨の継続時間は、洪水到達時間、ピーク流量と短時間雨量との相関及び強い降雨強度の継続時間を整理し設定した。

1-6-2 洪水到達時間

洪水到達時間は、以下に示す(1)Kinematic Wave法に基づく式及び(2)角屋の式を用いて算定することとした。

なお、対象洪水は、基準地点：俣瀬の実績流量の上位10洪水を対象とした。

(1) Kinematic Wave法による洪水の到達時間

Kinematic Wave法は矩形斜面上の表面流にKinematic Wave理論を適用して洪水到達時間を導く手法である。

(2) 角屋の式による洪水の到達時間

角屋の式はKinematic Wave理論の洪水到達時間を表す式に、河道長と地形則を考慮した式である。

これによると概ね以下の様になる。

Kinematic Wave法： 7～15時間（平均10.6時間）

角屋の式： 5～6時間（平均5.5時間）

(1)及び(2)の計算結果を表 1-6-1に示し、洪水ごとのKinematic Wave法による洪水到達時間の検討結果を図 1-6-1に示す。

表 1-6-1 洪水到達時間の算定結果（基準地点：俣瀬）

No.	降雨年月日	俣瀬地点ピーク流量		Kinematic Wave法 算定結果 (h)	角屋式	
		流量 ^{注1)} (m ³ /s)	時刻		平均有効 降雨強度	算定結果 (h)
1	H 2 . 9 . 29	1,621	9/29 18:00	15	24.8	5.2
2	H 5 . 8 . 9	1,310	8/9 2:00	13	20.2	5.6
3	H 9 . 9 . 16	1,727	9/16 10:00	13	27.2	5.0
4	H 16 . 8 . 30	1,273	8/30 8:00	9	25.5	5.1
5	H 16 . 10 . 20	1,243	10/20 9:00	11	16.6	5.9
6	H 17 . 9 . 6	1,849	9/6 11:00	7	26.2	5.1
7	H 19 . 7 . 14	1,765	7/14 16:00	9	13.3	6.4
8	H 20 . 9 . 18	1,315	9/18 21:00	9	21.2	5.5
9	H 29 . 10 . 29	1,171	10/29 7:00	11	18.1	5.8
10	H 30 . 9 . 30	1,663	9/30 12:00	9	25.1	5.1
平均値		—	—	10.6	—	5.5

注1) ピーク流量は、実績値を示す。

注2) 対象洪水は、基準地点俣瀬における実績ピーク流量の上位10洪水とした。

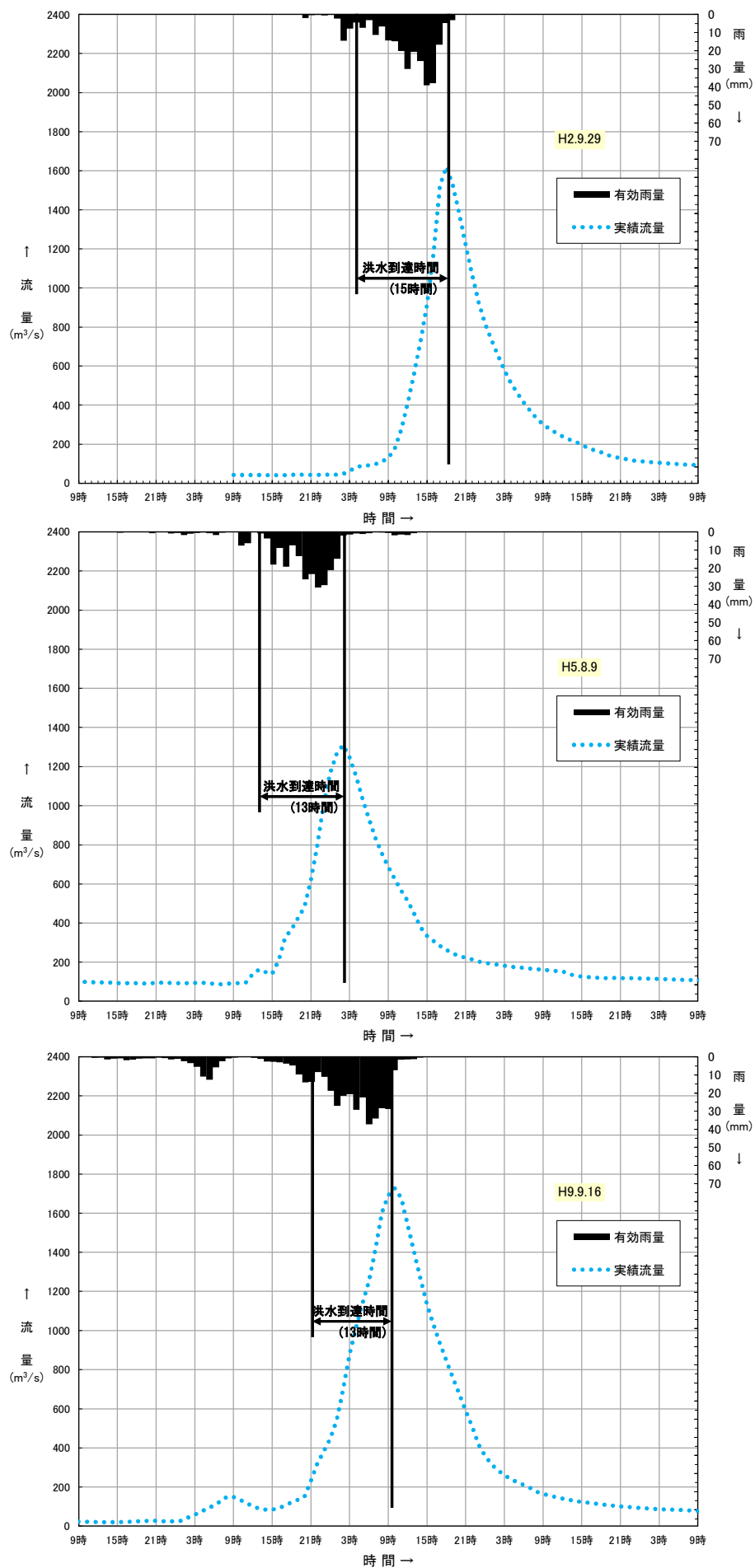


図 1-6-1(1) Kinematic Wave法による洪水到達時間 (基準地点：俣瀬)

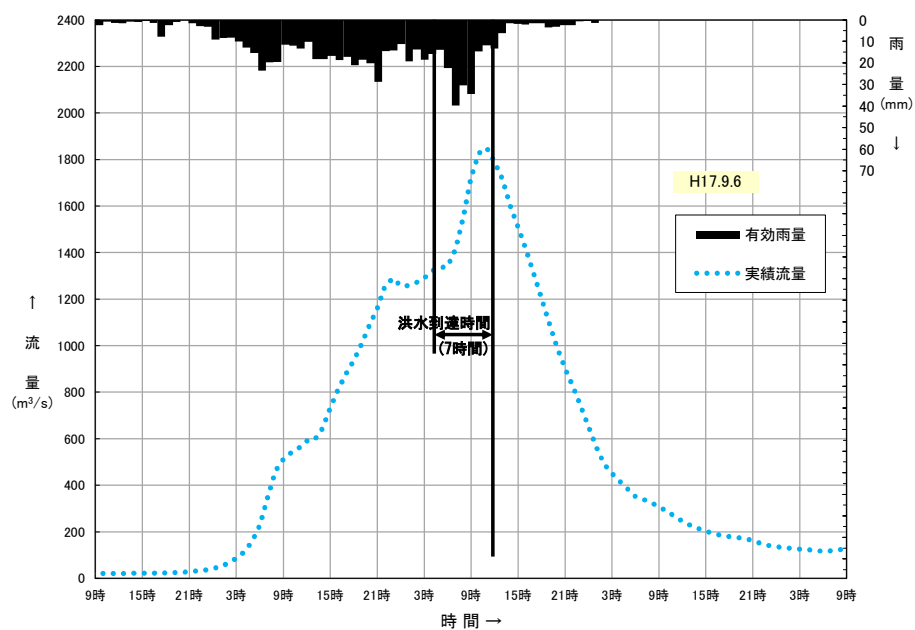
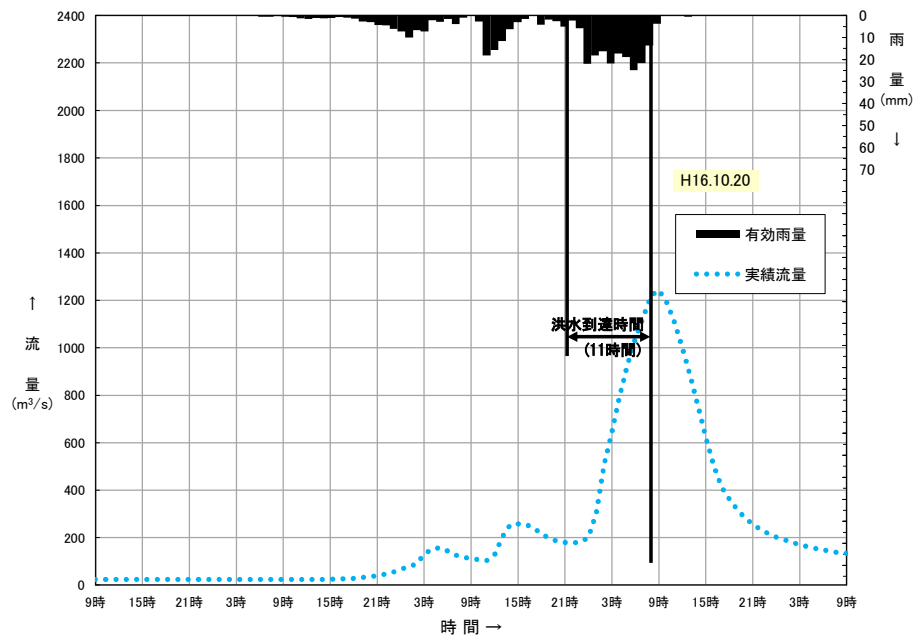
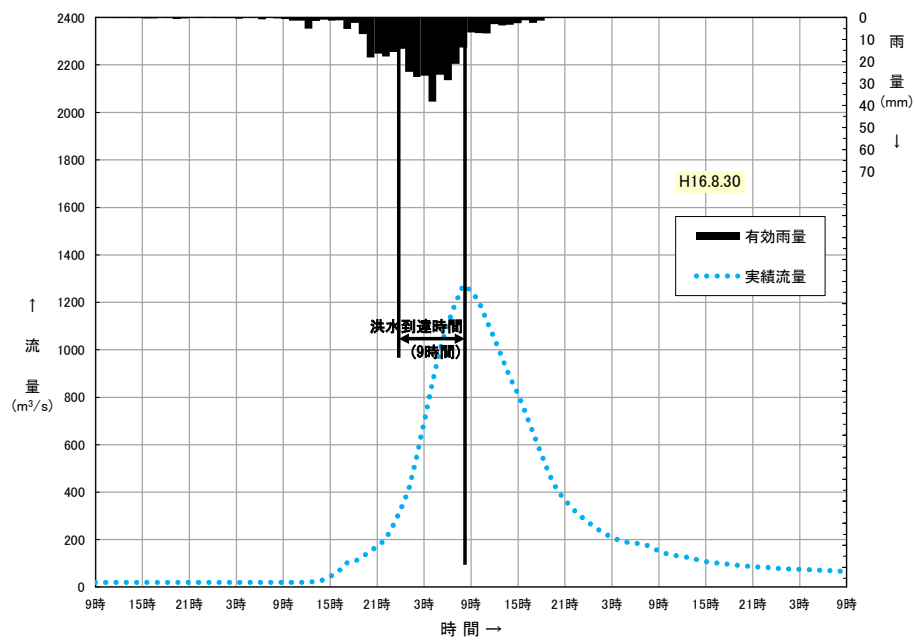


図 1-6-1 (2) Kinematic Wave法による洪水到達時間 (基準地点：俣瀬)

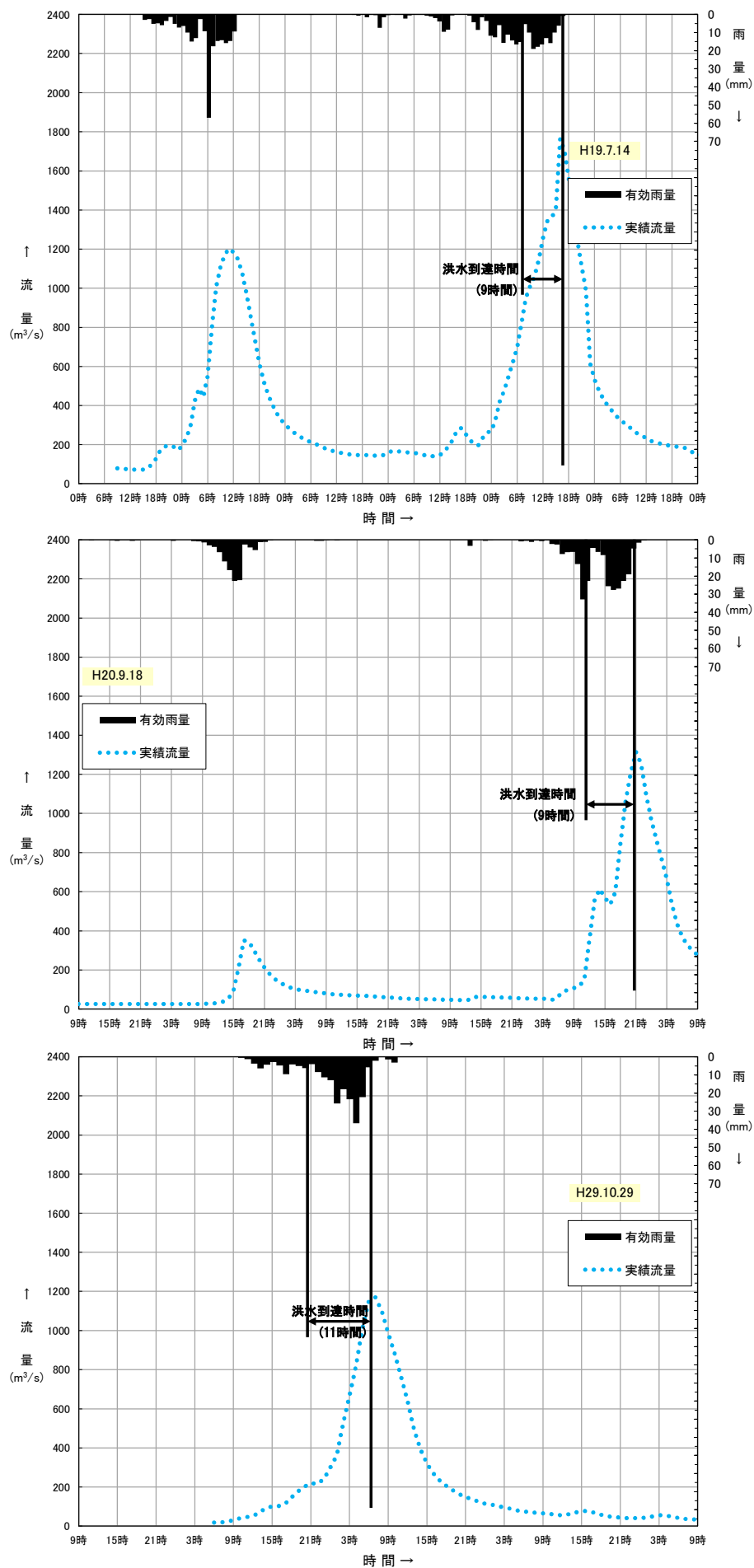


図 1-6-1 (3) Kinematic Wave法による洪水到達時間 (基準地点：俣瀬)

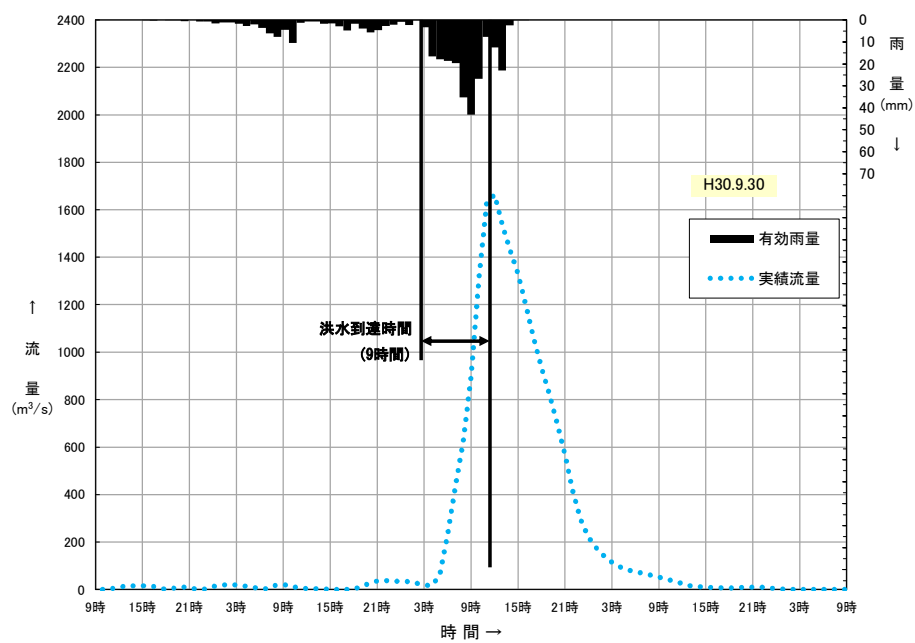


図 1-6-1 (4) Kinematic Wave法による洪水到達時間（基準地点：俣瀬）

1-6-3 ピーク流量と短時間雨量の相関

昭和53年（1978年）～令和元年（2019年）までの42年間で基準地点：俣瀬上流域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（1、2、3、6、9、12、15、18、24、36、48時間雨量）との相関関係を整理した。

その結果、基準地点：俣瀬では12時間を超えるとピーク流量と短時間雨量の相関が高くなっている。この検討結果を図 1-6-2に示す。また、定義①（ピーク流量生起前の最大短時間雨量）によるピーク流量と流域平均時間雨量の相関図を図 1-6-3に示し、定義②（ピーク流量時刻からさかのぼる短時間雨量）によるピーク流量と流域平均時間雨量の相関図を図 1-6-4に示す。

