

# 高津川水系河川整備基本方針

基本高水等に関する資料

令和7年12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
1-4 流出計算モデルの確認.....	3
1-5 基本高水のピーク流量の設定.....	17
1-6 対象降雨の継続時間の設定.....	18
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.....	32
1-9 対象降雨の地域分布及び時間分布の検討.....	34
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.....	39
1-11 アンサンブル予測降雨波形による検討.....	42
1-12 既往洪水からの検討.....	51
1-13 総合的判断による基本高水のピーク流量の決定.....	51
2 高水処理計画.....	53
3 計画高水流量.....	54
4 河道計画.....	55
5 河川管理施設等の整備の現状.....	56

## 1 基本高水の検討

### 1-1 工事実施基本計画

昭和42年（1967年）12月に策定された高津川水系工事実施基本計画では、昭和18年（1943年）9月洪水と昭和26年（1951年）10月洪水の実績雨量を用いて、昭和36年（1961年）第2室戸台風の時間波形により引き延ばしを行い、単位図法（ユニットグラフ法）を用いて基準地点高津における基本高水<sup>たかみず</sup>のピーク流量を4,200m<sup>3</sup>/sと定めた。

### 1-2 河川整備基本方針

平成9年（1997年）の河川法改正や昭和47年（1972年）7月洪水が発生したことを受け、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た結果、基準地点高角<sup>たかつの</sup>の基本高水のピーク流量を5,200m<sup>3</sup>/sとする、高津川河川整備基本方針（以降、既定計画という）を平成18年（2006年）2月に策定した。

#### 1-2-1 雨量確率評価による検討

対象降雨継続時間は実績降雨の継続時間を考慮して2日を採用した。

工事実施基本計画を策定した昭和42年（1967年）12月以降、昭和47年（1972年）7月に既定計画の基本高水のピーク流量（4,200m<sup>3</sup>/s）を上回る洪水（氾濫量を戻した流量が約5,200m<sup>3</sup>/s）が発生しているため、実績降雨（明治38年（1905年）～平成16年（2004年））の統計処理により、年超過確率1/100規模の確率雨量353mm/2日と設定した。また、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、貯留閑数法での流出計算モデルにより流出量を算出した。

この結果、基本高水のピーク流量は、基準地点高角において約3,400m<sup>3</sup>/s～約5,200m<sup>3</sup>/sとなり、最大値となる昭和47年（1972年）7月洪水型の降雨での流出量から、5,200m<sup>3</sup>/sと算出した。

#### 1-2-2 流量確率評価による検証

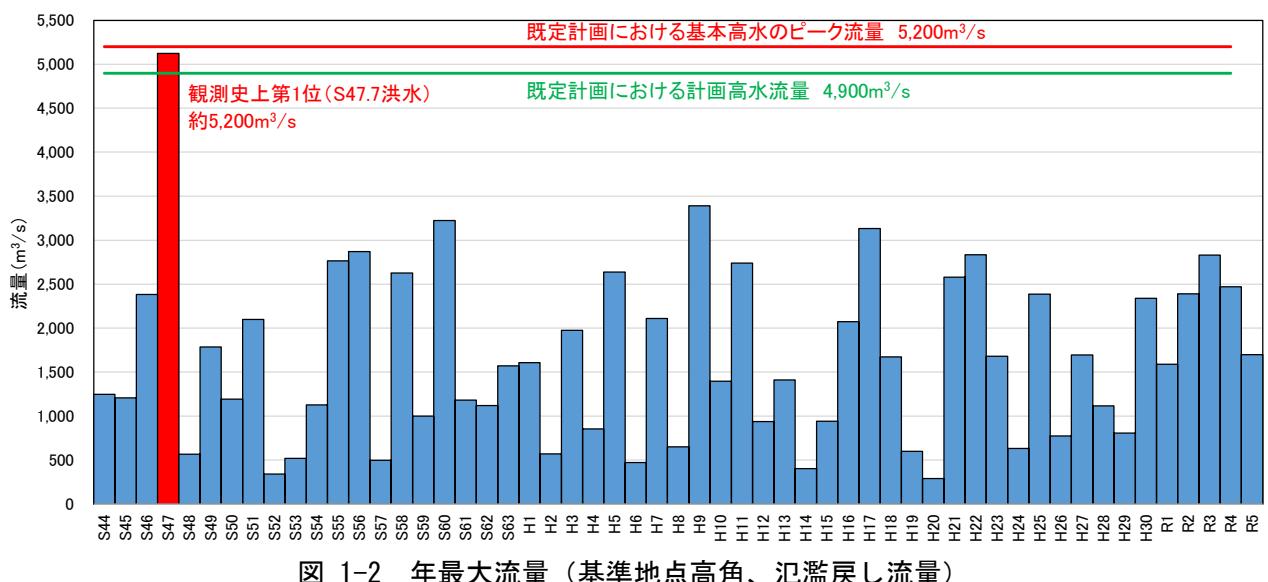
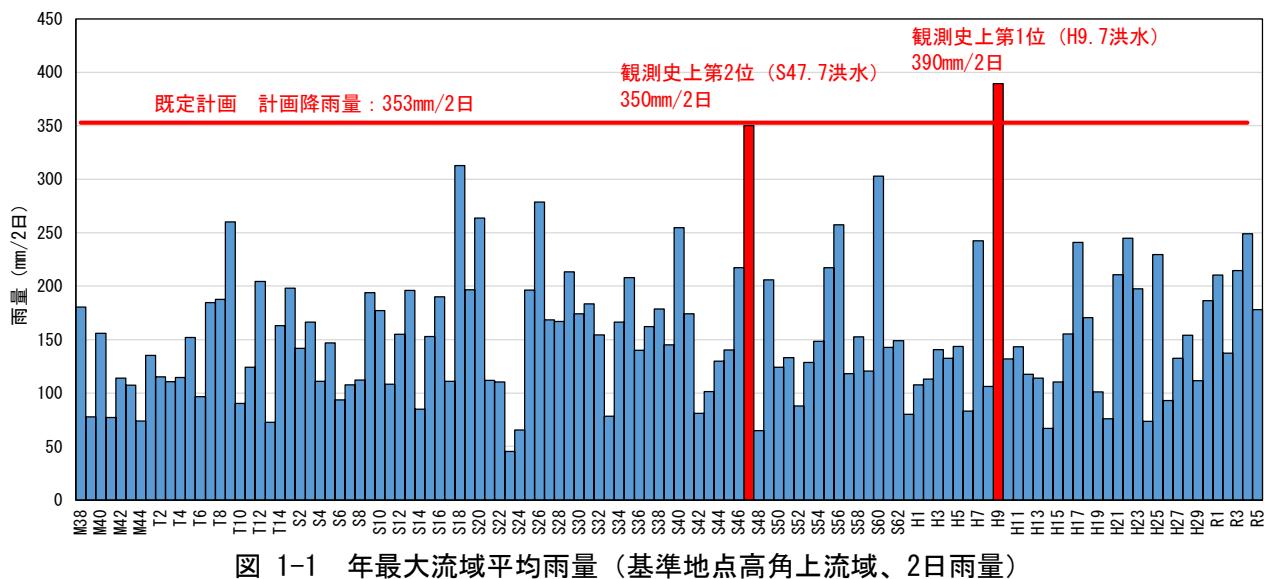
流量確率の検証の結果、1/100規模の流量は、基準地点高角で約4,600m<sup>3</sup>/s～約6,700m<sup>3</sup>/sと推定された。

#### 1-2-3 既往最大洪水等による検証

既往最大洪水となる昭和47年（1972年）7月洪水の実績ピーク流量は、基準地点高角で5,200m<sup>3</sup>/sと推定された。

### 1-3 河川整備基本方針策定後の状況

これまで基準地点高角では、平成18年（2006年）2月に既定計画を策定以降、基本高水のピーク流量（計画規模1/100、 $5,200\text{m}^3/\text{s}$ ）を上回る洪水は発生していない。



## 1-4 流出計算モデルの確認

降雨を流量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から、近年洪水における再現性を確認し、既定計画に用いた流出計算モデルを使用するものとした。

なお、近年洪水の再現性は、基準地点高角観測所及び主要な地点日原、神田、隅村観測所でそれぞれ確認した。

### 1-4-1 モデルの概要

貯留関数法の基礎式を次に示す。

$$\begin{aligned}\frac{ds}{dt} &= f(t) \cdot r(t) - q(t + Tl) \\ s(t) &= K \cdot q(t + Tl)^P \\ q(t) &= \frac{3.6 \cdot Q(t)}{A}\end{aligned}$$

ただし、

$$\begin{aligned}\sum r(t) < R_{sa} &\quad \text{の場合、 } f(t) = f_1 \\ \sum r(t) >= R_{sa} &\quad \text{の場合、 } f(t) = 1.0\end{aligned}$$

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/h)

$q(t)$ ：直接流出高 (mm/h)、 $Tl$ ：遅滞時間 (mm/h)、 $K$ ：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。

$$S_l(t) = K' \cdot Q_l(t)^P - Tl \cdot Q_l(t)$$

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

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

$S_1(t)$ ：みかけの河道貯留量 ( $(m^3/s) \cdot h$ )

$Q_l$ ：遅滞時間  $Tl$  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 (h)

$K'$ ,  $P$ ：河道による定数

## 1-4-2 流域の状況

高津川流域の土地利用状況としては、山林が約9割、農地及び宅地等の市街地が約1割となっている。また、市街地の分布についても、近年、大きな変化は見られない。

表 1-1 高津川流域の土地利用状況の変化

△	山地等	田畠等	宅地等	その他
平成9年	90.2%	5.6%	1.0%	3.2%
平成18年	90.9%	4.4%	1.0%	3.7%
平成26年	91.1%	4.5%	1.2%	3.2%
令和3年	91.4%	4.1%	1.3%	3.1%

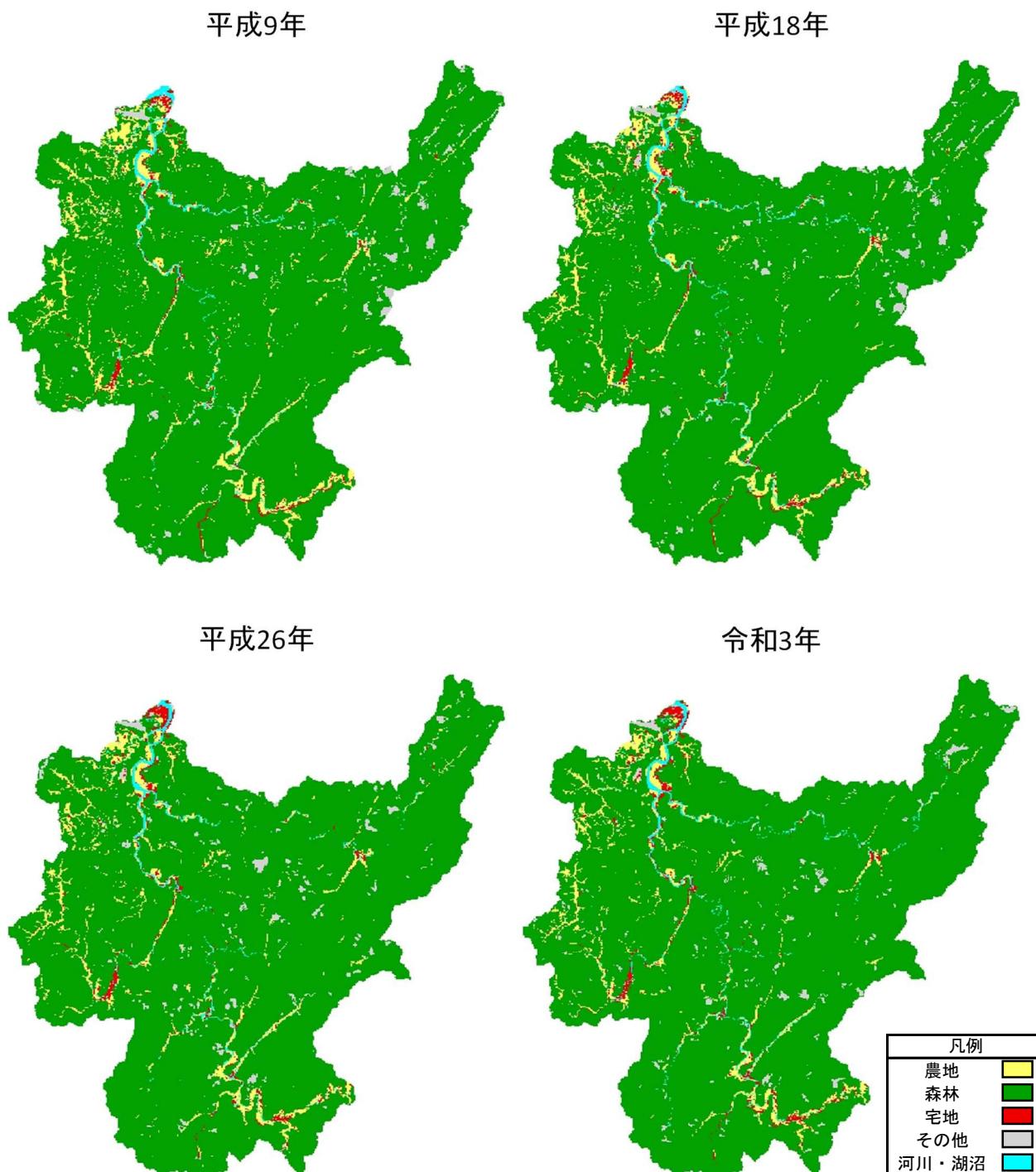


図 1-3 土地利用状況の変化

### 1-4-3 流域及び河道分割

高津川水系における流域及び河道分割は、降雨の時空間分布を的確に反映させること、基準地点、主要支川、流量観測地点を考慮し、既定計画における流出モデルをベースに18流域11河道としている。