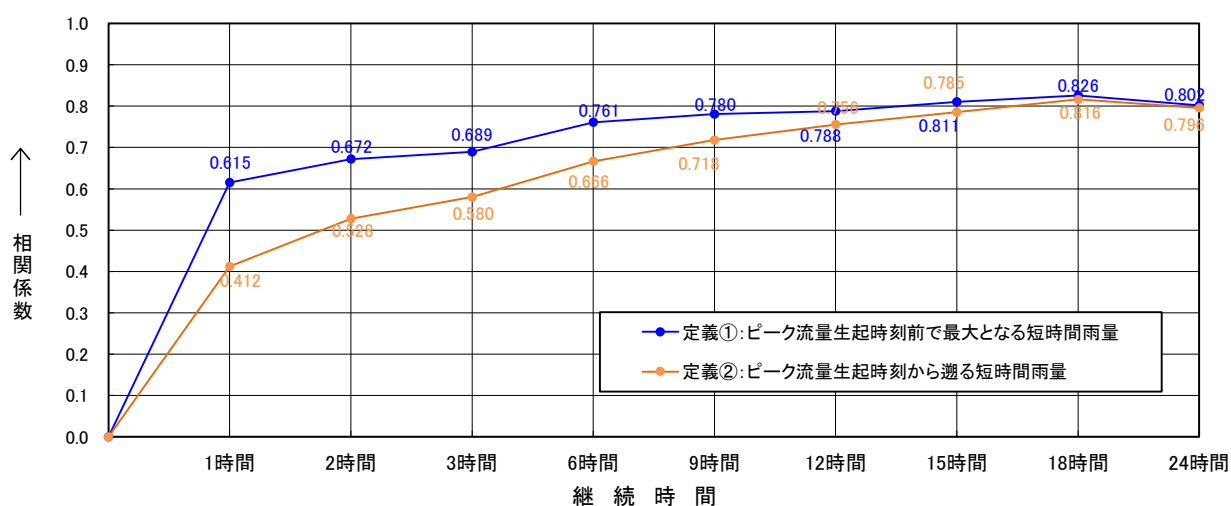


図 1-6-2 ピーク流量と相関の高い短時間雨量

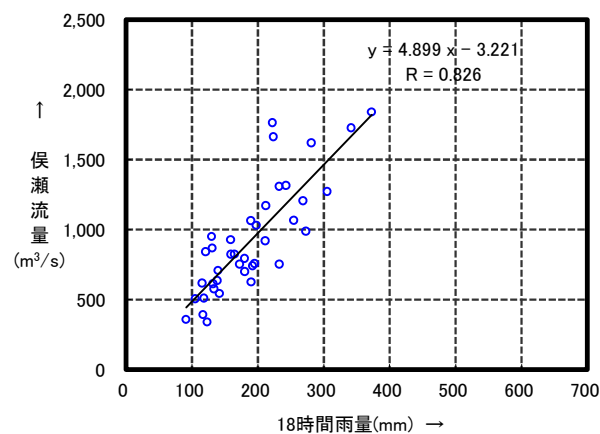
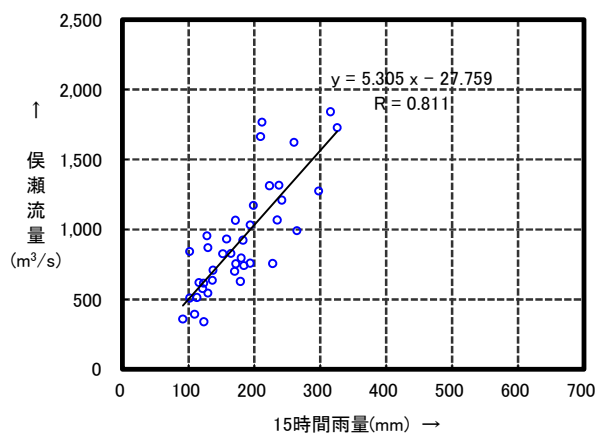
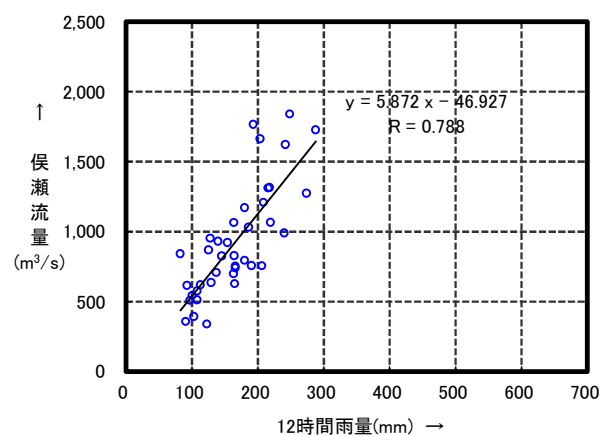
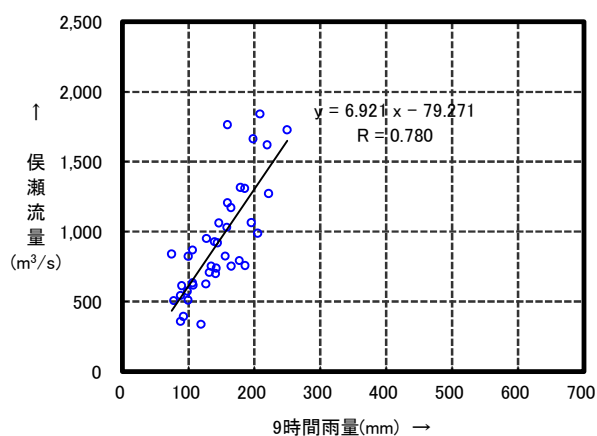
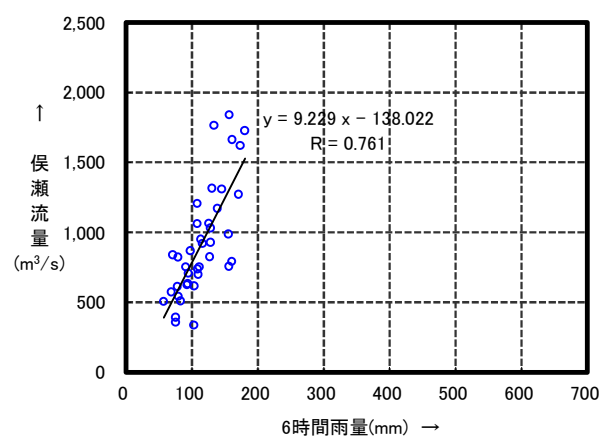
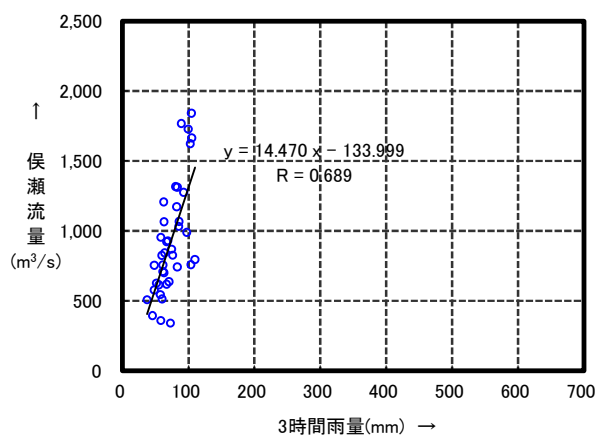
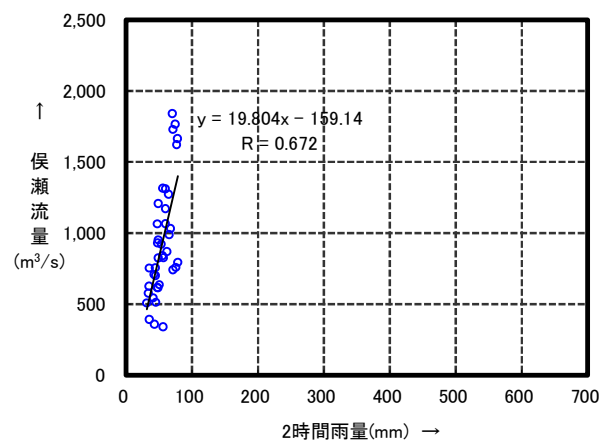
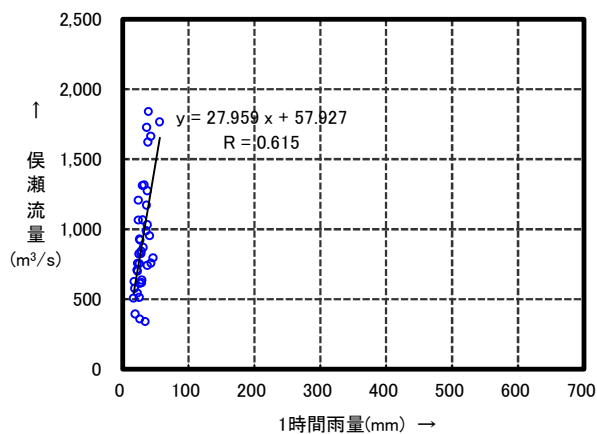


図 1-6-3 (1) ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図

【定義①（ピーク流量生起前の最大短時間雨量）】

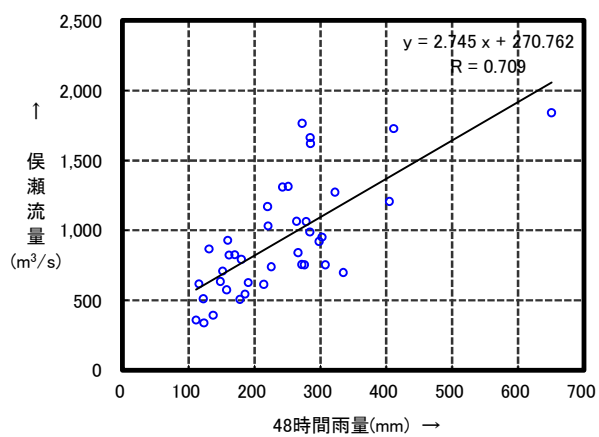
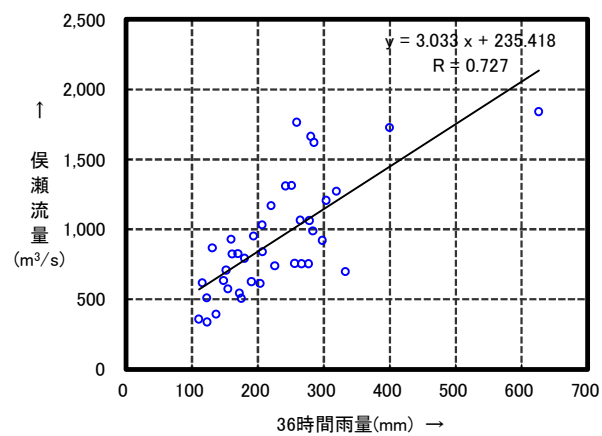
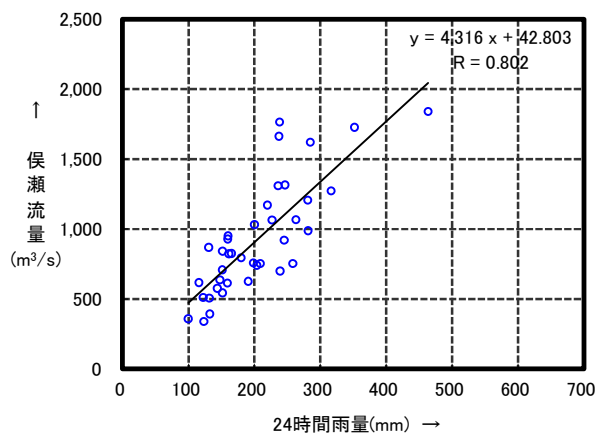


図 1-6-3 (2) ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図

【定義①（ピーク流量生起前の最大短時間雨量）】

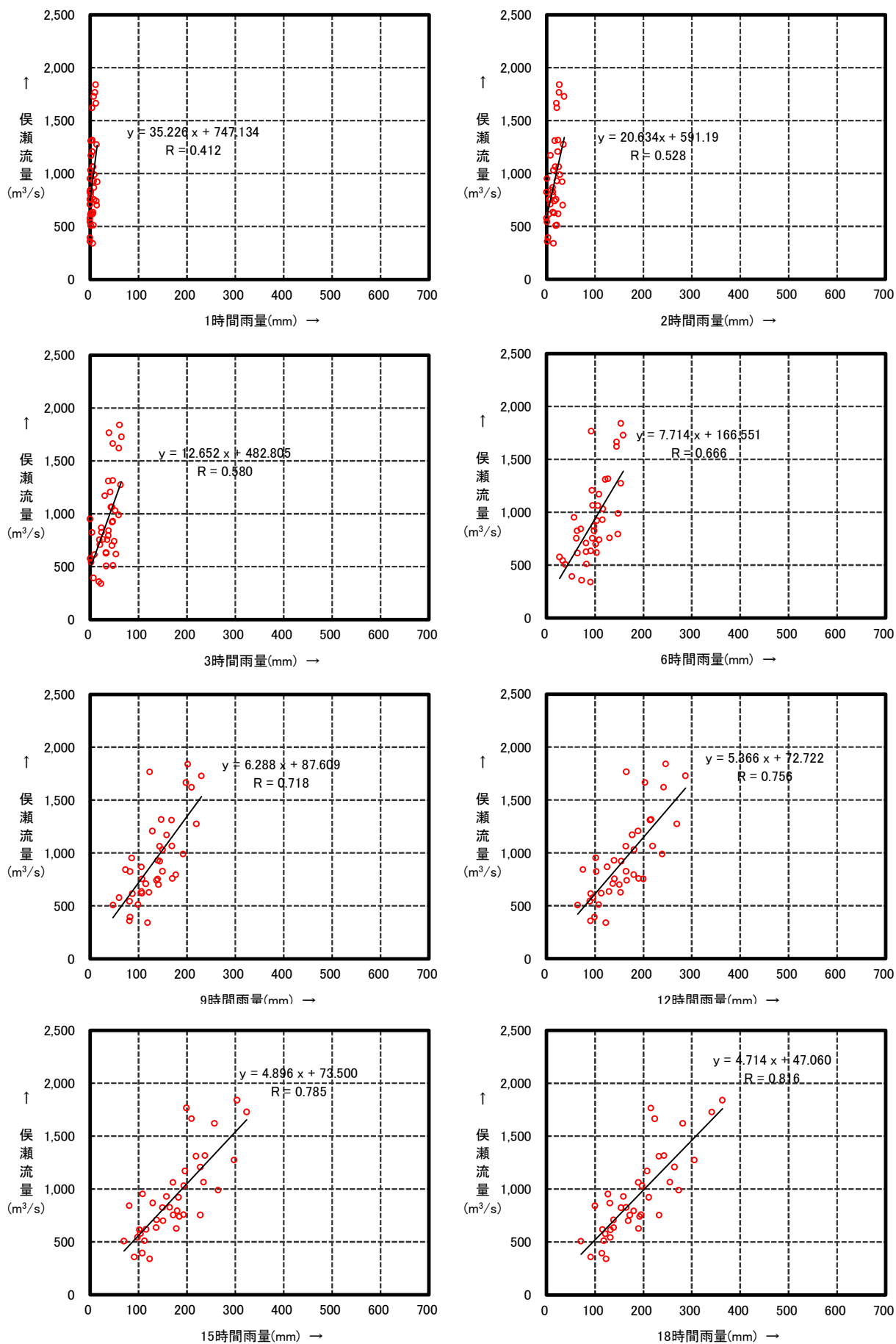


図 1-6-4 (1) ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図

【定義② (ピーク流量時刻からさかのぼる短時間雨量)】

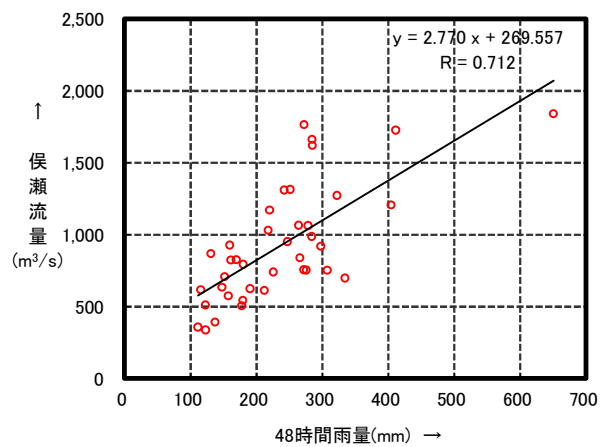
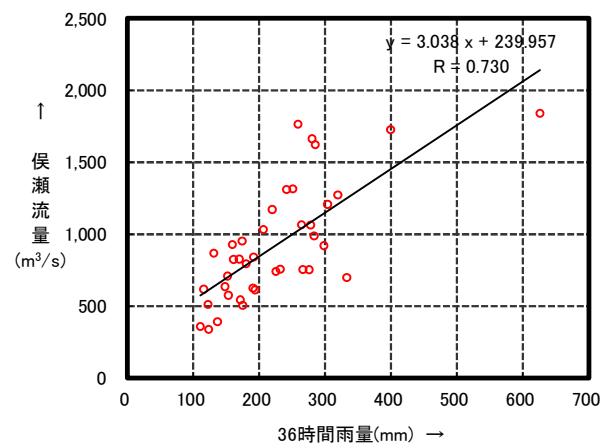
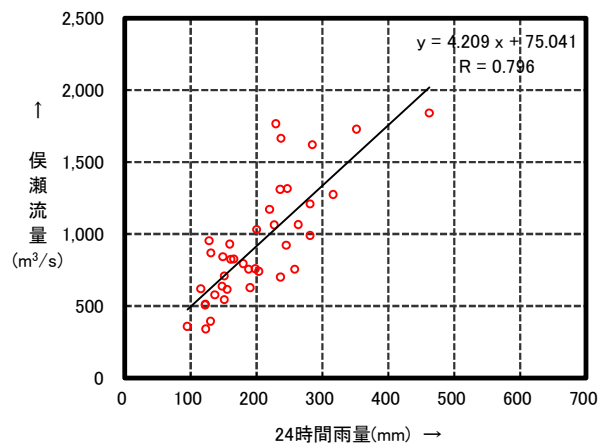


図 1-6-4 (2) ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図

【定義②（ピーク流量時刻からさかのぼる短時間雨量）】

1-6-4 強い降雨強度の継続時間

既往の洪水をもたらした降雨について、強い降雨強度（5mm/h及び10mm/h）の継続時間を整理した。

対象洪水は、過去洪水（昭和53年（1978年）～令和元年（2019年））のうち、基準地点：俣瀬における実績流量の上位10洪水とした。

主要洪水における降雨量5mm/h以上の継続時間の平均値は15時間、降雨量10mm/h以上の継続時間の平均値は12時間となり、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、15時間で概ねカバーできる。

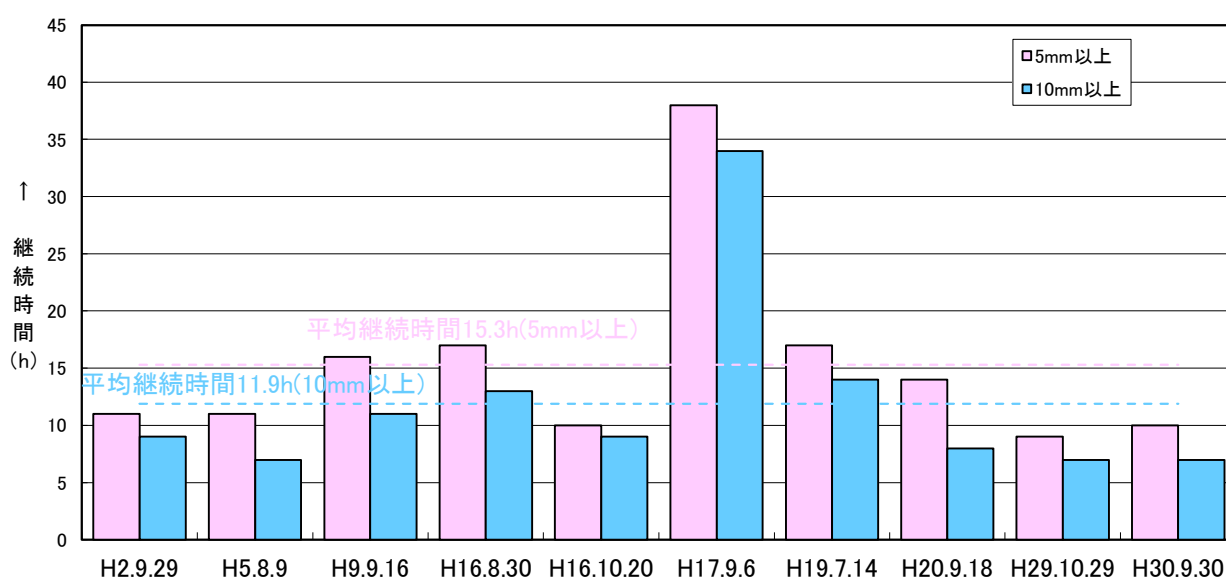


図 1-6-5 強い降雨強度の継続時間（基準地点：俣瀬上流域平均雨量）

1-6-5 対象降雨の降雨継続時間の設定

昭和53年（1978年）から令和元年（2019年）までの雨量資料（42年間）を整理し、肝属川の降雨特性、ピーク流量との相関から総合的に判断して、下記の理由により対象降雨の降雨継続時間は12時間と設定した。

【基準地点：俣瀬】

- 洪水到達時間の検討において、Kinematic Wave法では7～15時間（平均10.6時間）、角屋式では5～6時間（平均5.5時間）となる。
- ピーク流量と相関の高い短時間雨量は、12時間を超えると実績ピーク流量との相関が高い。
- 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15時間で概ねカバーできる。
- ピーク流量に支配的な短時間雨量との関係、実績降雨における一雨降雨の継続時間等から、総合的に判断して12時間と設定する。

1-7 河川の整備の目標となる洪水の規模及び対象降雨の降雨量の設定

1-7-1 対象降雨の降雨量の設定

対象降雨の継続時間は、Kinematic Wave法及び角屋の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との相関、強い降雨強度の継続時間等から総合的に判断した結果、12時間と設定した。

対象降雨の降雨量は、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、既定計画からの雨量標本のデータ延伸は平成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て定常の水文統計解析により1/100確率雨量を算定し、これに降雨量変化倍率を乗じた値とする。

基準地点：俣瀬の1/100確率雨量は、昭和13年（1938年）～平成22年（2010年）の73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る335.9mm/12hと決定した。雨量確率計算結果を表1-7-1、グラフを図1-7-1に示す。