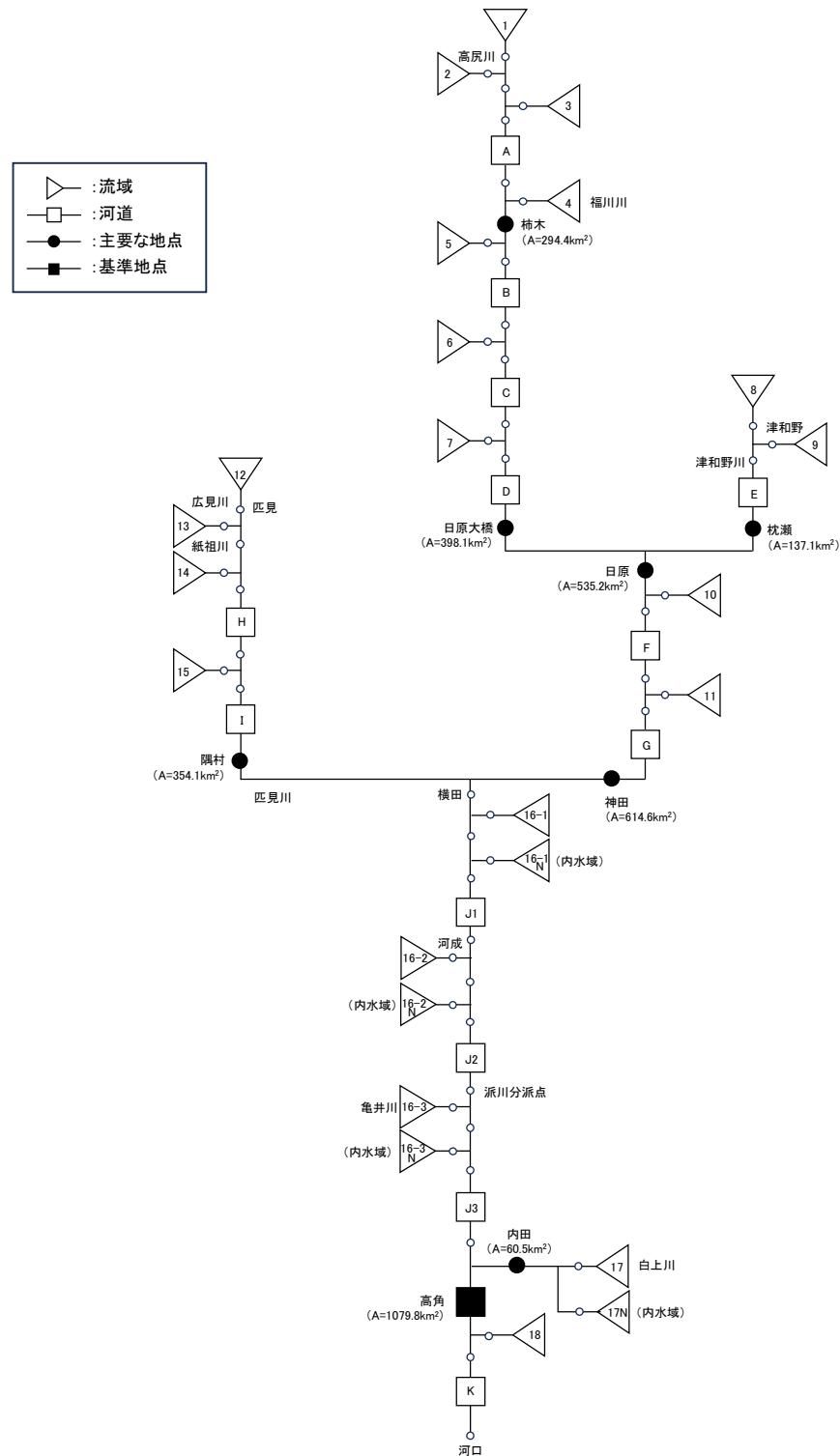


図 1-4 高津川水系流出解析モデル図

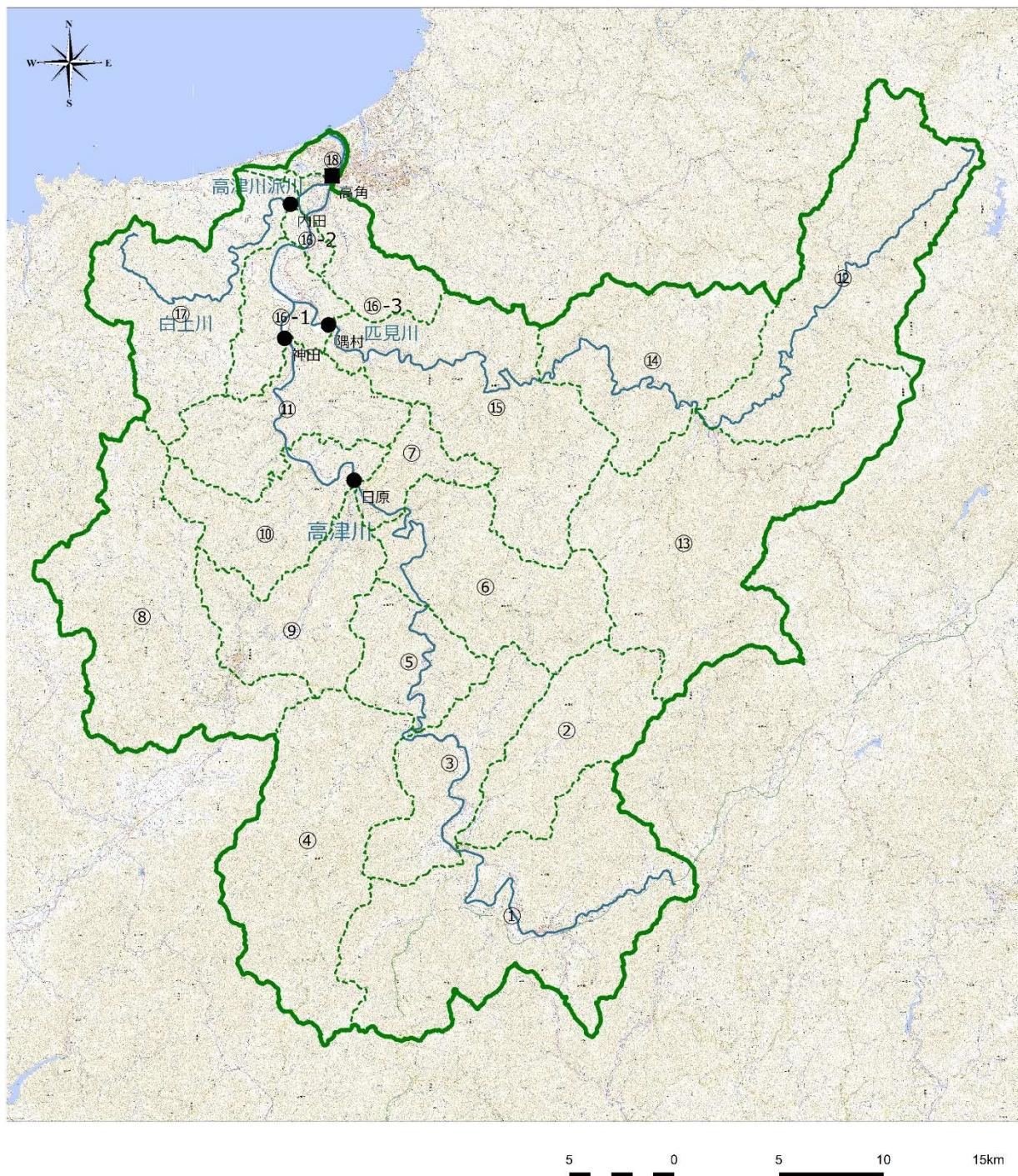


図 1-5 高津川流域分割図

表 1-2 流域分割一覧表（高津川）

流域番号	流域名	全流域面積 (km <sup>2</sup> )	備考
1	幸地川、河内川	117.5	
2	高尻川	45.6	
3	柿木残	42.3	
4	福川川	89.0	
5	柿木～左鐙	29.5	
6	左鐙～円の谷	58.8	
7	円の谷～日原	15.4	
8	津和野上流	93.0	
9	津和野～日原	44.1	
10	日原～青原	38.5	
11	青原～神田	40.9	
12	匹見川、赤谷川	95.8	
13	広見川、紙祖川	113.7	
14	匹見～澄川	63.1	
15	澄川～隅村	81.5	
16	1 横田～河成	24.1	
	2 河成～分流点	3.7	
	3 分流点～高角	22.8	
17	白上川	60.5	
18	高角～河口	5.5	

表 1-3 河道分割一覧表

河道No.	河道区間	流路長 (km)	備考
A	吉賀～柿木	10.9	
B	柿木～左鐙	9.9	
C	左鐙～円の谷	9.5	
D	円の谷～日原	2.6	
E	津和野～日原	14.0	
F	日原～青原	5.5	
G	青原～神田	8.7	
H	匹見～澄川	14.1	
I	澄川～隅村	19.3	
J	1 横田～河成	3.2	
	2 河成～派川分流点	2.0	
	3 派川分流点～高角	2.4	
K	高角～河口	2.4	

表 1-4 流域定数一覧表

流域 No.	流域名	流域面積(km <sup>2</sup> )		K	P	Tl (hr)	QB (m <sup>3</sup> /s)	f1	Rsa (mm)	備考
		直接域	内水域							
1	幸地川、河内川	117.5		29.2	0.6	1.8	3.2	0.5	140	
2	高尻川	45.6		20.8	0.6	1.1	1.2	0.5	140	
3	柿木残	42.3		17.8	0.6	0.4	1.2	0.5	140	
4	福川川	89.0		22.1	0.6	1.3	2.5	0.5	140	
5	柿木～左鎧	29.5		14.6	0.6	0.3	0.8	0.5	140	
6	左鎧～円の谷	58.8		21.9	0.6	0.7	1.6	0.5	140	
7	円の谷～日原	15.4		16.1	0.6	0.4	0.4	0.5	140	
8	津和野上流	93.0		25.5	0.6	1.5	2.6	0.5	140	
9	津和野～日原	44.1		13.8	0.6	0.1	1.2	0.5	140	
10	日原～青原	38.5		11.0	0.6	0.6	1.1	0.5	140	
11	青原～神田	40.9		15.5	0.6	0.5	1.1	0.5	140	
12	匹見川、赤谷川	95.8		20.9	0.6	1.6	2.7	0.5	140	
13	広見川、紙祖川	113.7		21.0	0.6	1.1	3.2	0.5	140	
14	匹見～澄川	63.1		18.0	0.6	0.2	1.8	0.5	140	
15	澄川～隅村	81.5		16.4	0.6	0.3	2.2	0.5	140	
16- 1	横田～河成	14.8	9.3	14.4	0.6	0.3	0.7	0.5	140	
16- 2	河成～分流点	2.1	1.6	7.2	0.6	0.1	0.1	0.5	140	
16- 3	分流点～高角	20.9	1.9	13.9	0.6	0.5	0.7	0.5	140	
17	白上川	56.5	4.0	19.3	0.6	1.8	1.7	0.5	140	
18	高角～河口	5.5		13.6	0.6	0.2	0.2	0.5	140	
基準地点(高角)		1079.8		17.9	0.6	0.8	30.0	0.5	140	No.1～No.17
合計・平均		1085.3		17.7	0.6	0.7	30.2	0.5	140	No.1～No.18

※基底流量QBは、平水流量の近20ヶ年平均値より設定。一時流出率f1は、定数検証対象洪水の統一値を適用。

飽和雨量Rsaは主要洪水の平均的な飽和点の損失雨量Rloss=70mmから、 $Rsa = Rloss / (1 - f1)$ より設定。

表 1-5 河道定数一覧表

河道No.	河川名	河道区間	河道延長 (km)	K	P	TL(hr)	Tl <sub>z</sub> (hr)	備考
A	高津川	吉賀～柿木	10.9	6.60	0.65	0.10	0.10	
B	高津川	柿木～左鎧	9.9	4.00	0.73	0.10	0.10	
C	高津川	左鎧～円の谷	9.5	4.40	0.69	0.10	0.10	
D	高津川	円の谷～日原	2.6	2.80	0.63	0.30	0.30	
E	津和野川	津和野～日原	14.0	2.50	0.72	0.13	0.13	
F	高津川	日原～青原	5.5	6.10	0.62	0.08	0.08	
G	高津川	青原～神田	8.7	13.20	0.61	0.12	0.12	
H	匹見川	匹見～澄川	14.1	7.40	0.66	0.12	0.12	
I	匹見川	澄川～隅村	19.3	12.70	0.65	0.18	0.18	
J	1	高津川 横田～河成	3.2	12.20	0.57	0.07	0.07	
J	2	高津川 河成～派川分流点	2.0	2.40	0.69	0.03	0.03	
J	3	高津川 派川分流点～高角	2.4	7.70	0.61	0.04	0.04	
K	高津川	高角～河口	2.4	32.30	0.39	0.06	0.06	

#### 1-4-4 流出計算モデルの近年洪水による確認

基本高水の検討にあたり、既定計画策定以降に発生した洪水を含め、実績の雨量・流量データをもとに主要な実績洪水を用いて再現計算を行い、流出計算モデル（貯留関数法）の妥当性を確認した。