表 1-7-1 基準地点：俣瀬 12時間雨量 1/100確率計算結果

項 目		俣瀬 (12hr) ～H22												適合度の良い手法による 平均値	
		毎 年 値													
		一般化極値分布	ゲンベル分布	指数分布	平方根指数型 最大値分布	対数ピアソン Ⅲ型分布		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 (クオンタイル法)	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)		
						LP3 (Rs)	LogP3								
標本数		73												単純平均	小数点以下 切上げ
最大値		335.9													
確 率 規 模	1/2	162.6	158.8	149.9	157.1	162.8	162.8	161.6	162.2	162.8	162.3	—	—	162.0	162.0
	1/3	185.5	181.3	173.4	183.1	185.8	185.7	184.4	184.7	185.1	184.8	—	—	184.7	185.0
	1/5	209.4	206.2	203.0	214.1	209.4	209.3	208.4	208.2	208.3	208.3	—	—	208.4	209.0
	1/10	237.0	237.6	243.2	256.2	236.4	236.4	237.0	235.8	235.2	235.8	—	—	236.4	237.0
	1/20	261.2	267.7	283.4	299.8	260.1	260.1	263.0	260.7	259.3	260.6	—	—	261.6	262.0
	1/30	274.2	285.1	306.9	326.2	272.8	272.9	277.5	274.5	272.5	274.2	—	—	275.5	276.0
	1/50	289.5	306.7	336.5	360.7	288.0	288.2	295.2	291.2	288.4	290.8	—	—	292.3	293.0
	1/80	302.8	326.5	363.7	393.7	301.2	301.5	311.1	306.2	302.6	305.6	—	—	307.2	308.0
	1/100	308.8	335.9	376.7	409.8	307.3	307.6	318.5	313.1	309.2	312.4	—	—	314.1	315.0
	1/150	319.2	352.9	400.2	439.7	318.0	318.4	331.9	325.6	321.0	324.8	—	—	326.5	327.0
模	1/200	326.3	365.0	416.9	461.6	325.4	325.9	341.2	334.3	329.2	333.4	—	—	335.1	336.0
	1/400	342.4	394.0	457.1	516.1	342.5	343.2	363.6	355.0	348.7	353.8	—	—	355.4	356.0
	1/500	347.3	403.4	470.0	534.2	347.9	348.6	370.7	361.6	354.8	360.3	—	—	361.8	362.0
S L S C		0.023	0.023	0.060	0.048	0.018	0.018	0.017	0.017	0.017	0.017	—	—		
S L S C H		0.043	0.039	0.078	0.092	0.033	0.033	0.031	0.031	0.032	0.031	—	—		
相関係数(X)		0.996	0.993	0.959	0.980	0.996	0.996	0.997	0.997	0.997	0.997	—	—		
相関係数(Y)		0.998	0.996	0.899	0.994	0.998	0.998	0.998	0.998	0.998	0.998	—	—		
推定誤差		27.8	18.3	21.8	34.6	28.7	28.1	28.9	27.2	35.0	26.8	—	—		

: 精度の良い手法 (SLSC ≤ 0.04)

: jackknife推定誤差が最小となる手法

: W=1/100採用値

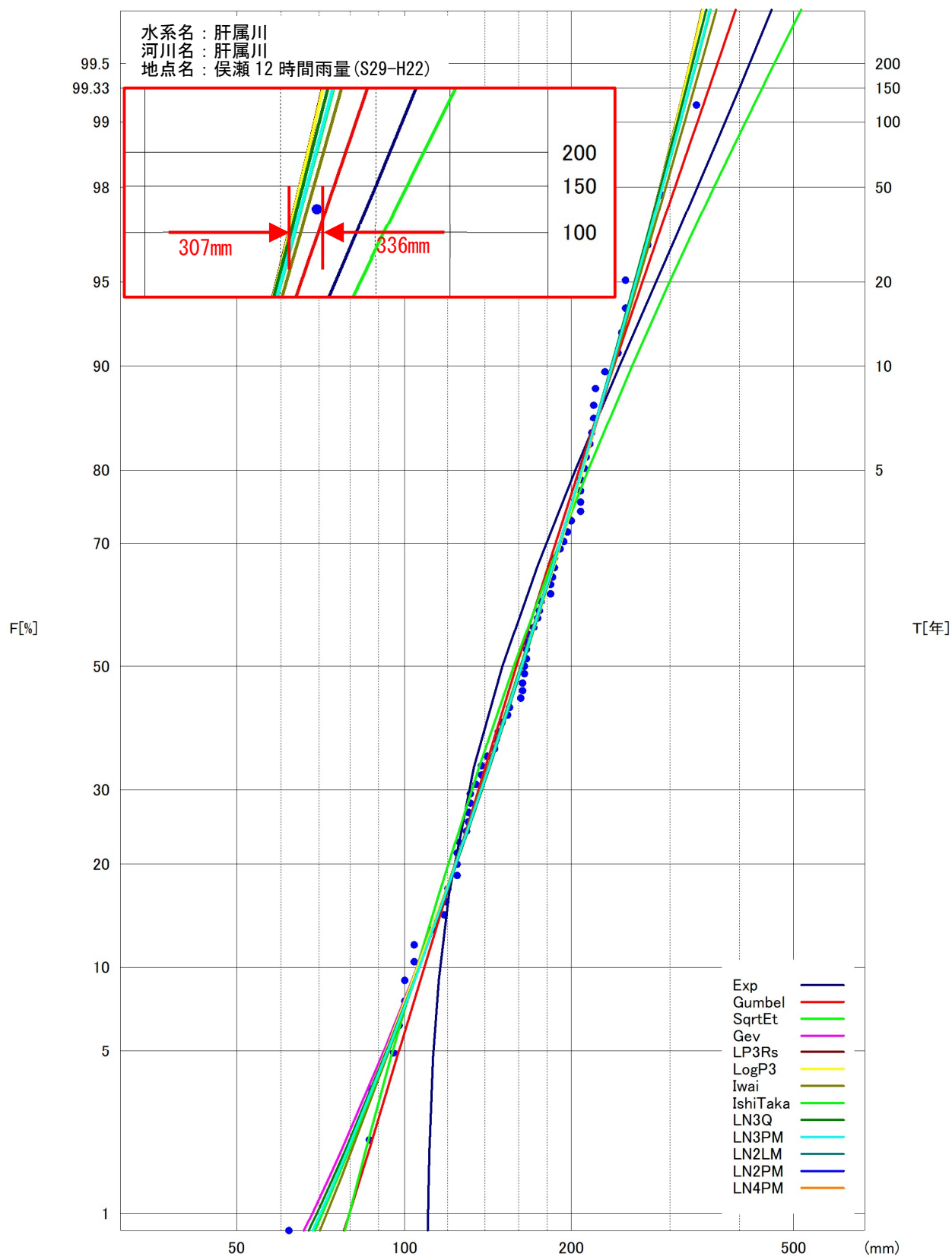


図 1-7-1 雨量確率計算結果
(基準地点：俣瀬 12時間雨量 昭和13年(1938年)～平成22年(2010年))

表 1-7-2 年最大12時間雨量一覧

No.	西暦	洪水年月日			12時間雨量(mm)
1	1938	S13年	10月	14日	335.9
2	1939	S14年	10月	15日	199.8
3	1940	S15年	9月	10日	210.3
4	1941	S16年	9月	29日	206.9
5	1942	S17年	6月	18日	207.9
6	1943	S18年	9月	17日	173.9
7	1944	S19年	9月	15日	153.5
8	1945	S20年	9月	16日	130.8
9	1946	S21年	8月	19日	183.5
10	1947	S22年	6月	19日	61.7
11	1948	S23年	6月	23日	164.9
12	1949	S24年	6月	26日	220.7
13	1950	S25年	9月	11日	174.6
14	1951	S26年	6月	29日	216.3
15	1952	S27年	6月	7日	206.9
16	1953	S28年	5月	31日	147.8
17	1954	S29年	9月	11日	170.8
18	1955	S30年	9月	28日	246.1
19	1956	S31年	6月	28日	86.4
20	1957	S32年	8月	18日	131.7
21	1958	S33年	6月	6日	163.7
22	1959	S34年	8月	4日	129.9
23	1960	S35年	5月	24日	95.7
24	1961	S36年	10月	25日	145.1
25	1962	S37年	5月	26日	176.2
26	1963	S38年	5月	14日	100.2
27	1964	S39年	9月	23日	229.8
28	1965	S40年	5月	25日	149.9
29	1966	S41年	7月	6日	196.8
30	1967	S42年	6月	30日	134.1
31	1968	S43年	6月	24日	117.7
32	1969	S44年	8月	20日	163.3
33	1970	S45年	8月	13日	104.3
34	1971	S46年	9月	20日	211.5
35	1972	S47年	6月	11日	141.0
36	1973	S48年	6月	20日	104.3
37	1974	S49年	9月	7日	87.3
38	1975	S50年	6月	16日	112.7
39	1976	S51年	6月	19日	161.8
40	1977	S52年	6月	14日	124.7
41	1978	S53年	7月	27日	100.4
42	1979	S54年	9月	27日	186.1
43	1980	S55年	10月	12日	146.7
44	1981	S56年	7月	30日	124.2
45	1982	S57年	8月	25日	206.4
46	1983	S58年	6月	20日	183.4
47	1984	S59年	8月	25日	186.5
48	1985	S60年	8月	29日	119.8
49	1986	S61年	6月	29日	137.1
50	1987	S62年	7月	15日	165.9
51	1988	S63年	7月	25日	190.5
52	1989	H1年	7月	26日	249.7
53	1990	H2年	9月	28日	242.0
54	1991	H3年	5月	19日	130.4
55	1992	H4年	8月	7日	124.6
56	1993	H5年	8月	8日	215.9
57	1994	H6年	8月	12日	166.8
58	1995	H7年	4月	21日	165.2
59	1996	H8年	7月	17日	219.4
60	1997	H9年	9月	14日	287.9
61	1998	H10年	4月	23日	154.4
62	1999	H11年	8月	16日	184.2
63	2000	H12年	7月	24日	163.3
64	2001	H13年	6月	19日	137.4
65	2002	H14年	6月	28日	129.6
66	2003	H15年	8月	6日	119.0
67	2004	H16年	8月	28日	274.1
68	2005	H17年	9月	3日	248.5
69	2006	H18年	7月	5日	125.4
70	2007	H19年	7月	10日	193.1
71	2008	H20年	9月	14日	217.9
72	2009	H21年	6月	27日	164.6
73	2010	H22年	6月	24日	97.9

表 1-7-3 1/150確率規模降雨量（基準地点：俣瀬）

項目	俣瀬	備考
1/100 確率雨量 (S13～H22 標本)	335.9mm/12h	確率手法 $SLSC \leq 0.04$ Jackknife 推定誤差最小
気候変動を 考慮した降雨量	370mm/12h	335.9mm/12h × 降雨量変化倍率 1.1

また、気候変動の影響を考慮した対象降雨の降雨量として、1/100確率雨量335.9mm/12hに降雨量変化倍率1.1倍を乗じた370mm/12hに設定した。（表1-7-3）

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」ととどめ、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。

1.Mann-Kendall検定（定常/非定常性を確認）

昭和13年（1938年）～平成22年（2010年）の雨量データに1年ずつ雨量データを追加し、令和4年（2022年）までのデータを対象とした検定結果を確認。

⇒令和4年（2022年）までデータを延伸した際に、非定常性は確認されなかった。

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、最新年の令和4年（2022年）まで雨量統計期間を延伸した場合のGumbel分布による確率雨量を算定。

⇒令和4年（2022年）までの雨量データを用いた場合の基準地点：俣瀬1/100確率雨量は338.0mm/12hとなり、データ延伸による確率雨量に大きな差は確認されない。

1-8 主要降雨波形の設定

基本高水の検討対象洪水において、短時間に降雨が集中する洪水や降雨の範囲が著しく偏った洪水を一律拡大すると、引き伸ばし後の短時間雨量が非現実的な確率値となる場合がある。そのため、引き伸ばし後の降雨の地域分布及び時間分布を確認し、対象降雨としての妥当性評価により代表的な洪水に適さない洪水については検討対象から除外した上で対象降雨波形を設定する。

検討対象降雨の選定は、令和4年（2022年）までの基準地点：俣瀬のピーク流量が氾濫注意水位相当流量以上、かつ基準地点：俣瀬のピーク流量生起時刻前後の最大12時間雨量の引き伸ばし率が2倍以下（1.1倍する前の確率雨量）となる洪水に、現行基本方針の対象3洪水を含めた23洪水を選定した（図1-8-1）。

選定した洪水を対象に、基準地点：俣瀬の1/100確率12時間雨量370mm（335.9mm×1.1）となるよう引き伸ばし降雨波形を作成し流出計算を行った結果、基準地俣瀬において約2,013m³/s～4,181m³/sとなる。（表1-8-1）

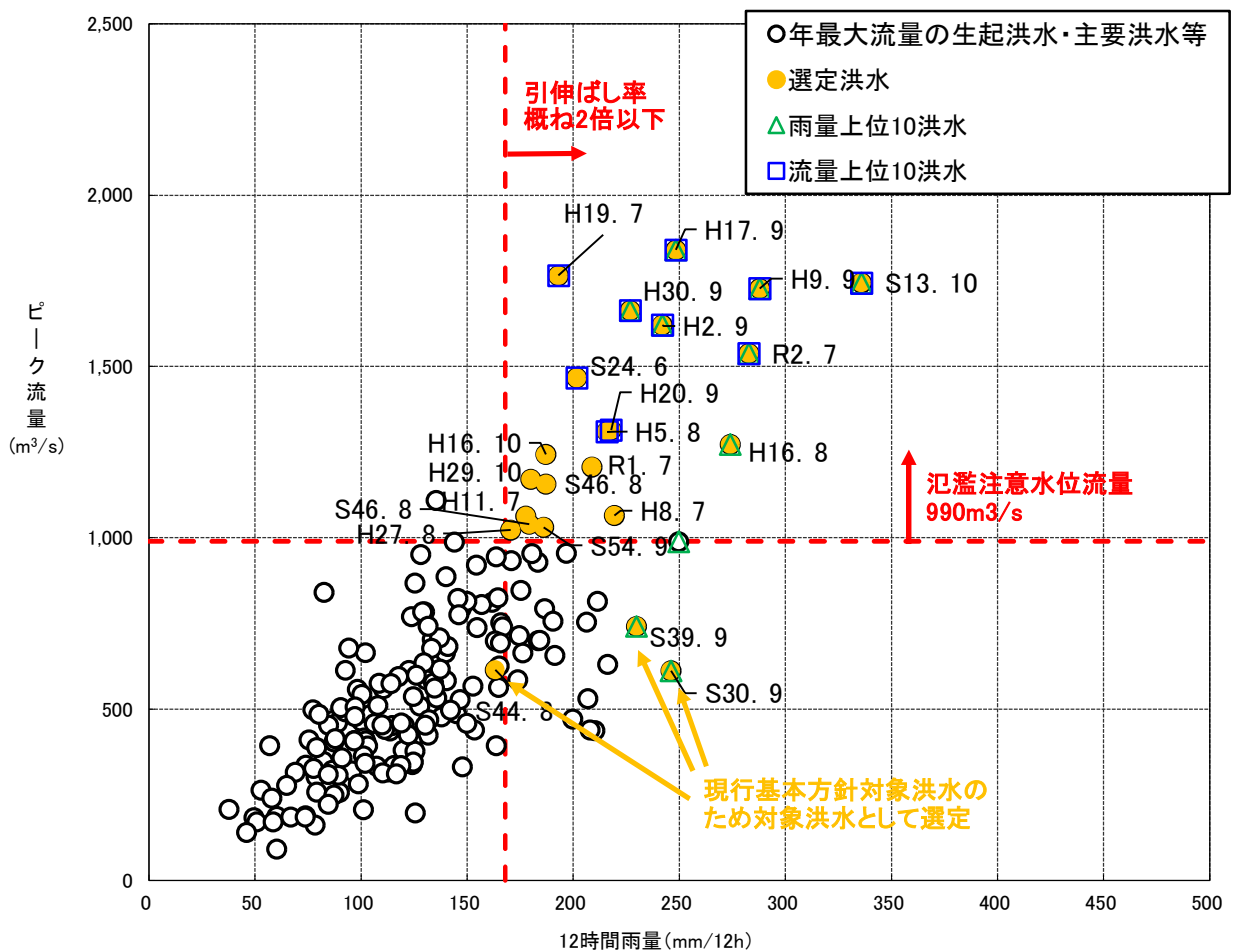


図 1-8-1 対象洪水の選定（基準地点：俣瀬）

表 1-8-1 選定洪水のピーク流量一覧（基準地点：俣瀬）

No	洪水	俣瀬上流域平均					俣瀬地点 ピーク流量 (m³/s)
		12時間雨量 (mm)	1/100確率		1/100確率×1.1		
			計画雨量 12hr (mm)	降雨 拡大率	計画雨量 12hr (mm)	降雨 拡大率	
1	S13. 10. 14	335. 9	336. 0	1. 000	370. 0	1. 100	2, 278
2	S24. 6. 17	201. 7	336. 0	1. 666	370. 0	1. 832	4, 181
3	S30. 9. 28	246. 1	336. 0	1. 365	370. 0	1. 502	2, 013
4	S39. 9. 23	229. 8	336. 0	1. 462	370. 0	1. 608	2, 180
5	S44. 8. 20	163. 3	336. 0	2. 058	370. 0	2. 263	2, 996
6	S46. 8. 3	179. 3	336. 0	1. 874	370. 0	2. 061	2, 552
7	S46. 8. 27	187. 2	336. 0	1. 795	370. 0	1. 974	3, 375
8	S54. 9. 27	186. 1	336. 0	1. 805	370. 0	1. 986	3, 004
9	H2. 9. 28	242. 0	336. 0	1. 388	370. 0	1. 527	2, 481
10	H5. 8. 8	215. 9	336. 0	1. 556	370. 0	1. 712	2, 197
11	H8. 7. 17	219. 4	336. 0	1. 531	370. 0	1. 685	2, 083
12	H9. 9. 14	287. 9	336. 0	1. 167	370. 0	1. 284	2, 555
13	H11. 7. 25	177. 7	336. 0	1. 891	370. 0	2. 080	2, 258
14	H16. 8. 28	274. 1	336. 0	1. 226	370. 0	1. 348	2, 040
15	H16. 10. 17	187. 1	336. 0	1. 796	370. 0	1. 975	2, 794
16	H17. 9. 3	248. 5	336. 0	1. 352	370. 0	1. 487	3, 284
17	H19. 7. 10	193. 1	336. 0	1. 740	370. 0	1. 914	2, 037
18	H20. 9. 14	217. 9	336. 0	1. 542	370. 0	1. 696	2, 957
19	H27. 8. 24	170. 6	336. 0	1. 970	370. 0	2. 166	2, 271
20	H29. 10. 28	180. 0	336. 0	1. 867	370. 0	2. 053	2, 450
21	H30. 9. 28	226. 9	336. 0	1. 481	370. 0	1. 629	2, 218
22	R1. 6. 28	208. 9	336. 0	1. 608	370. 0	1. 769	2, 404
23	R2. 7. 2	282. 8	336. 0	1. 188	370. 0	1. 307	2, 194

1-9 対象降雨の地域分布及び時間分布の検討

1-9-1 考え方

基本高水の検討対象洪水において、「短時間に降雨が集中する洪水」や「降雨の範囲が著しく偏った洪水」等を一律拡大すると、引き伸ばし後の短時間雨量が非現実的な確率値となる場合がある。そのため、実績降雨波形を対象降雨波形として採用するには、確率水文量への引き伸ばしによって異常な降雨になっていないか十分にチェックする必要がある。

従って、1-8 で選定した一次選定洪水について、引き伸ばし後の降雨の地域分布及び時間分布を確認し、対象降雨としての妥当性評価により代表的な洪水に適さない洪水については検討対象から除外した上で対象降雨波形を設定する。