##### (1) 実績流量の再現性の確認

高角地点の近年発生した洪水を含めた主要6洪水を対象とした再現計算により、既定計画で用いた流出計算モデルの定数の妥当性を確認した。

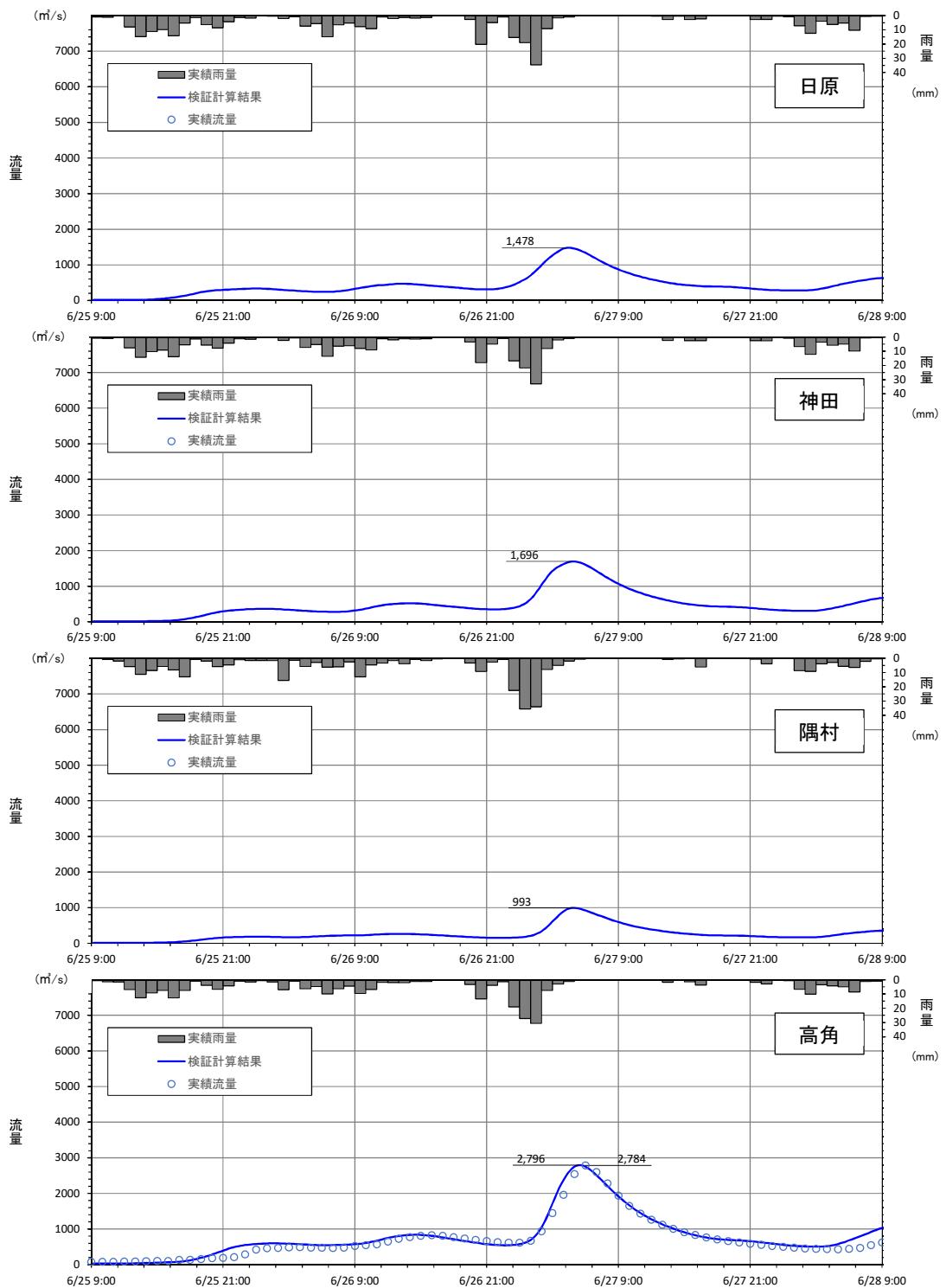


図 1-6(1) 昭和56年6月洪水再現計算結果

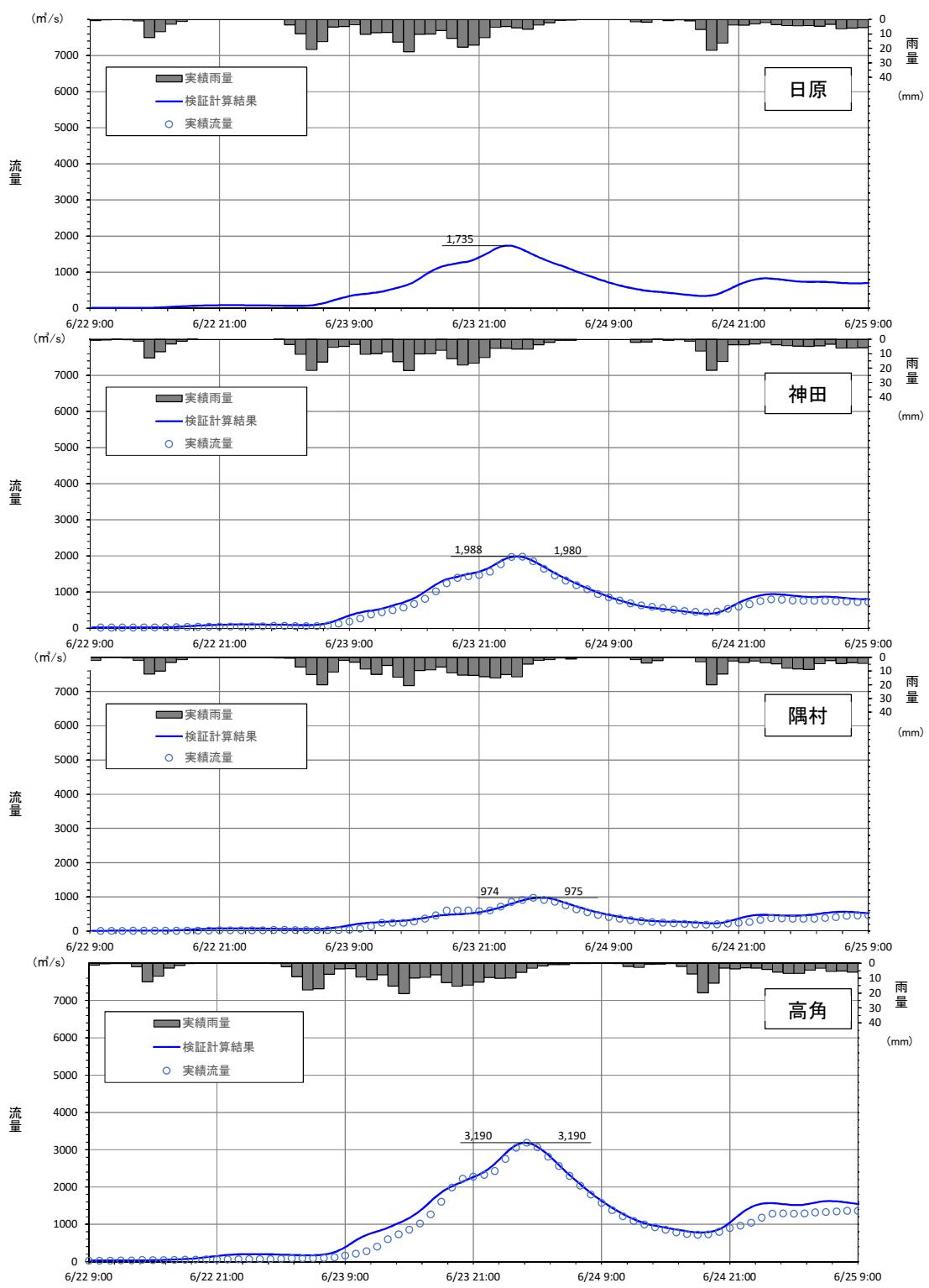


図 1-6(2) 昭和60年6月24日洪水再現計算結果

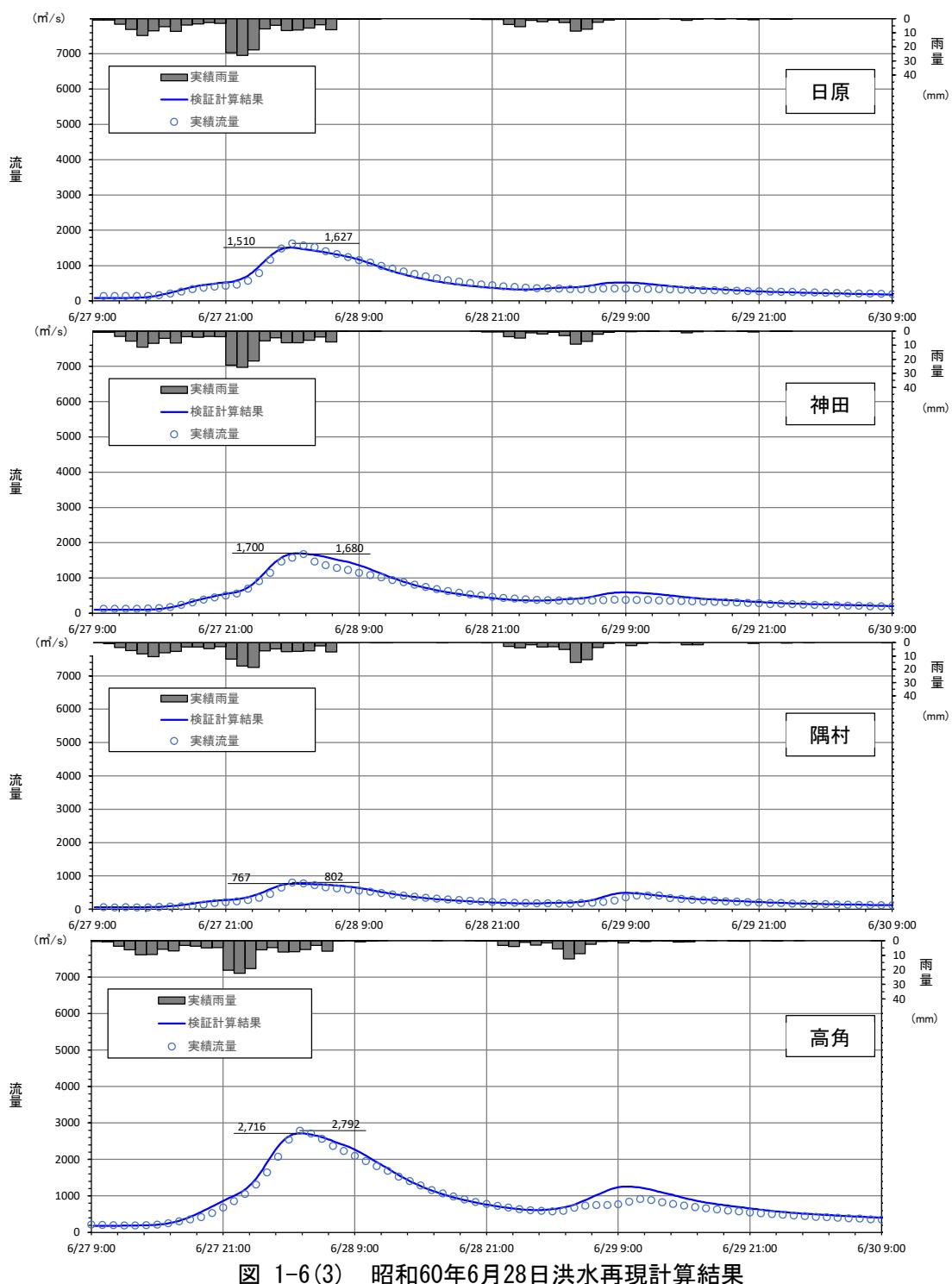


図 1-6(3) 昭和60年6月28日洪水再現計算結果

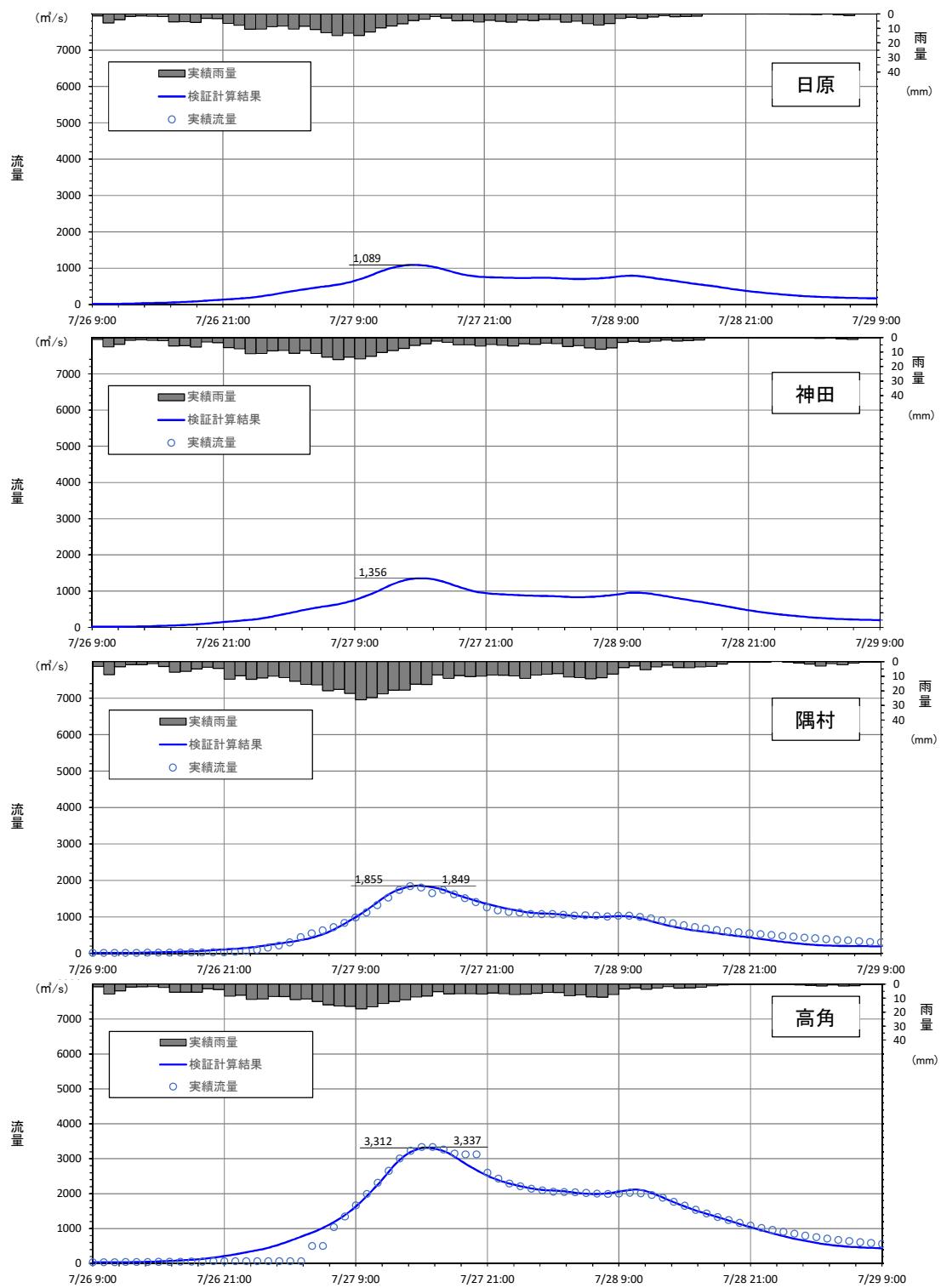


図 1-6(4) 平成9年7月洪水再現計算結果

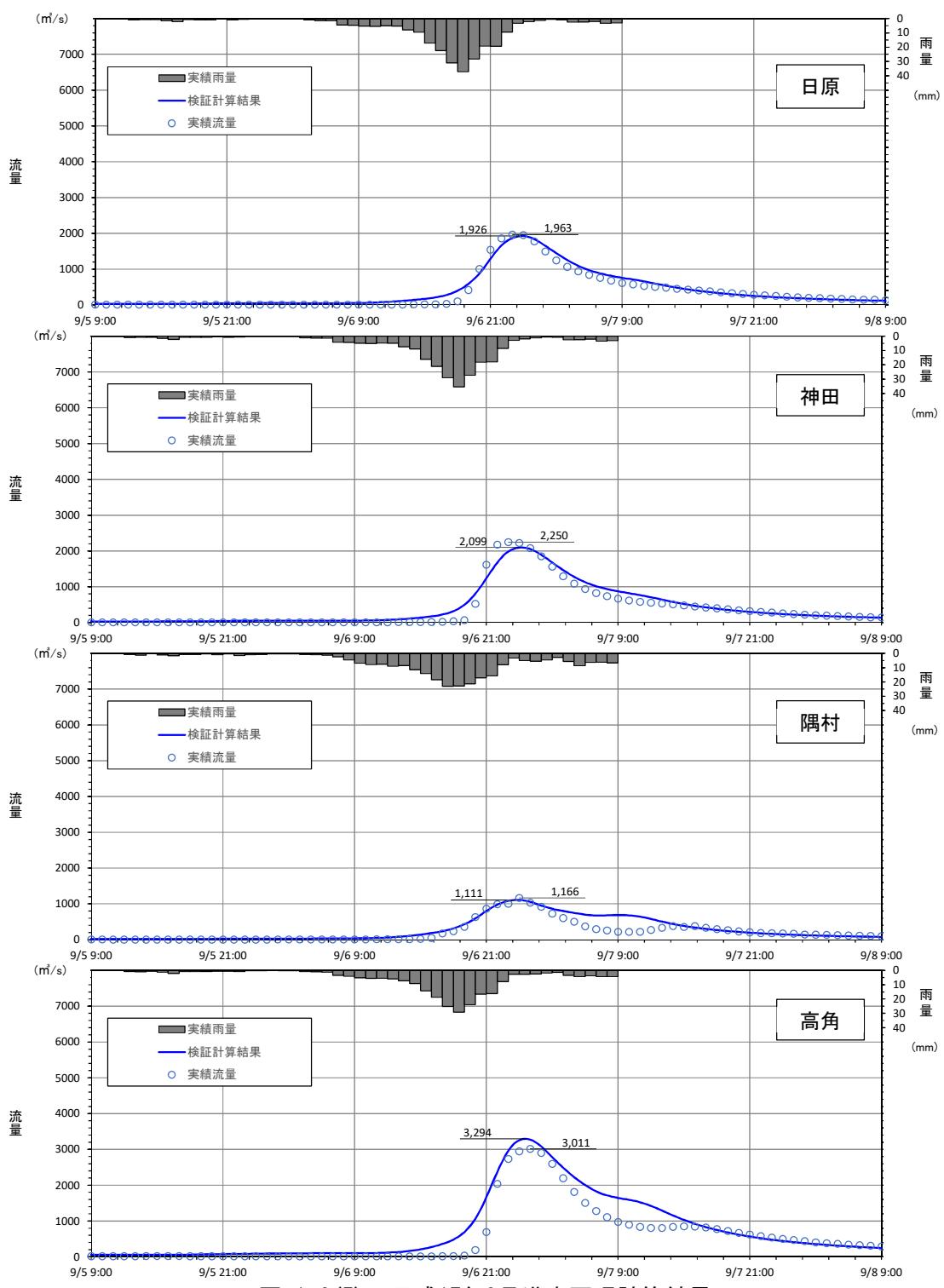


図 1-6(5) 平成17年9月洪水再現計算結果

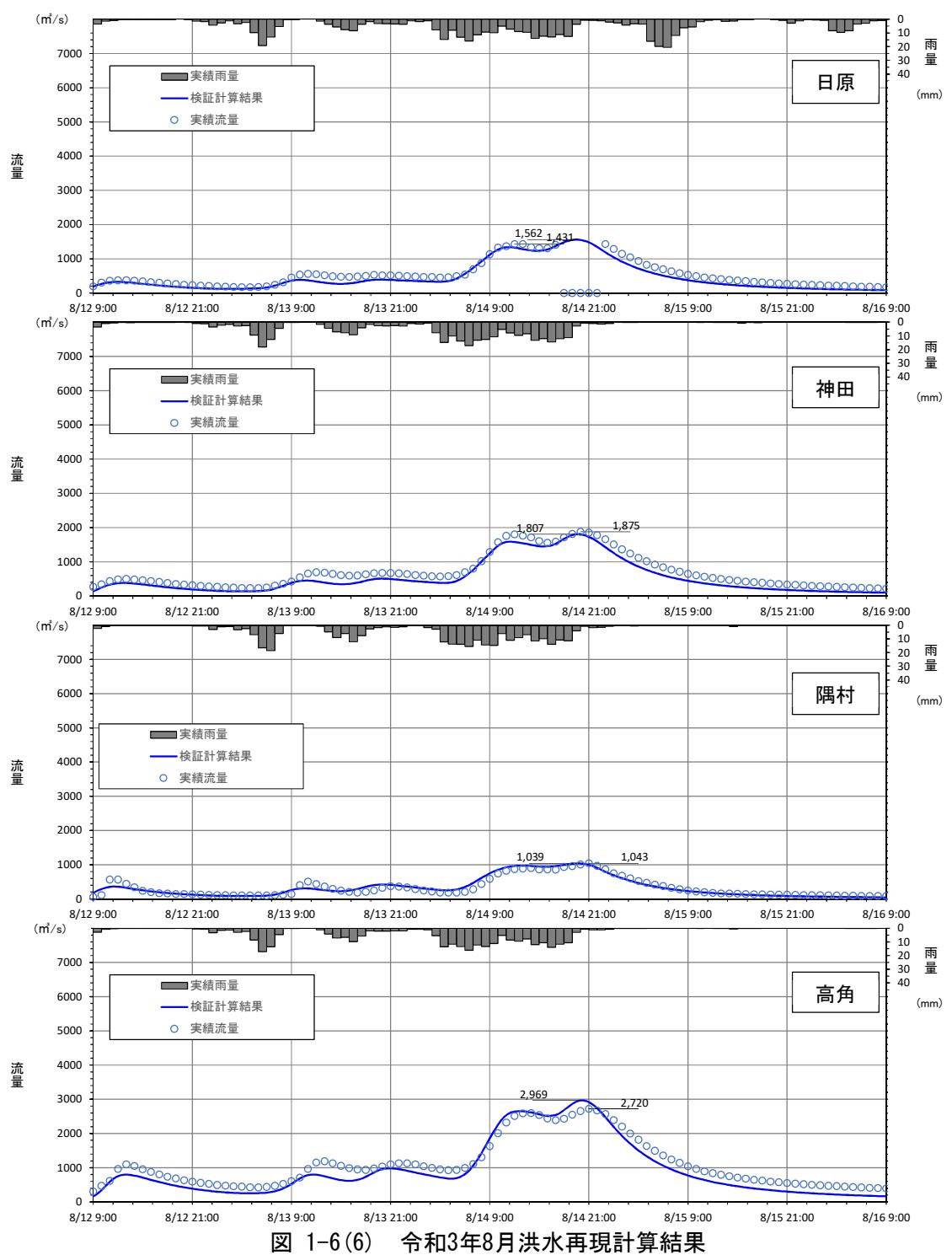


図 1-6(6) 令和3年8月洪水再現計算結果

## 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設定の考え方

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

- (1) 気候変動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