1-9-2 棄却基準の設定

地域分布及び時間分布の異常な降雨として、1/500以上の降雨をその判断基準とした。

なお、引き伸ばし後の降雨量は気候変動による降雨量の増大を考慮しない雨量（降雨量変化倍率を乗じる前の雨量）とする。

1-9-3 地域分布の評価

(1) 対象地域の設定

対象地域は、以下に示す5流域を選定した。

①：本川上流域

本川上流域のハイトの確認用として選定

②：本川残流域

本川残流域のハイトの確認用として選定

③：始良川流域

基準地点上流に位置する主要支川始良川における河道流量の確認用として選定

④：高山川流域

基準地点上流に位置する主要支川高山川における河道流量の確認用として選定

⑤：串良川流域

基準地点上流に位置する主要支川串良川における河道流量の確認用として選定

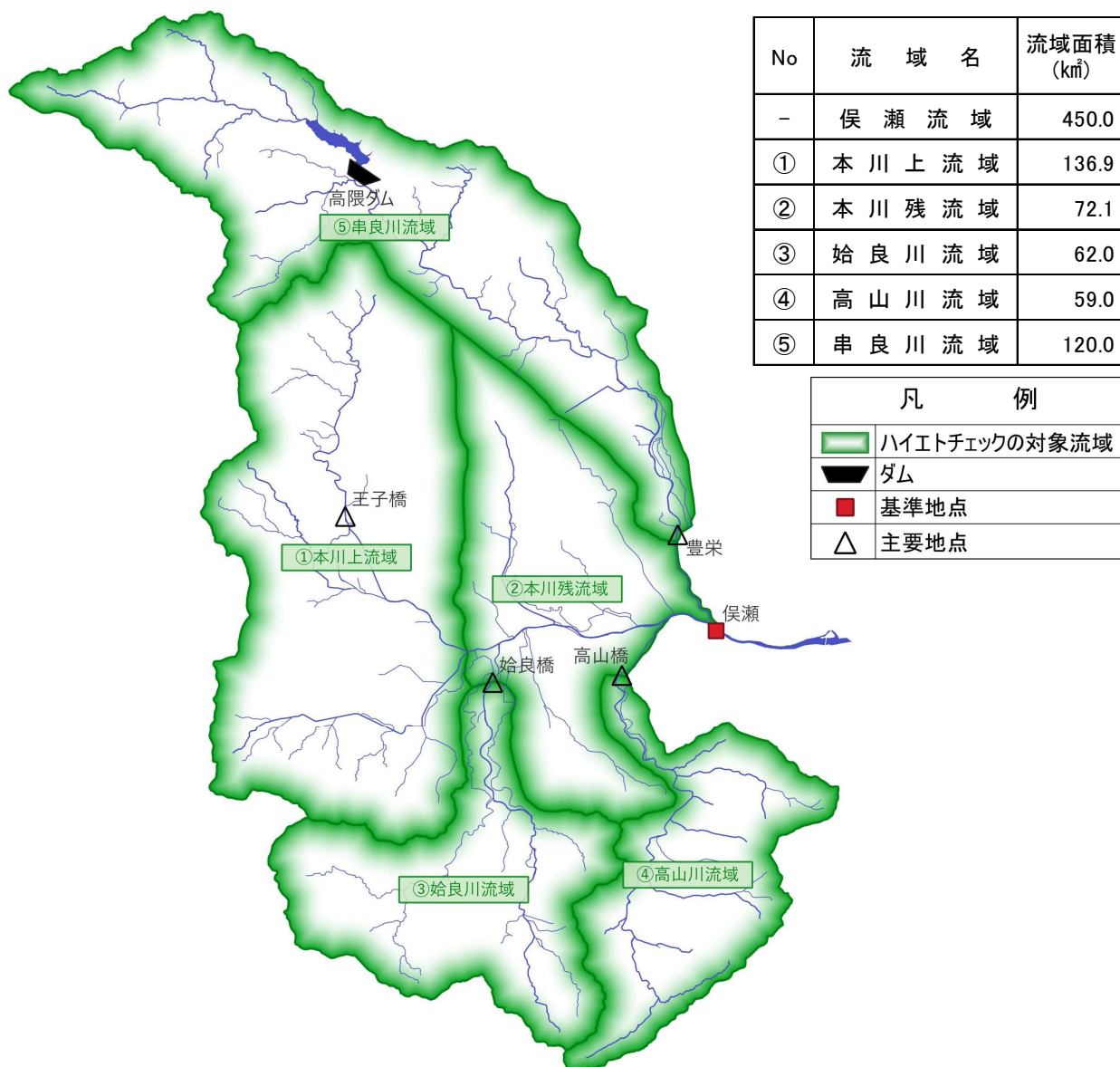


図 1-9-1 地域分布設定図

(2) 棄却基準値の選定

各選定地域における棄却基準値を設定した。確率雨量の算定は、昭和13年（1938年）～平成22年（2010年）の各流域の各年最大12時間雨量について確率計算を行い、各確率分布モデルの中で $SLSC \leq 0.04$ かつJackknife推定誤差が最小となる確率分布モデルの確率雨量を採用した。

(3) 地域分布の雨量評価

前項にて選定した地域について、拡大後雨量の異常性評価を確認した。

各地域の拡大後雨量及び棄却基準値は表 1-9-1に示すとおりであり、5洪水が棄却された。

表 1-9-1 地域分布による拡大後降雨の確率評価表

No	洪水年月日	計画降雨継続時間内(12h)の実績雨量 (mm)					基準地点 俣瀬 拡大率	拡大後雨量 (mm)					棄却洪水
		本川 上流域	本川 残流域	始良川 流域	高山川 流域	串良川 流域		本川 上流域	本川 残流域	始良川 流域	高山川 流域	串良川 流域	
1	S13. 10. 14	303.4	339.8	471.6	469.7	261.6	1.000	303.4	339.8	471.6	469.7	261.6	
2	S24. 6. 17	202.2	212.1	209.1	202.5	194.3	1.666	336.9	353.4	348.4	337.4	323.7	
3	S30. 9. 28	249.2	240.1	251.4	234.9	248.2	1.365	340.2	327.7	343.2	320.6	338.8	
4	S39. 9. 23	221.2	225.4	254.7	245.8	219.2	1.462	323.4	328.2	371.9	359.4	320.5	
5	S44. 8. 20	147.4	138.9	204.3	158.5	171.8	2.058	303.3	285.9	416.5	321.1	353.6	
6	S46. 8. 3	160.3	167.6	255.0	218.7	190.9	1.874	300.4	273.4	466.6	379.4	307.7	
7	S46. 8. 27	136.9	175.6	316.4	321.8	131.9	1.795	245.7	315.2	567.9	577.6	209.3	×
8	S54. 9. 27	161.1	163.9	306.8	268.9	119.2	1.805	290.8	295.8	553.8	485.4	214.4	×
9	H 2. 9. 28	220.2	266.0	260.9	286.8	229.1	1.388	305.6	369.2	362.1	398.1	318.0	
10	H 5. 8. 8	213.9	237.6	219.1	239.6	201.3	1.556	332.8	367.9	340.9	371.3	313.2	
11	H 8. 7. 17	212.9	229.0	197.5	245.3	226.9	1.531	325.9	350.6	298.9	372.4	347.4	
12	H 9. 9. 14	263.8	378.9	317.9	366.5	248.8	1.167	307.9	442.2	371.0	427.7	287.7	×
13	H11. 7. 25	166.0	216.5	185.2	215.8	159.2	1.891	313.9	409.4	350.2	408.1	301.0	
14	H16. 8. 28	298.1	343.0	245.1	264.1	250.7	1.226	365.5	420.5	299.5	323.8	307.4	
15	H16. 10. 17	181.8	198.2	203.3	233.3	162.9	1.796	326.5	356.0	365.1	419.0	288.4	
16	H17. 9. 3	272.3	303.1	278.8	297.1	230.6	1.352	364.5	409.8	315.6	324.3	304.9	
17	H19. 7. 11	192.0	191.3	234.5	217.1	177.5	1.740	328.5	332.2	408.0	363.5	296.5	
18	H20. 9. 15	172.0	219.0	340.1	331.0	152.5	1.542	265.2	337.7	524.4	510.2	235.2	
19	H27. 8. 24	159.9	193.7	152.7	184.6	172.2	1.970	315.0	381.6	300.8	363.7	339.2	
20	H29. 10. 27	181.7	247.7	190.2	203.8	129.3	1.867	339.2	460.6	343.0	375.6	237.7	×
21	H30. 9. 29	262.4	221.3	200.5	207.1	213.2	1.481	388.6	327.7	296.9	306.7	315.7	
22	R 1. 7. 2	211.2	157.6	153.5	152.8	312.7	1.608	339.6	253.4	223.5	223.3	502.8	×
23	R 2. 7. 2	261.8	176.7	106.8	105.6	305.8	1.188	311.0	208.1	106.8	105.6	363.3	
棄却基準値 【1/500雨量】		—	—	—	—	—	—	404	441	529	526	404	—

※ : 拡大後雨量の確率評価が棄却基準値（1/500雨量）を超過しているため棄却

※1/500雨量は、 $SLSC \leq 0.04$ 以下かつJackknife推定誤差が最小となる手法の値による

※H17.9洪水については、実績降雨波形（引伸ばし率1.00）を用いた

1-9-4 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した。

(1) 対象時間の選定

対象時間の考え方については、以下の通りとした。

- 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」を短時間雨量として確認した。

表 1-9-2 対象時間の設定

基準地点	時間分布棄却基準（短時間雨量）として設定
俣瀬	6 時間

(2) 棄却基準値の選定

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、昭和13年（1938年）～平成22年（2010年）までの年最大雨量について確率計算を行い、各計算手法の中で $SLSC \leq 0.04$ かつJackknife推定誤差が最小になる確率分布モデルの1/500確率雨量を採用した。

(3) 時間分布の雨量評価

前項にて設定した棄却基準値をもとに、著しい引き伸ばしとなっていないかを確認した。
各時間の拡大後雨量及び棄却基準値は表 1-9-3に示すとおりであり、3洪水が棄却された。

表 1-9-3 時間分布による拡大後降雨の確率評価表

No	洪水年月日	基準地点俣瀬実績雨量	基準地点 俣瀬 拡大率	拡大後雨量 (mm)	棄却洪水
		6時間		6時間	
1	S13. 10. 14	181.8	1.000	181.8	
2	S24. 6. 17	167.7	1.666	279.4	×
3	S30. 9. 28	131.8	1.365	179.9	
4	S39. 9. 23	171.8	1.462	251.2	
5	S44. 8. 20	135.6	2.058	279.1	×
6	S46. 8. 3	98.6	1.787	176.2	
7	S46. 8. 27	112.1	1.795	201.2	
8	S54. 9. 27	128.6	1.805	232.1	
9	H 2. 9. 28	173.6	1.388	241.0	
10	H 5. 8. 8	145.5	1.556	226.4	
11	H 8. 7. 17	126.0	1.531	192.9	
12	H 9. 9. 14	180.4	1.167	210.5	
13	H11. 7. 25	108.4	1.891	205.0	
14	H16. 8. 28	170.8	1.226	209.4	
15	H16. 10. 17	120.5	1.796	216.4	
16	H17. 9. 3	156.9	1.352	212.1	
17	H19. 7. 11	133.8	1.740	232.8	
18	H20. 9. 15	130.7	1.542	201.5	
19	H27. 8. 24	139.0	1.970	273.8	×
20	H29. 10. 27	138.9	1.867	259.3	
21	H30. 9. 29	161.2	1.481	238.7	
22	R 1. 7. 2	108.4	1.608	174.3	
23	R 2. 7. 2	199.0	1.188	236.4	
棄却基準値 【1/500雨量】		—	—	267	—

※ ：拡大後雨量の確率評価が棄却基準値（1/500雨量）を超過しているため棄却

※1/500雨量は、SLSC $\leq$ 0.04以下かつJackknife推定誤差が最小となる手法の値による

※H17.9洪水については、実績降雨波形（引伸ばし率1.00）を用いた

1-10 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、12時間雨量に対して、1/100規模に1.1倍した降雨量となるように引き伸ばし降雨波形を作成した後、流出計算を行った結果、基準地点：俣瀬におけるピーク流量は2,013m³/s～3,284m³/sとなった。基準地点：俣瀬におけるピーク流量の一覧を表1-10-1、洪水ごとのハイドログラフを図1-10-1に示す。

表 1-10-1 ピーク流量一覧（俣瀬地点）

No	洪水	俣瀬上流域平均					俣瀬地点 ピーク流量 (m ³ /s)	棄却理由	
		12時間雨量 (mm)	1/100確率		1/100確率×1.1				
			計画雨量 12hr (mm)	降雨 拡大率	計画雨量 12hr (mm)	降雨 拡大率			
1	S13. 10. 14	335. 9	336. 0	1. 000	370. 0	1. 100	2, 278		
2	S24. 6. 17	201. 7	336. 0	1. 666	370. 0	1. 832	4, 181		時間分布
3	S30. 9. 28	246. 1	336. 0	1. 365	370. 0	1. 502	2, 013		
4	S39. 9. 23	229. 8	336. 0	1. 462	370. 0	1. 608	2, 180		
5	S44. 8. 20	163. 3	336. 0	2. 058	370. 0	2. 263	2, 996		時間分布
6	S46. 8. 3	179. 3	336. 0	1. 874	370. 0	2. 061	2, 552		
7	S46. 8. 27	187. 2	336. 0	1. 795	370. 0	1. 974	3, 375	地域分布	
8	S54. 9. 27	186. 1	336. 0	1. 805	370. 0	1. 986	3, 004	地域分布	
9	H2. 9. 28	242. 0	336. 0	1. 388	370. 0	1. 527	2, 481		
10	H5. 8. 8	215. 9	336. 0	1. 556	370. 0	1. 712	2, 197		
11	H8. 7. 17	219. 4	336. 0	1. 531	370. 0	1. 685	2, 083		
12	H9. 9. 14	287. 9	336. 0	1. 167	370. 0	1. 284	2, 555	地域分布	
13	H11. 7. 25	177. 7	336. 0	1. 891	370. 0	2. 080	2, 258		
14	H16. 8. 28	274. 1	336. 0	1. 226	370. 0	1. 348	2, 040		
15	H16. 10. 17	187. 1	336. 0	1. 796	370. 0	1. 975	2, 794		
16	H17. 9. 3	248. 5	336. 0	1. 352	370. 0	1. 487	3, 284		
17	H19. 7. 10	193. 1	336. 0	1. 740	370. 0	1. 914	2, 037		
18	H20. 9. 14	217. 9	336. 0	1. 542	370. 0	1. 696	2, 957		
19	H27. 8. 24	170. 6	336. 0	1. 970	370. 0	2. 166	2, 271		時間分布
20	H29. 10. 28	180. 0	336. 0	1. 867	370. 0	2. 053	2, 450	地域分布	
21	H30. 9. 28	226. 9	336. 0	1. 481	370. 0	1. 629	2, 218		
22	R1. 6. 28	208. 9	336. 0	1. 608	370. 0	1. 769	2, 404	地域分布	
23	R2. 7. 2	282. 8	336. 0	1. 188	370. 0	1. 307	2, 194		

※グレー着色：短時間雨量あるいは小流域が著しい引伸ばしとなっている洪水

※拡大率：「12 時間雨量 (mm)」と「1/100 確率降雨量×1.1」との比率

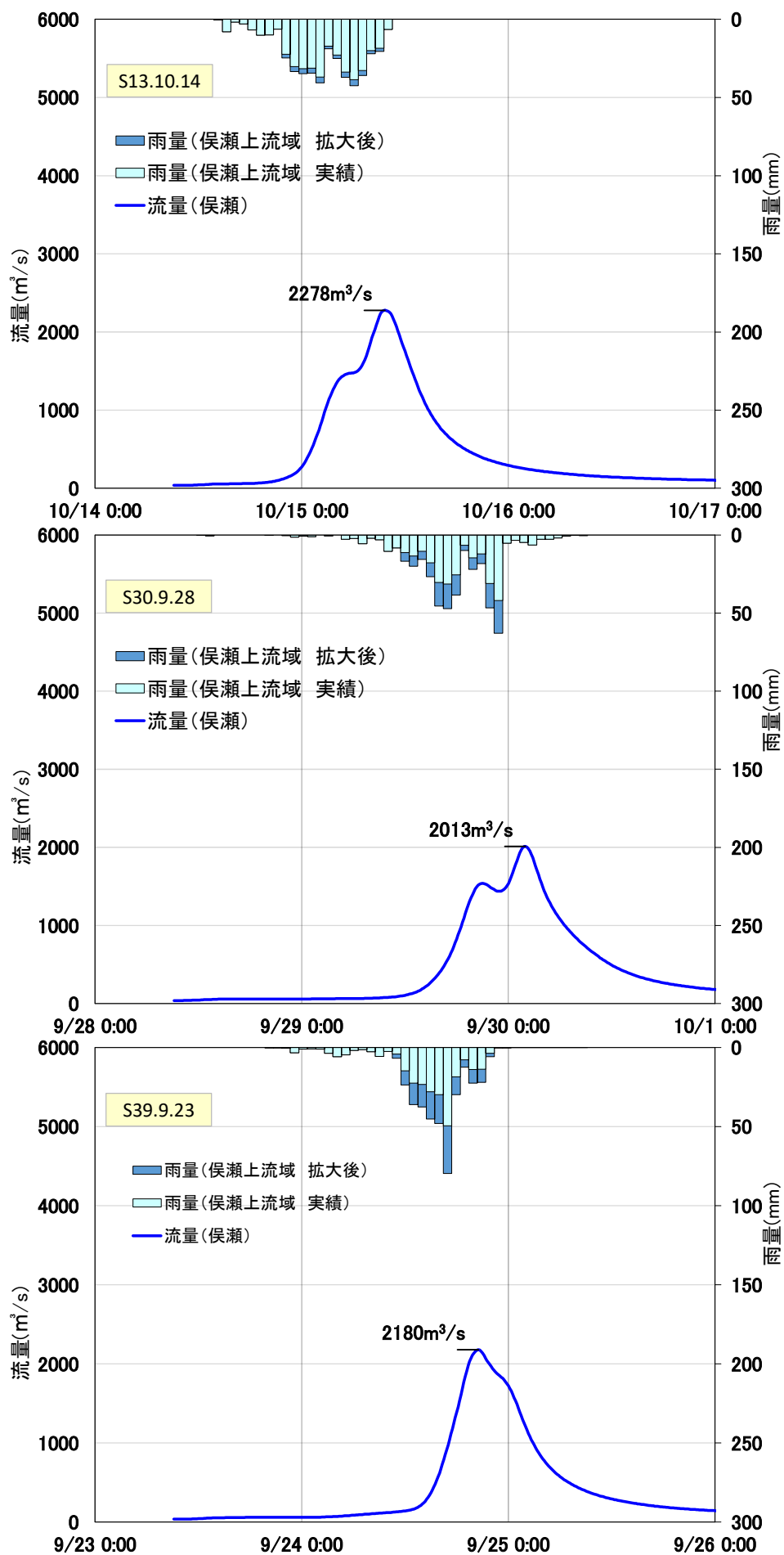


図 1-10-1(1) 主要降雨波形ハイドログラフ

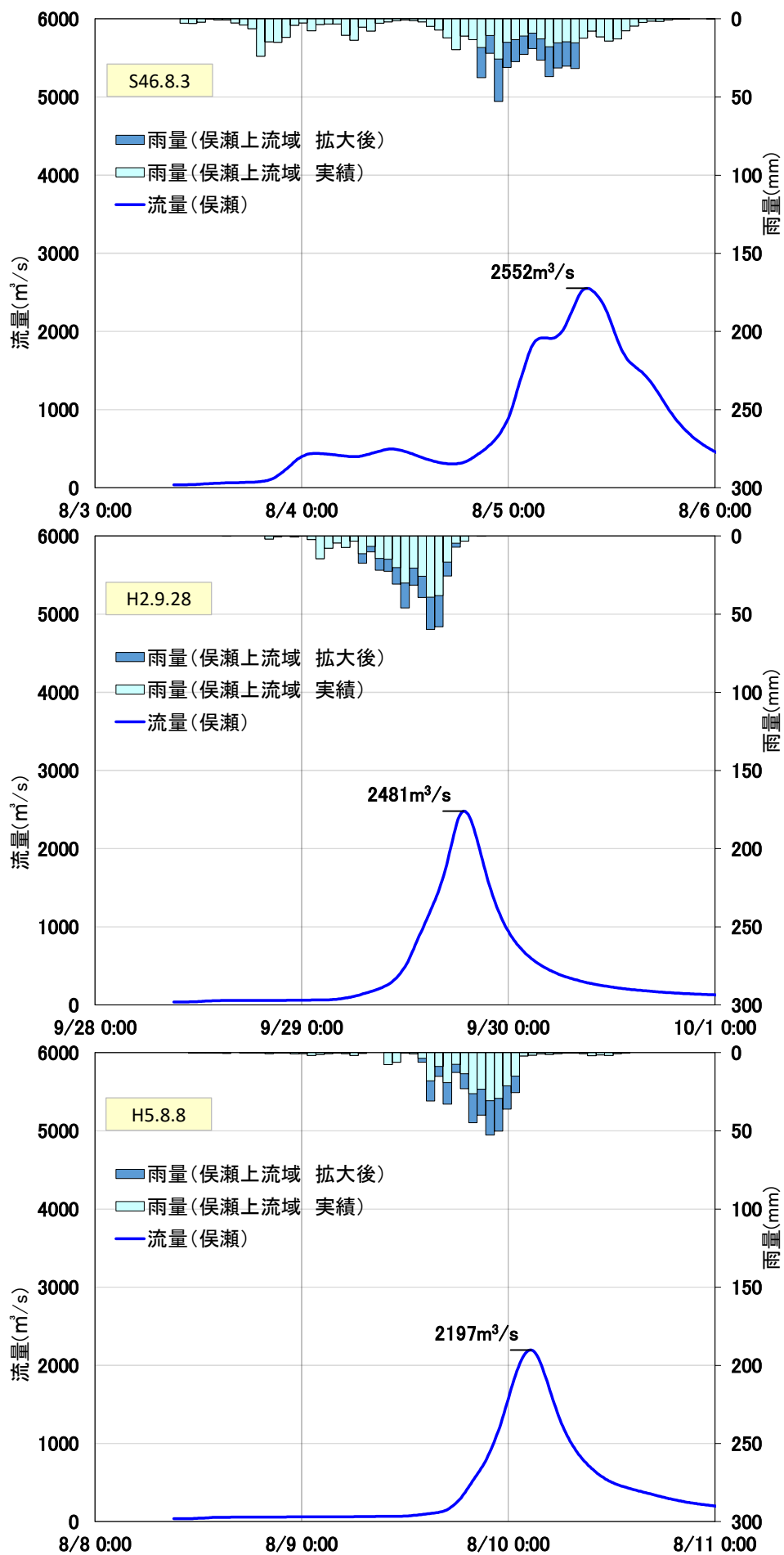


図 1-10-1 (2) 主要降雨波形ハイドログラフ

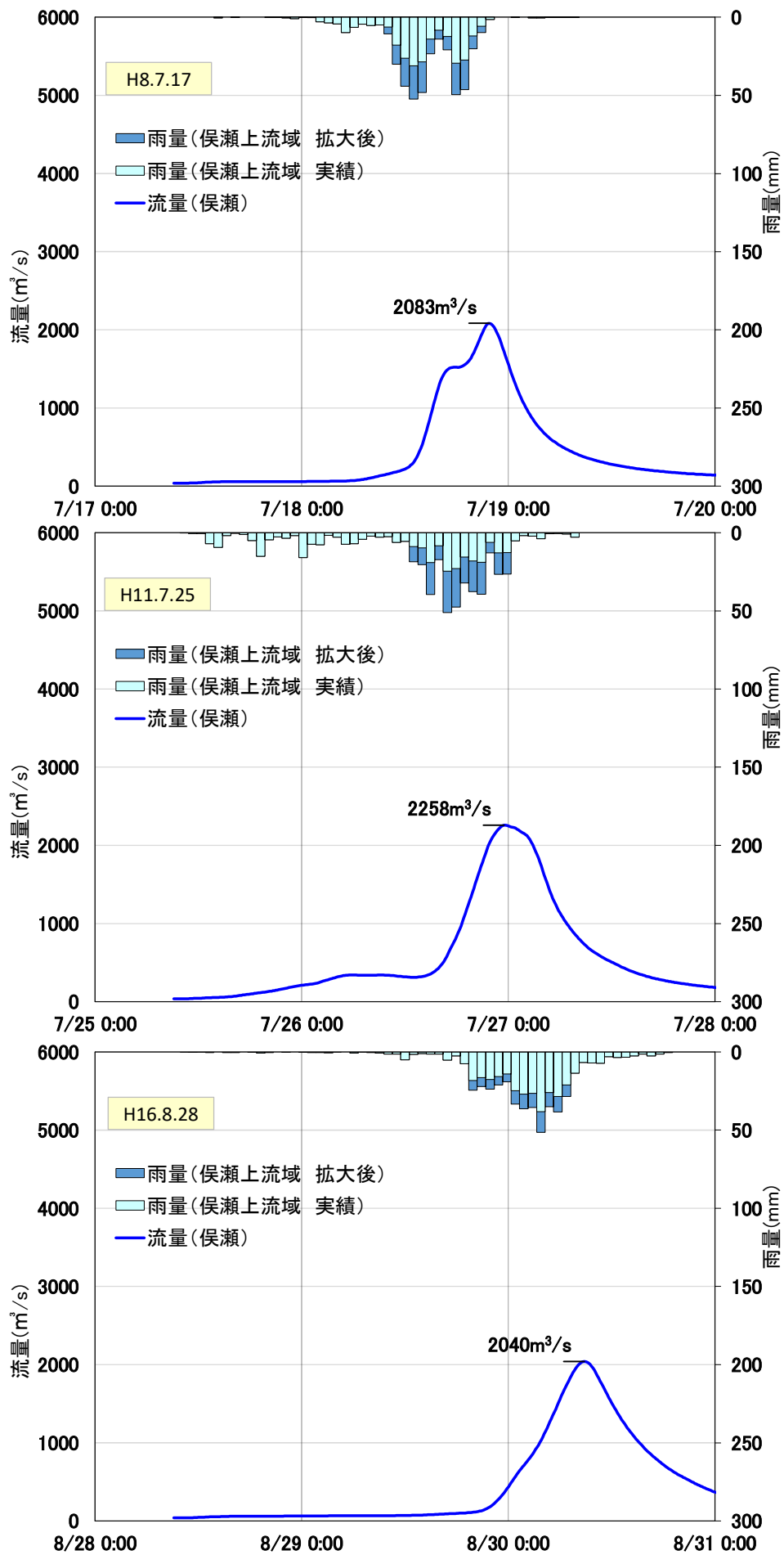


図 1-10-1 (3) 主要降雨波形ハイドログラフ

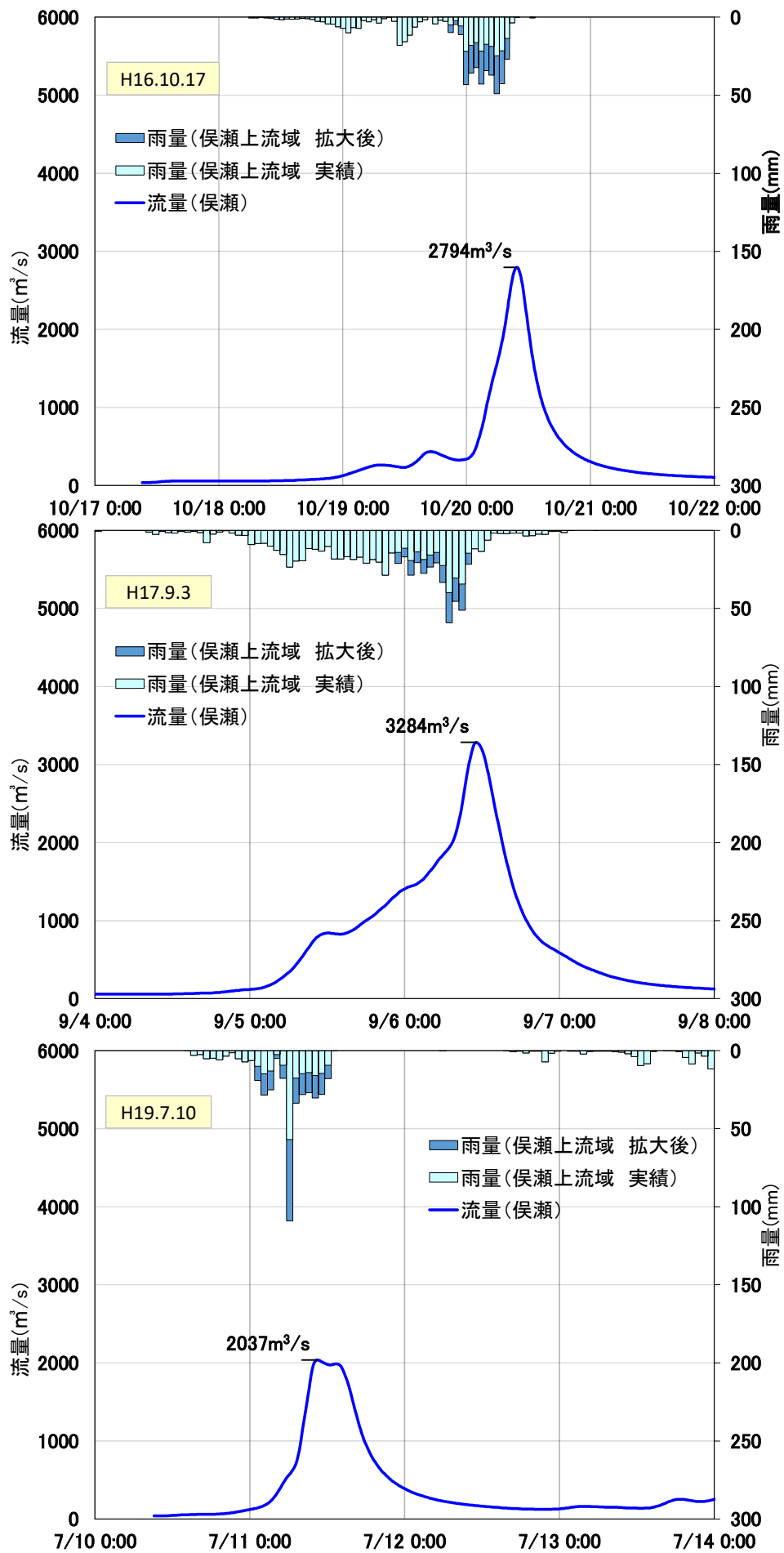


図 1-10-1 (4) 主要降雨波形ハイドログラフ

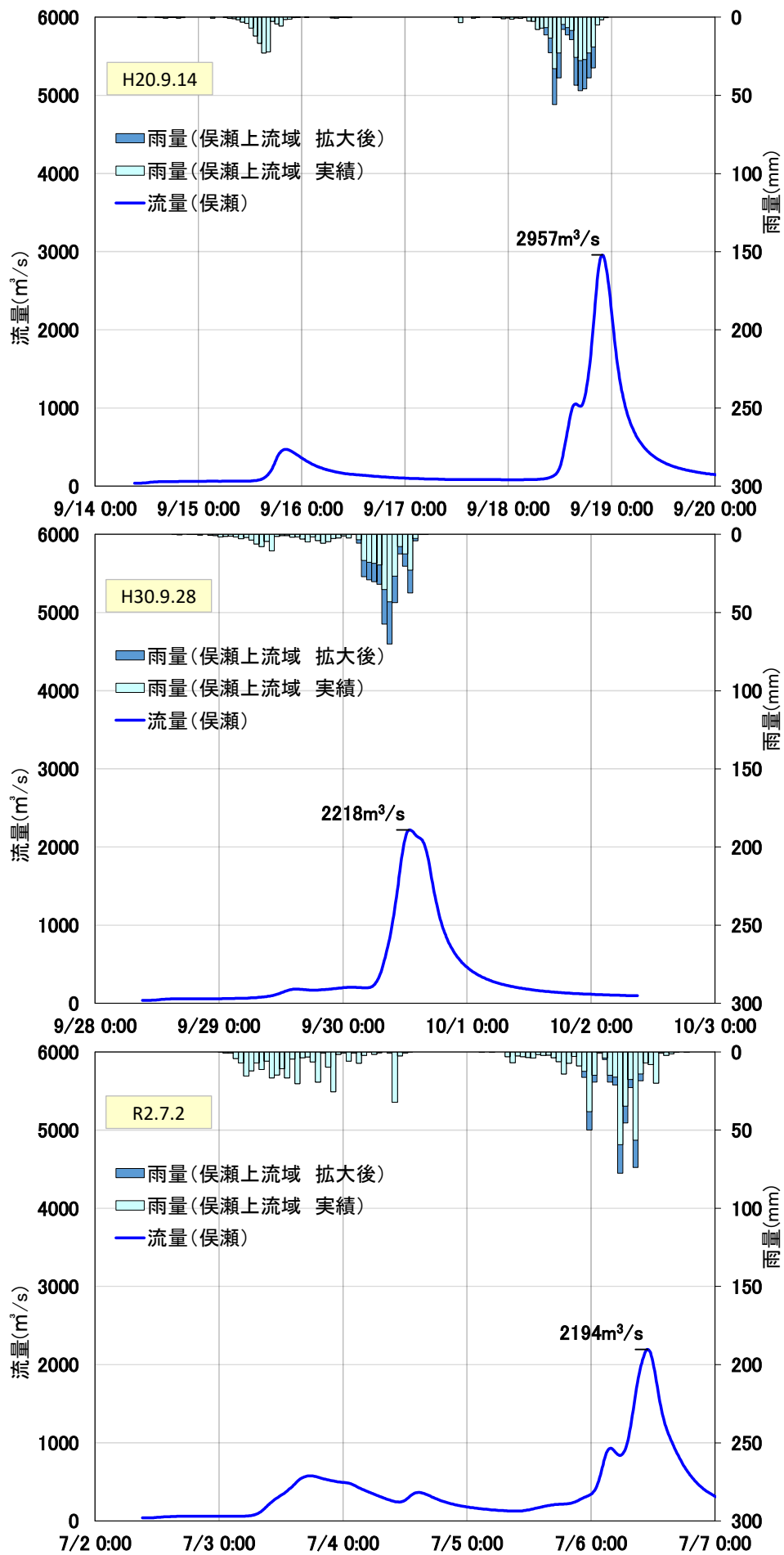


図 1-10-1 (5) 主要降雨波形ハイドログラフ

1-11 アンサンブル予測降雨波形による検討

1-11-1 アンサンブル予測降雨波形による流出計算

4℃上昇のシナリオRCP8.5における近未来の気候（2℃上昇時：およそ2040年頃、世界平均の地上気温が産業革命当時と比べて2℃上昇）を前提として、文部科学省「SI-CAT気候変動適応技術社会実装プログラム※」において整備・公表された解像度5kmにダウンスケーリングされたアンサンブル実験により得られたアンサンブル将来予測降雨波形（以下、「d2PDF」）から求めた、現在気候（360年分＝30年×12摂動）及び将来気候（360年分＝30年×6SST×2摂動）の年最大流域平均雨量標本から計画対象降雨の降雨量370mm/12hに近い10洪水を抽出した。抽出した10洪水は、中央集中や複数の降雨ピークがある波形等、様々なタイプの降雨波形を含んでいることを確認した。

また、抽出した洪水の降雨波形を、気候変動を考慮した1/100確率規模の12時間雨量370mmまで調整し、流出計算モデルにより流出量を算出した結果、俣瀬地点のピーク流量は約1,750m³/s～4,010m³/sの範囲となり、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が数値の範囲に収まっていることを確認した。

※SI-CAT：気候変動適応技術社会実装プログラム（Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology）

日本全国の地方自治体等が行う気候変動対応策の検討・策定に汎用的に生かされるような信頼性の高い近未来の気候変動予測技術や気候変動影響に対する適応策の効果の評価を可能とする技術を開発するプログラム

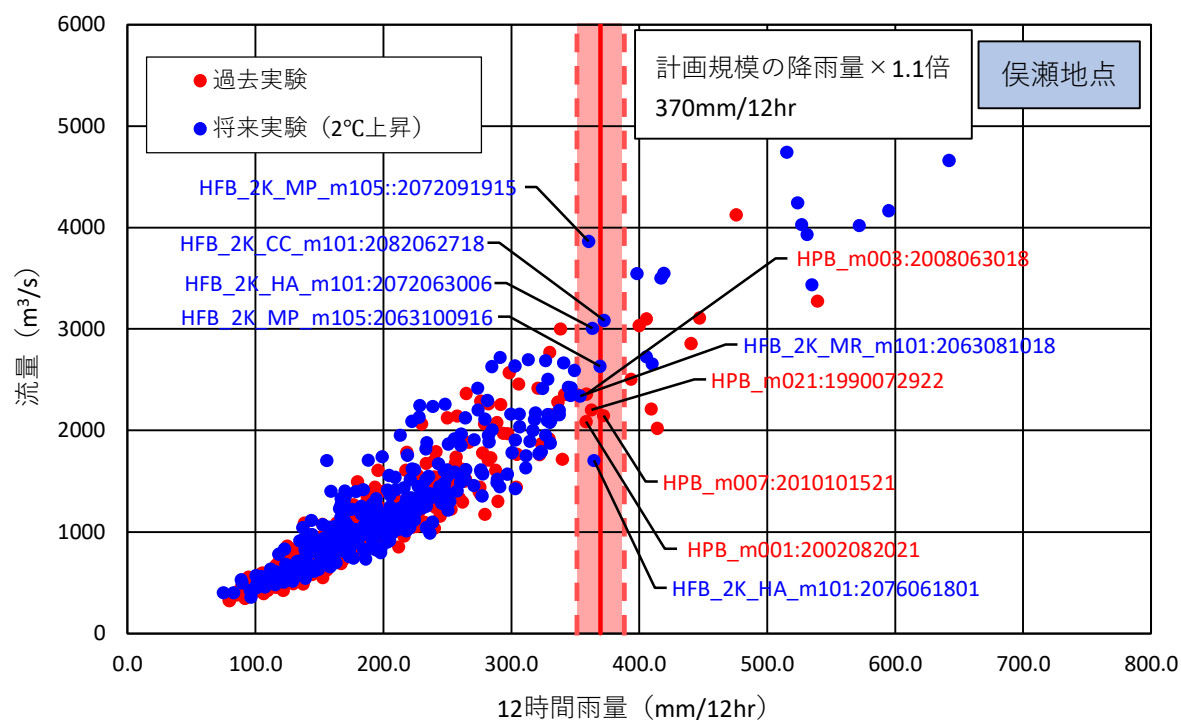


図 1-11-1 アンサンブル予測降雨波形からの抽出（基準地点：俣瀬）

- d2PDF（将来360年、現在360年）の年最大雨量標本（360年）を対象
- 著しい引き伸ばし等によって降雨波形をゆがめることがないよう、計画対象降雨の降雨量近傍の洪水(上図の赤点線内の降雨)を抽出（10洪水）

表 1-11-1 アンサンブル予測降雨波形のピーク流量一覧（俣瀬地点）

洪水名			俣瀬地点 12時間雨量 (mm)	気候変動後 1/100雨量 (mm)	拡大率 (俣瀬地点対象)	俣瀬地点 ピーク流量 (m³/s)
将来実験	CC_m101	20820627	372.5	370	0.992	3,069
	HA_m101	20720630	363.4		1.017	3068.000
	HA_m101	20760618	364.6		1.014	1,750
	MP_m105	20631009	369.2		1.001	2,646
	MP_m105	20720919	360.5		1.025	4,007
	MR_m101	20630810	353.8		1.045	2,501
過去実験	HPB_m001	20020820	358.4	370	1.031	2,162
	HPB_m003	20080630	358.6		1.031	2,451
	HPB_m007	20101015	371.9		0.994	2,144
	HPB_m021	19900729	362.6		1.019	2,269

※拡大率：「12時間雨量」と「対象降雨量」との比率

1,750 : 俣瀬ピーク流量の最大値
4,007 : 俣瀬ピーク流量の最小値

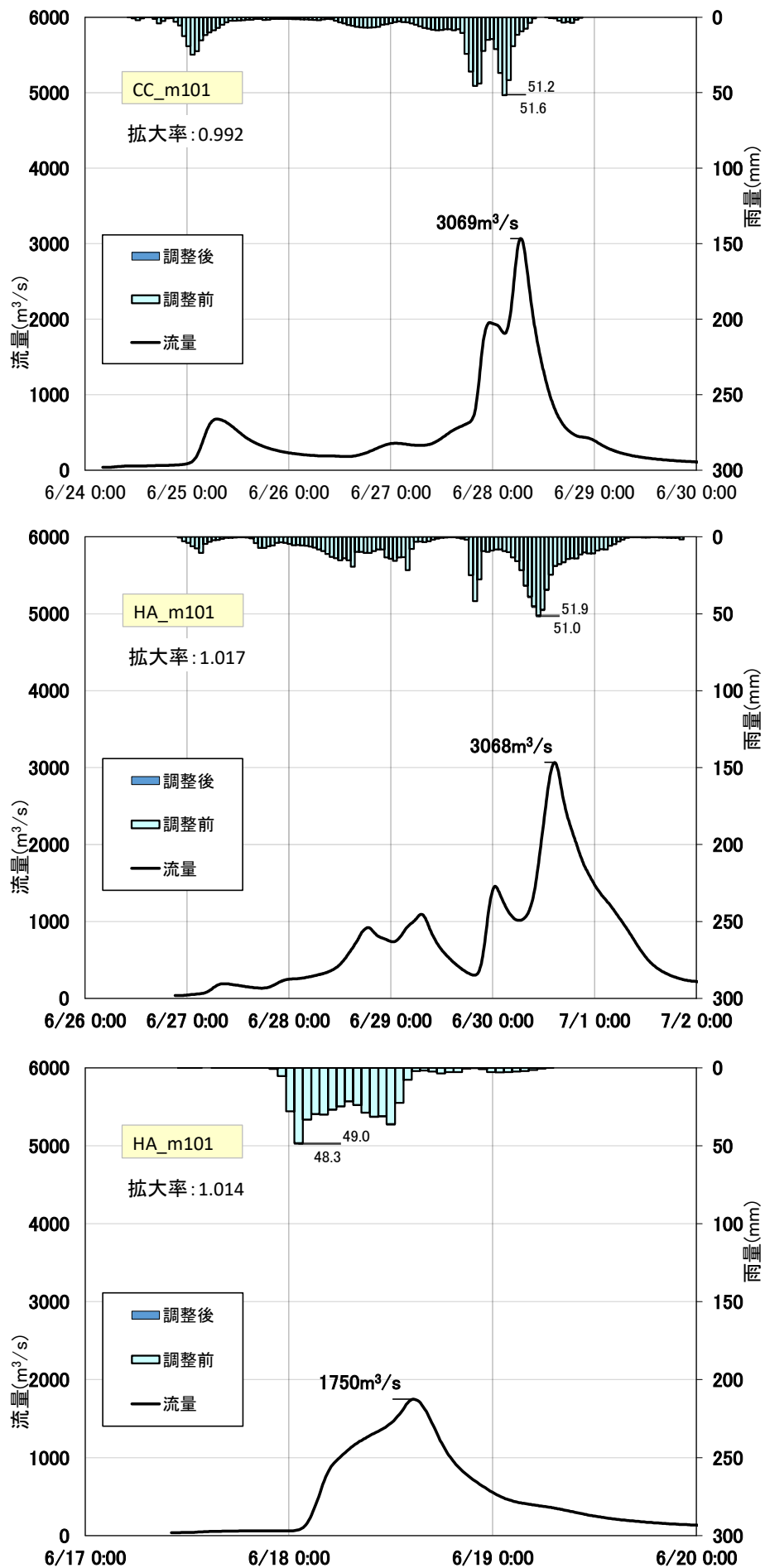


図 1-11-2 (1) 抽出した予測降雨波形のハイドログラフ (俣瀬地点)