### 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や、昭和47年（1972年）7月洪水による被害状況を踏まえ、既定計画と同様に計画規模を1/100とした。

## 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

高津川流域における対象降雨の継続時間については、①洪水到達時間、②ピーク流量と短時間雨量との相関及び③強い降雨強度の継続時間を踏まえて設定した。

### 1-6-2 洪水到達時間

洪水到達時間は、以下に示す①Kinematic Wave法に基づく式及び②角屋の式を用いて設定した。

なお、対象洪水は、過去洪水（昭和44年（1969年）～令和4年（2022年））のうち、基準地点高角の実績流量の上位10洪水とした。

#### (1) Kinematic Wave法による洪水到達時間

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導く手法である。

#### (2) 角屋の式による洪水到達時間

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。

(1) 及び(2)の計算結果を表 1-6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 1-7に示す。

#### 【基準地点高角】

Kinematic Wave法 7.0～18.0時間（平均12.2時間）

角屋の式 8.5～10.5時間（平均 9.4時間）

表 1-6 洪水到達時間の算定結果（基準地点高角）

No	洪水名	ピーク流量		Kinematic Wave法 洪水到達時間 (h)	角屋の式	
		流量 (m <sup>3</sup> /s)	生起時間		平均降雨強度 (mm/h)	洪水到達時間 (h)
1	S550831洪水	2,758	08月31日 7:00	9.0	12.0	9.3
2	S560627洪水	2,784	06月27日 6:00	11.0	10.1	9.8
3	S580721洪水	2,523	07月23日 9:00	8.0	11.4	9.4
4	S600624洪水	3,190	06月24日 2:00	16.0	11.4	9.4
5	S600628洪水	2,792	06月28日 4:00	7.0	12.6	9.1
6	H090727洪水	3,337	07月27日15:00	12.0	13.3	8.9
7	H110924洪水	2,635	09月24日14:00	8.0	15.1	8.5
8	H170907洪水	3,011	09月07日 01:00	18.0	11.2	9.5
9	H220711洪水	2,727	07月14日 11:00	15.0	8.4	10.5
10	R030814洪水	2,720	08月14日 21:00	18.0	10.3	9.8
平均		-	-	12.2	-	9.4