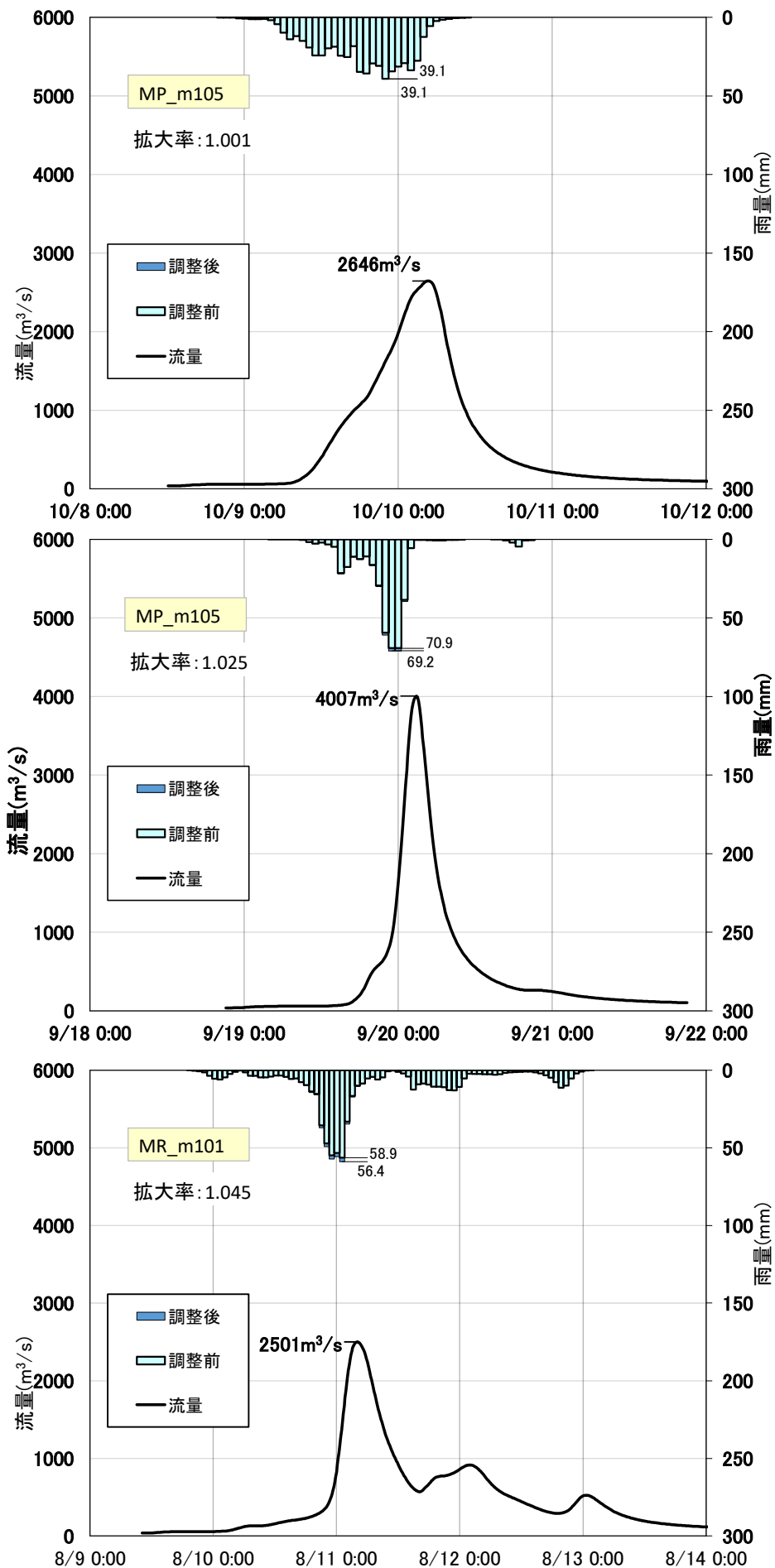


図 1-11-2 (2) 抽出した予測降雨波形のハイドログラフ (俣瀬地点)

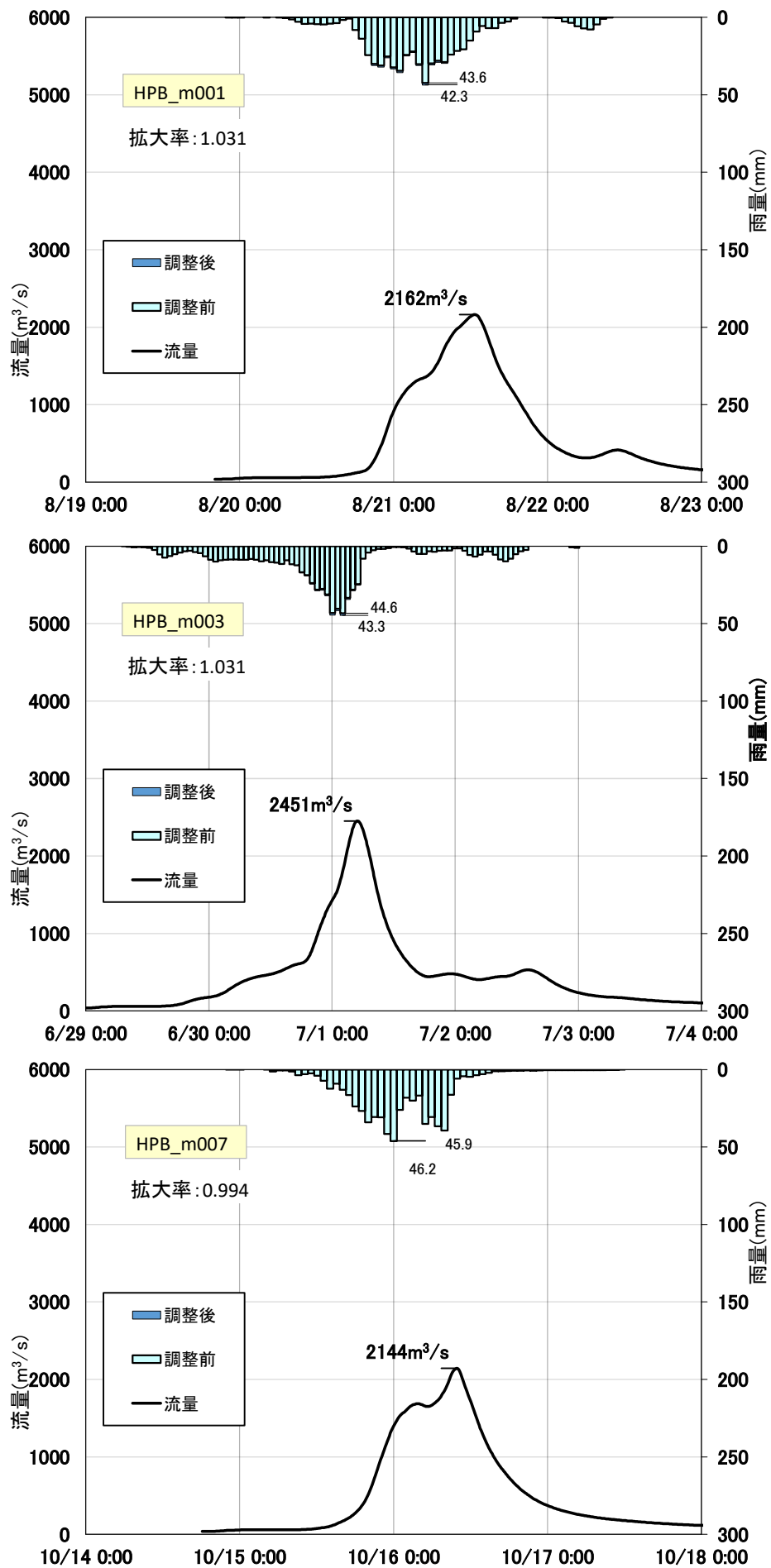


図 1-11-2 (3) 抽出した予測降雨波形のハイドログラフ (俣瀬地点)

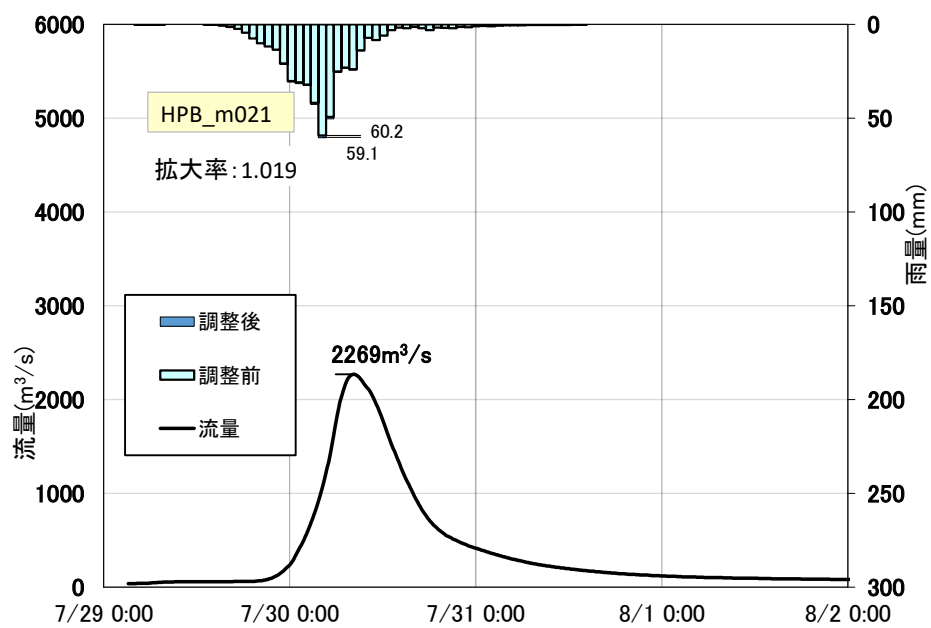


図 1-11-2 (4) 抽出した予測降雨波形のハイドログラフ（俣瀬地点）

1-11-2 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、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した。

その結果、基準地点：俣瀬で棄却した8洪水のうち、アンサンブル予測降雨から推定される時間分布、地域分布の雨量比（基準地点流量と小流域の比率）以下に収まる洪水として、4洪水（昭和46年（1971年）8月洪水、昭和54年（1979年）9月洪水、平成9年（1997年）9月洪水、平成29年（2017年）10月洪水）を棄却とせず、参考波形として活用する。

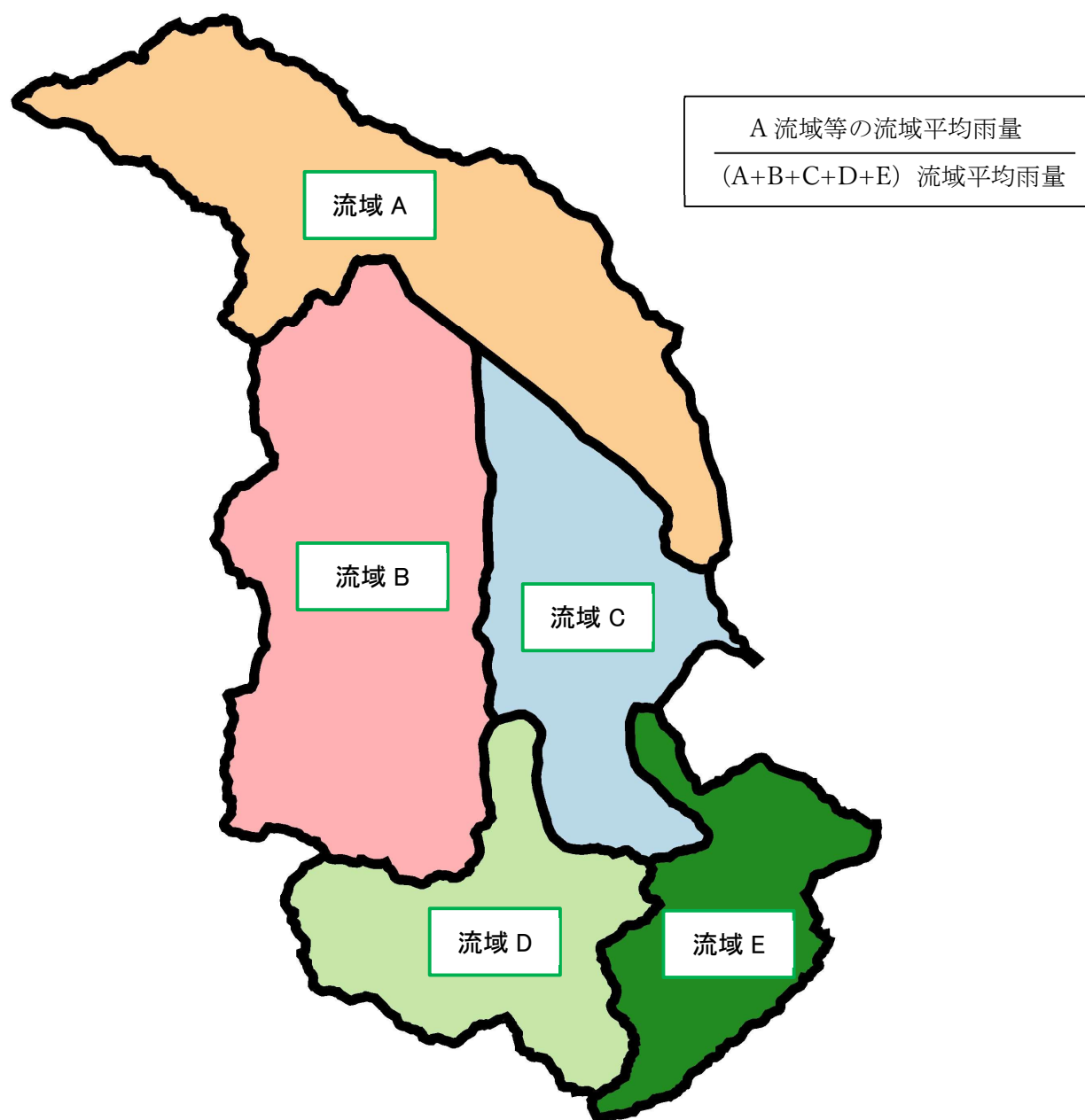


図 1-11-3 流域分布のチェック

(1) 地域分布のチェック

d2PDF（将来気候）から対象降雨の降雨量近傍のアンサンブル予測降雨波形（将来実験の6洪水）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）を求めた。小流域は、地域分布の評価で用いた本川上流域、本川残流域、始良川流域、高山川流域、串良川流域を対象とした。

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。

棄却した8洪水の内、1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 1-11-2 雨量の比率（アンサンブル予測降雨波形）

洪水			俣瀬 上流域 平均	本川 上流域 (136.9km ²)		本川 残流域 (72.1km ²)		始良川 流域 (62.0km ²)		高山川 流域 (59.0km ²)		串良川 流域 (120.0km ²)	
項目	d2PDF アンサンブル	年月日	予測 雨量 (mm/12h)	予測 雨量 (mm/12h)	俣瀬 雨量に対 する比率	予測 雨量 (mm/12h)	俣瀬 雨量に対 する比率	予測 雨量 (mm/12h)	俣瀬 雨量に対 する比率	予測 雨量 (mm/12h)	俣瀬 雨量に対 する比率	予測 雨量 (mm/12h)	俣瀬 雨量に対 する比率
将来 実験	CC_m101	20820624	372.5	357.6	0.96	295.0	0.79	450.1	1.21	486.4	1.31	342.0	0.92
	HA_m101	20720626	363.4	448.2	1.23	449.1	1.24	208.1	0.57	199.3	0.55	375.7	1.03
	HA_m101	20760617	364.6	457.7	1.26	502.5	1.38	231.3	0.63	266.1	0.73	292.3	0.80
	MP_m105	20631008	369.2	313.2	0.85	333.6	0.90	387.7	1.05	471.1	1.28	397.7	1.08
	MP_m105	20720918	360.5	266.1	0.74	284.1	0.79	737.9	2.05	834.7	2.32	87.6	0.24
	MR_m101	20630809	353.8	444.0	1.25	453.1	1.28	411.4	1.16	494.6	1.40	93.0	0.26

:最大比率

表 1-11-3 雨量の比率（棄却した引き伸ばし降雨波形）

洪水年月日				俣瀬上流域平均			本川 上流域 (136.9km ²)		本川 残流域 (72.1km ²)		始良川 流域 (62.0km ²)		高山川 流域 (59.0km ²)		串良川 流域 (120.0km ²)	
				実績雨量 (mm/12h)	計画雨量 (mm/12h)	拡大率	拡大後 雨量 (mm/12h)	俣瀬 計画雨量 に対する 比率	拡大後 雨量 (mm/12h)	俣瀬 計画雨量 に対する 比率	拡大後 雨量 (mm/12h)	俣瀬 計画雨量 に対する 比率	拡大後 雨量 (mm/12h)	俣瀬 計画雨量 に対する 比率	拡大後 雨量 (mm/12h)	俣瀬 計画雨量 に対する 比率
S.	24.	6.	17	201.7	369.6	1.83	370.4	1.00	388.6	1.05	383.1	1.04	371.0	1.00	356.0	0.96
S.	44.	8.	20	163.3	369.6	2.26	333.6	0.90	314.3	0.85	457.8	1.24	352.6	0.95	388.8	1.05
S.	46.	8.	27	187.2	369.6	1.97	270.2	0.73	346.6	0.94	624.6	1.69	635.2	1.72	230.2	0.62
S.	54.	9.	27	186.1	369.6	1.99	319.9	0.87	325.5	0.88	609.3	1.65	534.0	1.44	235.9	0.64
H.	9.	9.	14	287.9	369.6	1.28	338.7	0.92	486.5	1.32	408.2	1.10	470.6	1.27	315.0	0.85
H.	27.	8.	24	170.6	369.6	2.17	346.3	0.94	419.6	1.14	330.7	0.89	399.8	1.08	373.0	1.01
H.	29.	10.	27	180.0	369.6	2.05	373.0	1.01	506.5	1.37	377.1	1.02	413.1	1.12	260.9	0.71
R.	1.	7.	2	208.9	369.6	1.77	373.6	1.01	278.8	0.75	242.1	0.66	241.9	0.65	553.2	1.50

:棄却洪水:短時間・小流域において著しい引き伸ばしとなっている洪水

:棄却となる比率

(2) 時間分布のチェック

d2PDF（将来気候）から対象降雨の降雨量近傍のアンサンブル予測降雨波形（将来実験の6洪水）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」を求めた。

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。短時間雨量は、6時間、12時間を対象とした。

棄却した8洪水の内、3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 1-11-4 雨量の比率（アンサンブル予測降雨波形）

洪水			俣瀬上流域平均		
項目	d2PDF アンサンブル	年月日	①12時間 予測 雨量 (mm/12h)	②6時間 予測 雨量 (mm/6h)	比率 ②/①
将来実験	CC_m101	20820624	372.5	187.4	0.50
	HA_m101	20720626	363.4	248.2	0.68
	HA_m101	20760617	364.6	195.5	0.54
	MP_m105	20631008	369.2	203.8	0.55
	MP_m105	20720918	360.5	281.8	0.78
	MR_m101	20630809	353.8	280.2	0.79

0.79 : 最大比率

表 1-11-5 雨量の比率（棄却した引き伸ばし降雨波形）

洪水年月日				俣瀬上流域平均				
				実績雨量 (mm/12h)	①計画雨量 (mm/12h)	拡大率	②計画雨量 拡大後 6時間雨量 (mm/6h)	比率 ②/①
S.	24.	6.	17	201.7	370	1.832	307.2	0.83
S.	44.	8.	20	163.3	370	2.263	306.9	0.83
S.	46.	8.	27	187.2	370	1.974	221.3	0.60
S.	54.	9.	27	186.1	370	1.986	255.4	0.69
H.	9.	9.	14	287.9	370	1.284	231.6	0.63
H.	27.	8.	24	170.6	370	2.166	301.1	0.81
H.	29.	10.	27	180.0	370	2.053	285.2	0.77
R.	1.	7.	2	208.9	370	1.769	191.8	0.52

：棄却洪水：短時間・小流域において著しい引き伸ばしとなっている洪水

：棄却となる比率

1-11-3 主要洪水群に不足する降雨パターンの確認

これまで、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、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。

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無いかを確認するため、アンサンブル将来予測降雨波形を用いて空間分布のクラスター分析を行い、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クラスターの確認を実施した。

波形パターンの解析にはクラスター分析を用いた。アンサンブル予測から得られた将来予測波形群360波形と過去実験波形360波形の計720波形を対象に、流域全体の総雨量に対する各流域の寄与率を算出し、ユークリッド距離を指標としてウォード法により4つのクラスターに分類した。

俣瀬地点で選定された対象降雨波形について、クラスター分析を行った結果は表 1-11-6に示すとおりである。

俣瀬地点では対象降雨波形はクラスター1～4と評価され、全てのクラスターが存在するため、追加はないものとした。

表 1-11-6 主要洪水のクラスター分析結果

洪水名	基準地点俣瀬上流域		拡大率	基準地点 俣瀬基本高水の ピーク流量 (m³/s)	クラスター 番号
	実績雨量 (mm/12h)	計画雨量 (mm/12h)			
主要洪水群					
S13.10.14	335.9	370	1.100	2,278	1
S30.9.28	246.1	370	1.502	2,013	4
S39.9.23	229.8	370	1.608	2,180	2
S46.8.3	179.3	370	2.061	2,552	2
H2.9.28	242.0	370	1.527	2,481	2
H5.8.8	215.9	370	1.712	2,197	2
H8.7.17	219.4	370	1.685	2,083	2
H11.7.25	177.7	370	2.080	2,258	2
H16.8.28	274.1	370	1.348	2,040	4
H16.10.17	187.1	370	1.975	2,794	2
H17.9.3	248.5	370	1.487	3,284	2
H19.7.10	193.1	370	1.914	2,037	2
H20.9.14	217.9	370	1.696	2,957	1
H30.9.28	226.9	370	1.629	2,218	4
R2.7.2	282.8	370	1.307	2,194	3
棄却洪水の内、将来降雨として起こりうると想定される降雨波形					
S46.8.27	187.2	370	1.974	3,375	1
S54.9.27	186.1	370	1.986	3,004	1
H9.9.14	287.9	370	1.284	2,555	2
H29.10.28	180	370	2.053	2,450	2

※「主要洪水群」「アンサンブル将来予測降雨データから抽出した洪水」にない降雨パターンを追加した

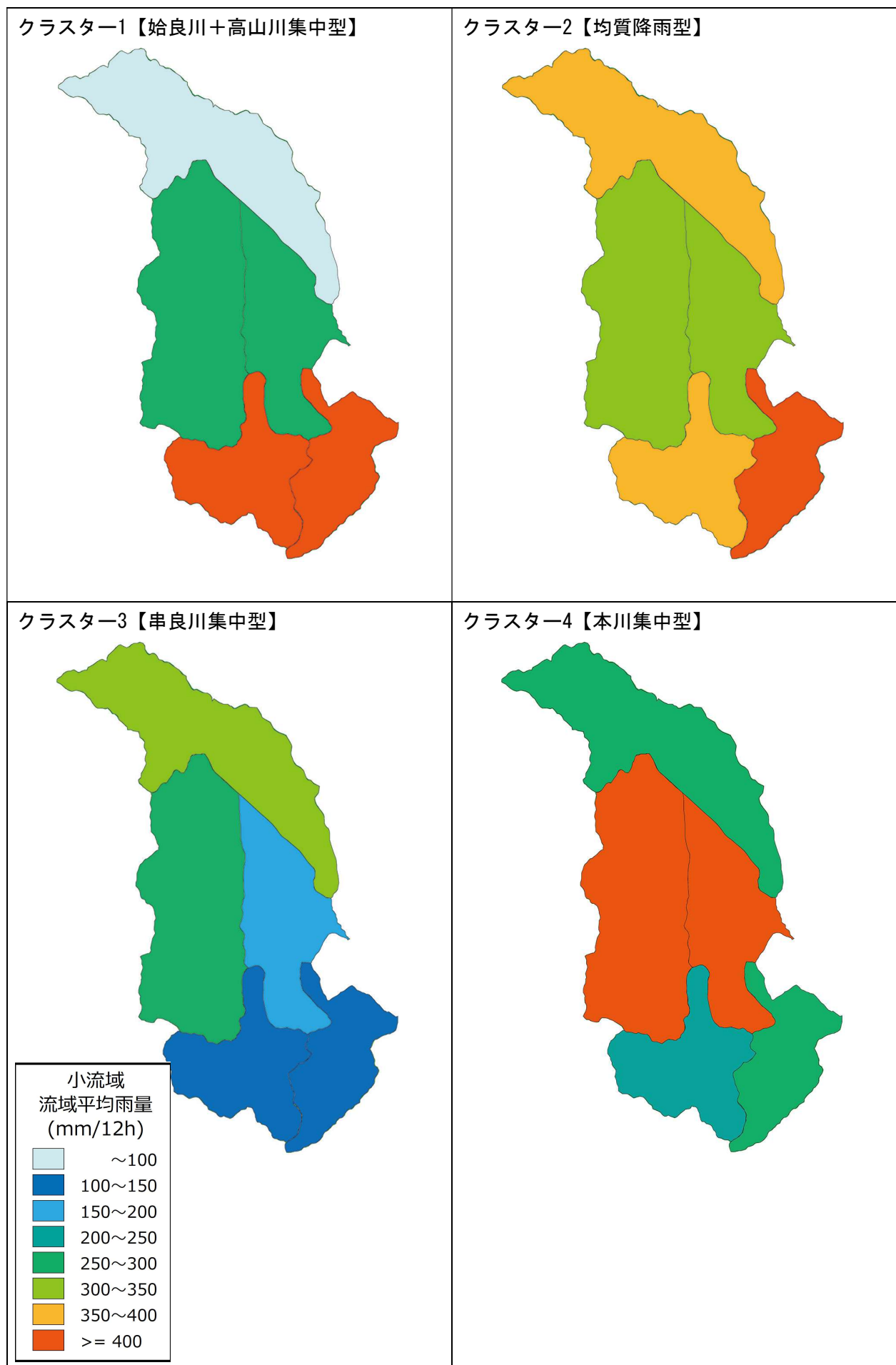


図 1-11-4 肝属川流域における将来実験アンサンブル予測降雨のクラスター分析結果

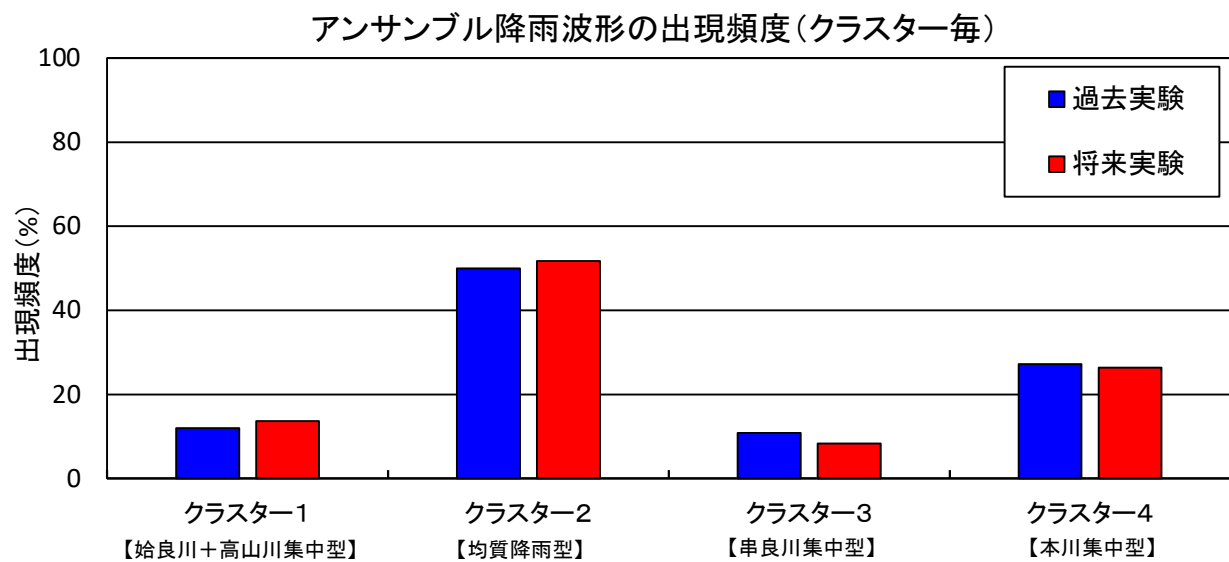


図 1-11-5 肝属川流域におけるアンサンブル予測降雨の出現頻度

1-12 既往洪水からの検討

肝属川基準地点（俣瀬地点）における既往最大となる平成17年（2005年）9月6日洪水では、図1-12-1に示すとおり、基準地点：俣瀬の流量は約 $2,300\text{m}^3/\text{s}$ （氾濫戻し流量）と推定される。

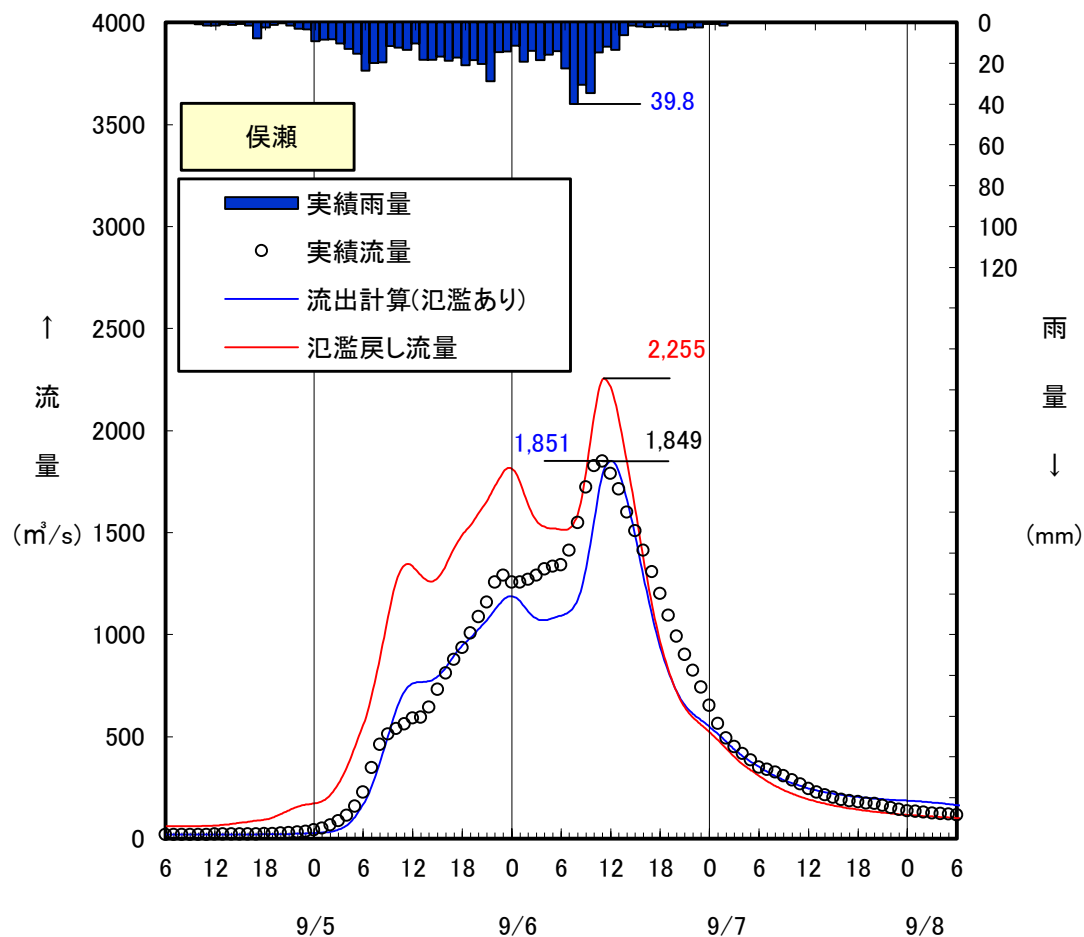
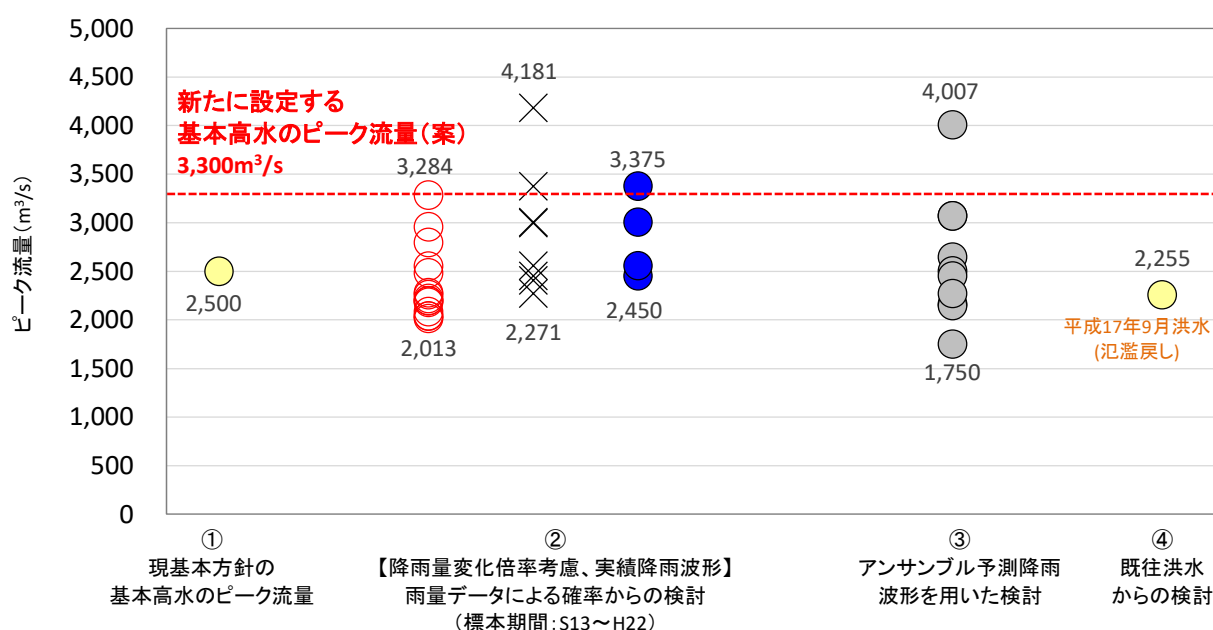


図 1-12-1 平成17年（2005年）9月洪水の推定結果（基準地点：俣瀬）

1-13 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℃上昇相当) を想定した将来の降雨量の変化倍率1.1倍 (370mm/12h) 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、計画規模1/100の肝属川水系における基本高水のピーク流量は、基準地点：俣瀬で $3,300\text{m}^3/\text{s}$ と設定する。



【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℃上昇時の降雨量変化倍率 1.1 倍)を考慮した検討

×: 短時間・小流域において著しい引き伸ばしとなっている降雨

●: 棄却された洪水(×)のうちアンサンブル予測降雨波形の時空間分布からみて生起し難い
とはいえないと判断された洪水

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(370mm/12h)に近い 10 洪水を抽出

●: 気候変動予測モデルによる現在気候(1980 年～2011 年)及び将来気候
(2℃上昇)のアンサンブル降雨波形

④既往洪水からの検討 : 平成 17 年(2005 年)9 月洪水の氾濫戻し流量

図 1-13-1 基本高水の設定に係る総合的判断 (基準地点：俣瀬)

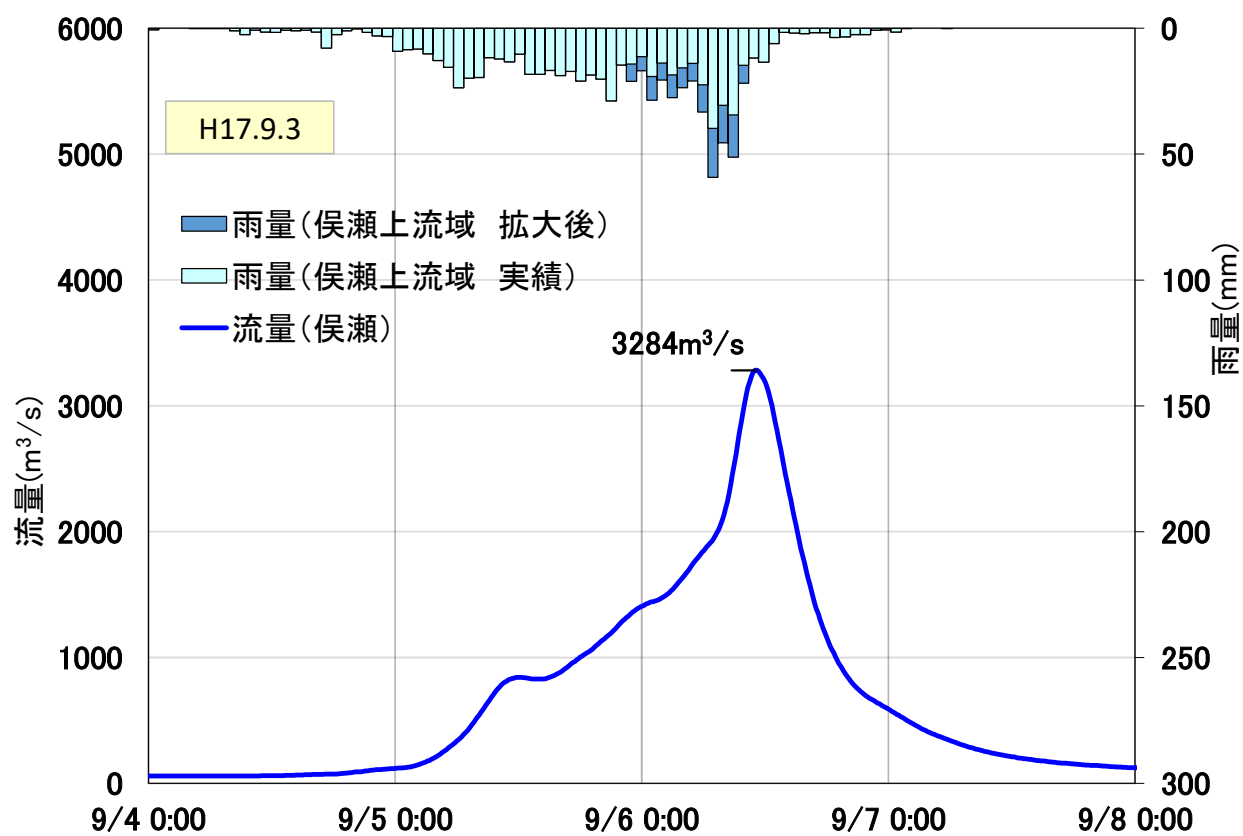


図 1-13-2 基本高水のピーク流量ハイドログラフ（平成17年（2005年）9月洪水）

2. 高水処理計画

肝属川水系の既定高水処理計画は、基準地点：俣瀬における基本高水のピーク流量 $2,500\text{m}^3/\text{s}$ に対し、 $2,500\text{m}^3/\text{s}$ 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、新たに基準地点：俣瀬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 $2,500\text{m}^3/\text{s}$ を $3,300\text{m}^3/\text{s}$ に変更する計画とした。

また、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。

肝属川本川においては、社会的影響、河川環境への影響、将来河道の維持を考慮すると、河道で処理可能な流量は、基準地点：俣瀬において $3,300\text{m}^3/\text{s}$ である。このため、高水処理計画は、河道への配分流量を $3,300\text{m}^3/\text{s}$ とした。

3. 計画高水流量

肝属川の計画高水流量は、俣瀬地点において $3,300\text{m}^3/\text{s}$ とし、河道への配分流量は以下のとおりとする。

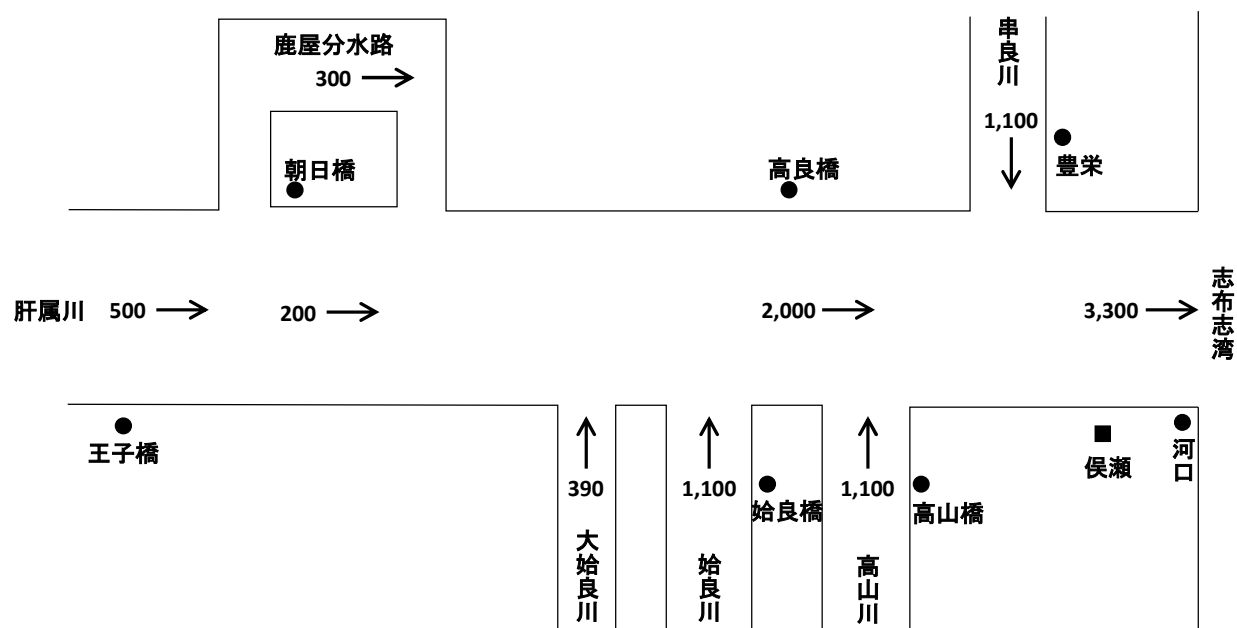


図 3-1 肝属川計画高水流量図

4. 河道計画

河道計画は、以下の理由により縦断勾配を尊重し、流下能力が不足する区間については、周辺の社会的影響や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で概成していること。
- ② 計画高水位を上げることは、決壊時における被害を増大させることになるため、沿川の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や、計画高水位を上げて堤内地での内水被害の助長を避けるべきであること。

主要な地点における計画高水位及びおおむねの川幅を表 4-1に示す。

表 4-1 主要な地点における計画高水位及び概ねの川幅一覧表

河川名	地点名	※1 河口又は合流点 からの距離(km)	計画高水位 (T.P.m)	川幅 (m)
肝属川	王子橋	20.5	23.10	45
	朝日橋	18.2	15.99	30
	高良橋	6.8	7.80	140
	俣瀬	3.9	5.73	220
	河口	0.0	※2 2.70	300
始良川	始良橋	1.5	12.41	110
高山川	高山橋	2.3	10.08	90
串良川	豊栄	3.5	8.65	90

(注)T.P. : 東京湾平均海面

※1 : 基点からの距離

※2 : 計画高潮位

【参考】気候変動の影響検討（河口水位）

IPCC のレポートでは、2010 年までの平均海面水位の予測上昇範囲は、RCP2.6（2℃上昇に相当）で 0.29～0.59m であり、RCP2.6 シナリオの気候変動による水位上昇の平均値は 0.43m とされている。肝属川では、流下能力の算定条件として、既往洪水痕跡水位（平成 9 年（1997 年）9 月洪水）を出発水位と設定している。仮に海面水位が上昇（RCP2.6 シナリオの平均値 43cm）したとしても、出発水位の値に影響がなく、計画高水流量を HWL 以下で流下可能であることを確認した。

5. 河川管理施設等の整備の現状

肝属川水系における河川管理施設等の整備の現状は以下のとおりである。

(1) 堤防

堤防の整備の現況（令和6年（2024年）3月末時点）は下記のとおりである。

表 5-1 堤防整備の現状

直轄管理 区間延長 (km)	堤防延長 (km)			
	堤防必要区間	計画断面 堤防区間	暫定断面 堤防区間	無堤防区間
51.1	80.1	74.8	3.2	2.1

※延長は大臣管理区間の左右岸の計である。

(2) 洪水調節施設

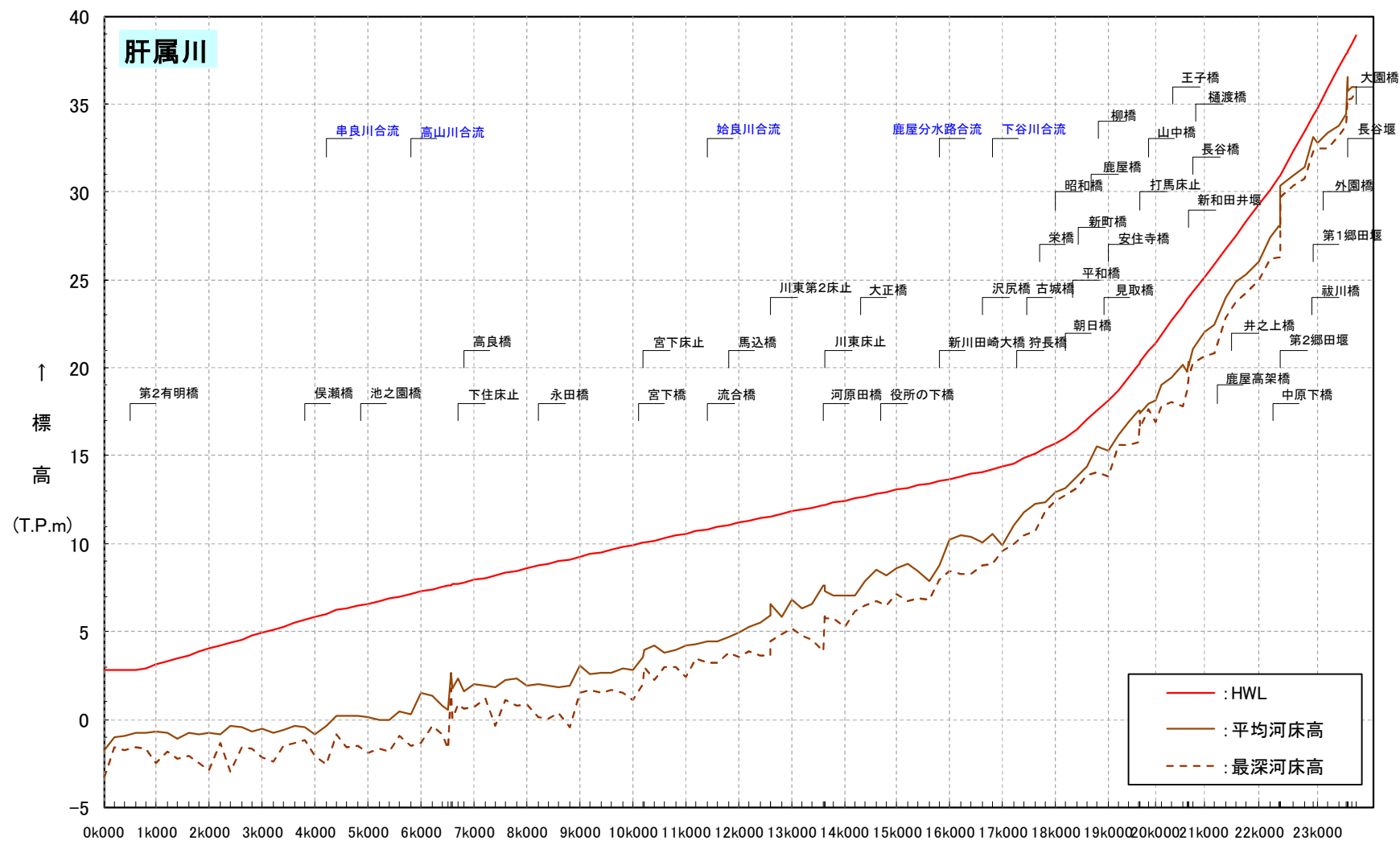
なし

(3) 排水機場等

河川管理施設：なし

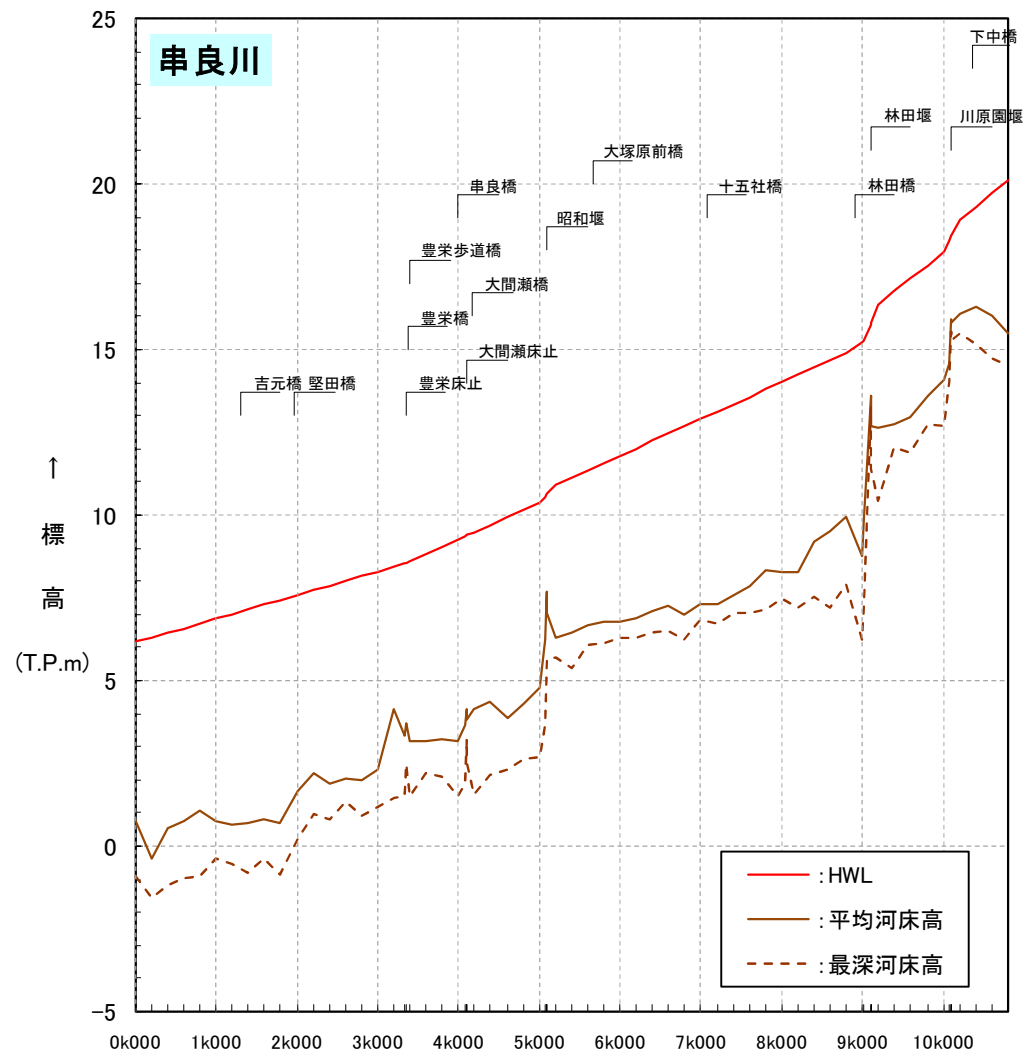
表 5-2 河川管理施設一覧表

堰	水 門	床 止	樋門 樋管	陸 閘	主な施設
1	5	26	131	1	鹿屋分水路分流堰 甫木水門

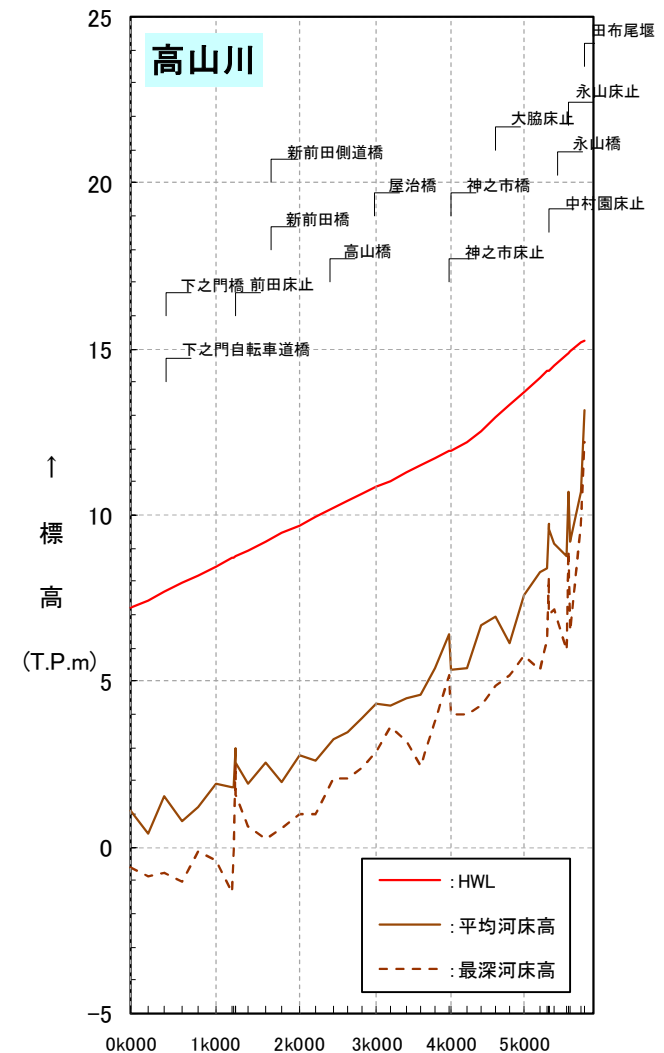


距離標	0k000	1k000	2k000	3k000	4k000	5k000	6k000	7k000	8k000	9k000	10k000	11k000	12k000	13k000	14k000	15k000	16k000	17k000	18k000	19k000	20k000	21k000	22k000	23k000	23k700
計画高水位(T.P.m)	2.80	3.11	4.02	4.93	5.84	6.60	7.27	7.93	8.60	9.27	9.93	10.57	11.19	11.82	12.44	13.06	13.68	14.35	15.71	18.13	21.43	25.10	29.29	34.78	38.90
平均河床高(T.P.m)	-1.72	-0.70	-0.79	-0.56	-0.82	0.13	1.55	1.98	1.95	3.06	2.79	4.24	4.96	6.83	7.06	8.62	10.21	9.92	12.92	15.30	18.12	22.00	26.01	32.83	36.00
最新河床高(T.P.m)	-3.32	-2.51	-2.89	-2.14	-2.04	-1.91	-1.35	0.67	0.87	1.51	1.07	2.41	3.59	5.19	5.28	7.12	8.42	9.60	12.42	13.84	16.95	20.67	25.01	32.49	35.73

図 5-1 計画縦断図(肝属川)

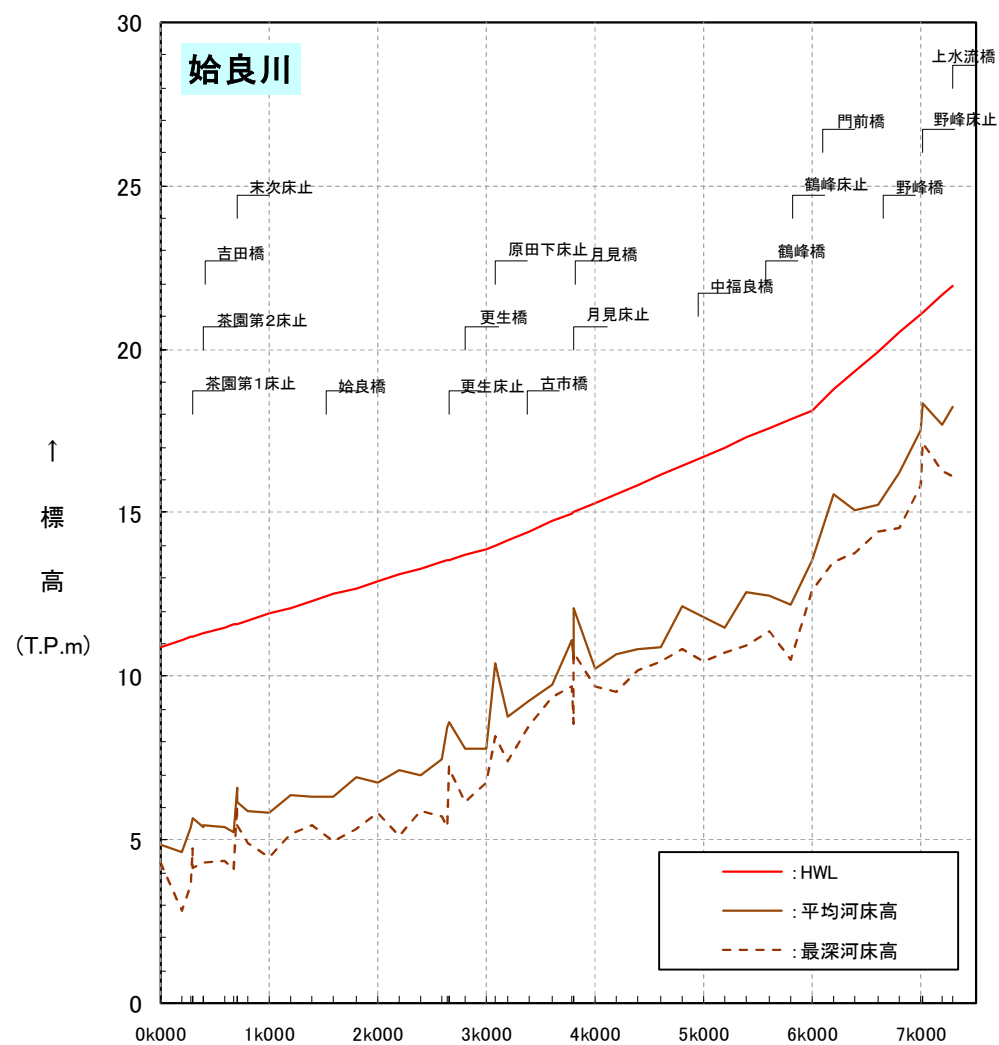


距離標	0k000	1k000	2k000	3k000	4k000	5k000	6k000	7k000	8k000	9k000	10k000	10k800
計画高水位 (T.P.m)	6.16	6.87	7.58	8.30	9.25	10.36	11.79	12.90	14.01	15.19	17.95	20.11
平均河床高 (T.P.m)	0.77	0.74	1.67	2.31	3.16	4.79	6.80	7.29	8.30	8.75	14.10	15.48
最新河床高 (T.P.m)	-0.92	-0.39	0.21	1.18	1.48	2.70	6.29	6.81	7.47	6.25	12.71	14.50

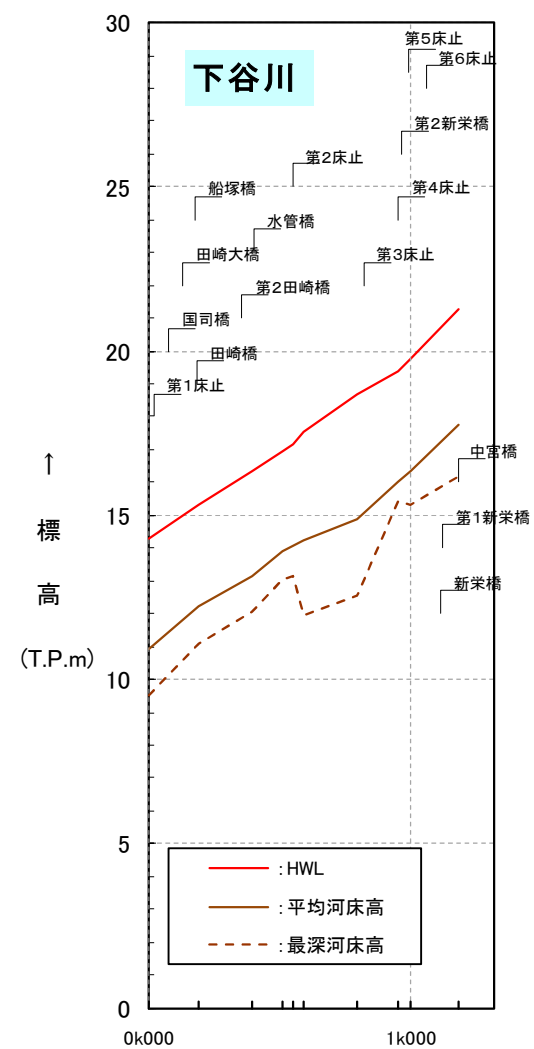


距離標	0k000	1k000	2k000	3k000	4k000	5k000	5k800
計画高水位 (T.P.m)	7.20	8.45	9.70	10.85	11.96	13.71	15.27
平均河床高 (T.P.m)	1.13	1.93	2.79	4.33	5.34	7.61	13.15
最新河床高 (T.P.m)	-0.59	-0.39	1.01	2.91	4.02	5.76	12.21

図 5-2 計画縦断図 (串良川・高山川)



距離標	0k000	1k000	2k000	3k000	4k000	5k000	6k000	7k000	7k300
計画高水位 (T.P.m)	10.91	11.91	12.91	13.91	15.30	16.73	18.15	21.07	21.92
平均河床高 (T.P.m)	4.87	5.82	6.73	7.77	10.26	11.83	13.57	17.53	18.23
最新河床高 (T.P.m)	4.30	4.47	5.85	6.74	9.67	10.45	12.64	15.82	16.12



距離標	0k000	1k000	1k200
計画高水位 (T.P.m)	14.29	19.66	21.19
平均河床高 (T.P.m)	10.92	16.36	17.73
最新河床高 (T.P.m)	9.53	15.32	16.20

図 5-3 計画縦断図 (始良川・下谷川)