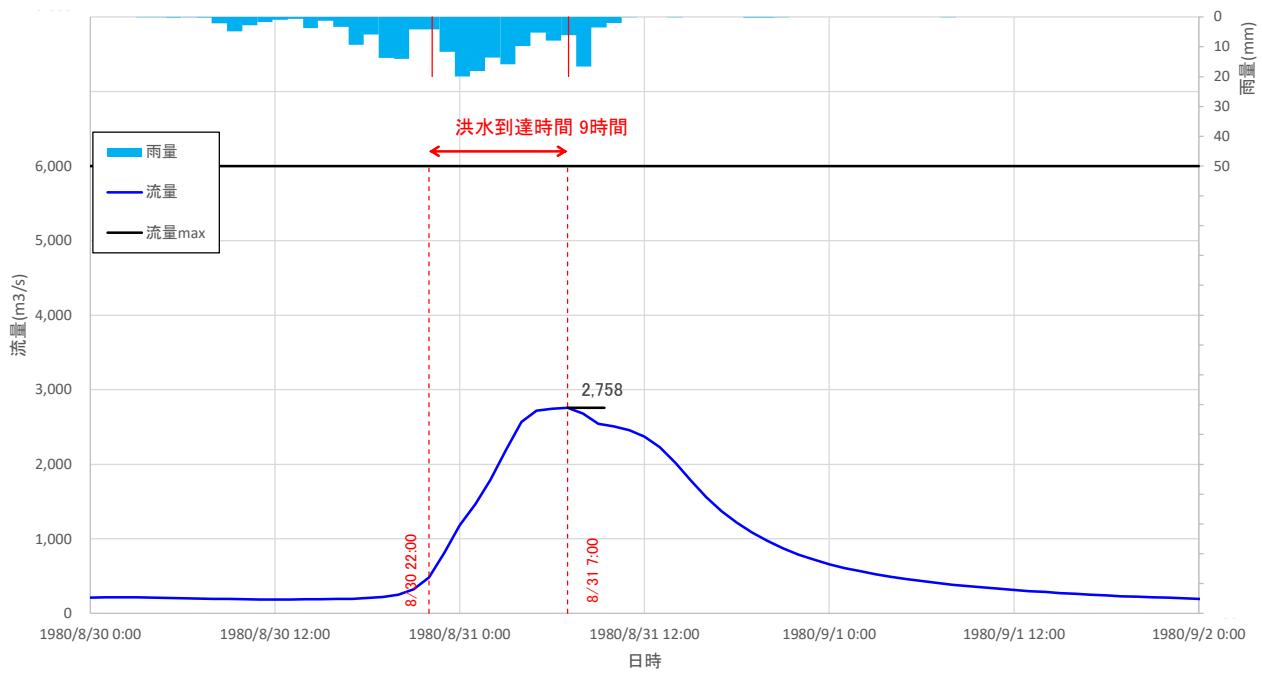


図 1-7 (1) Kinematic Wave法による洪水到達時間の検討（基準地点高角：昭和55年8月洪水）

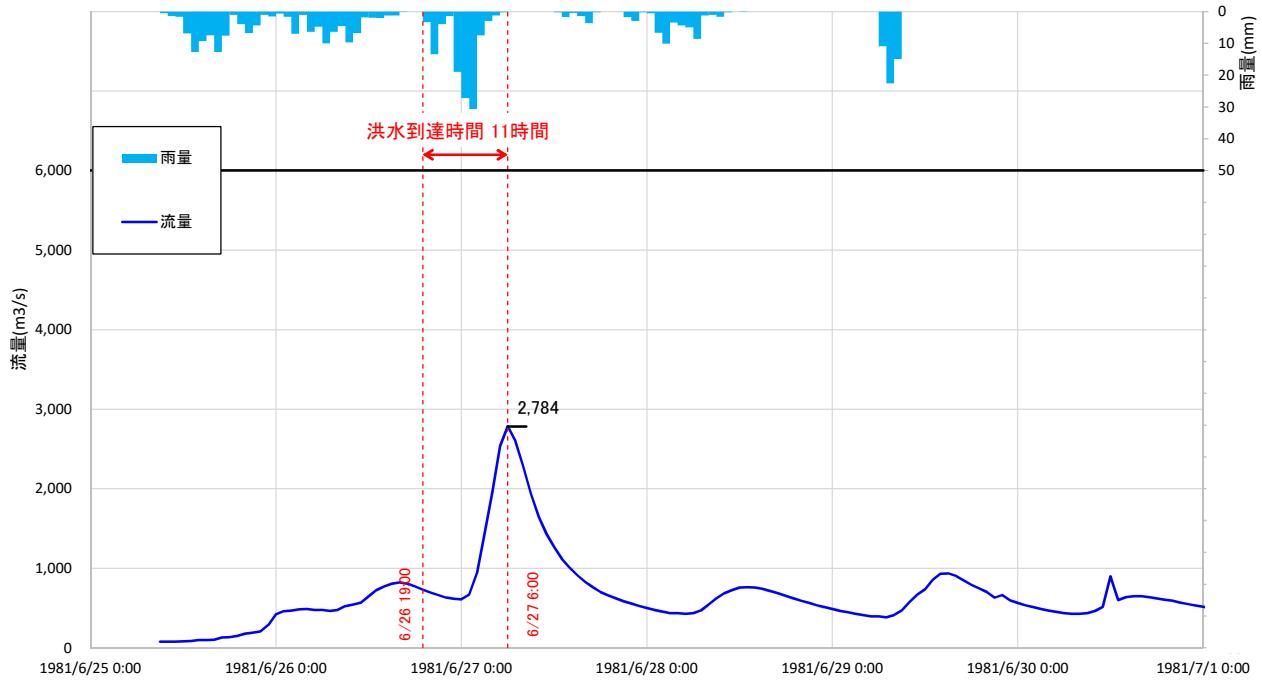
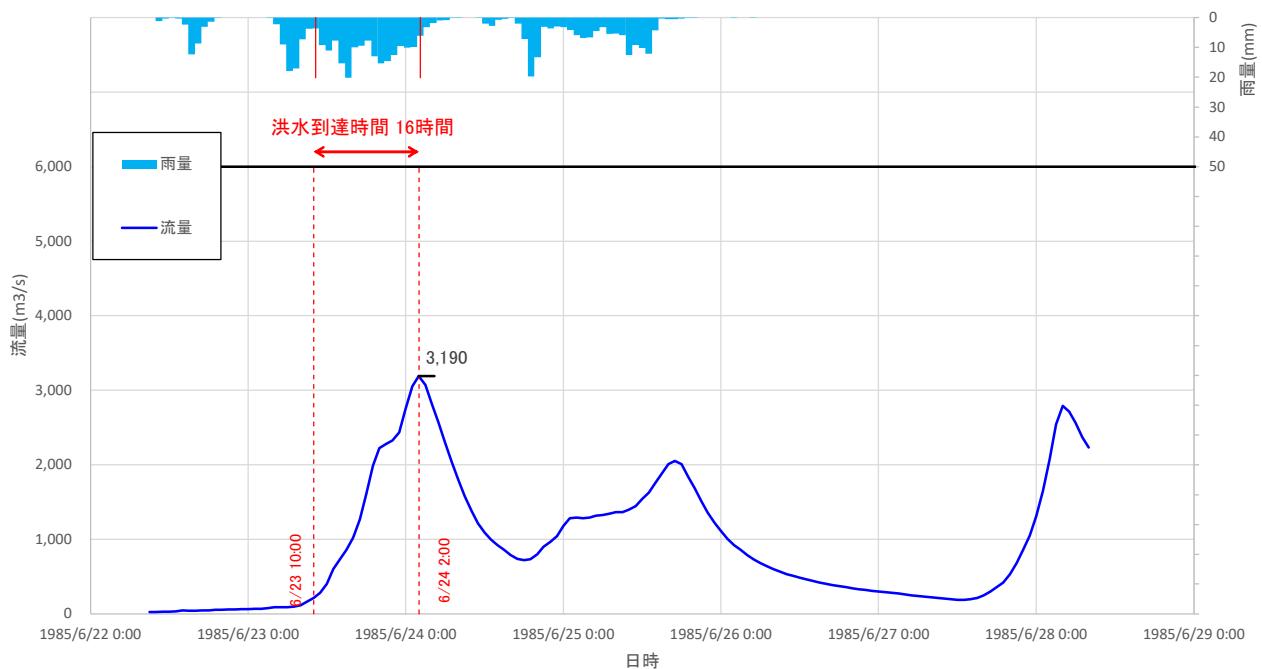
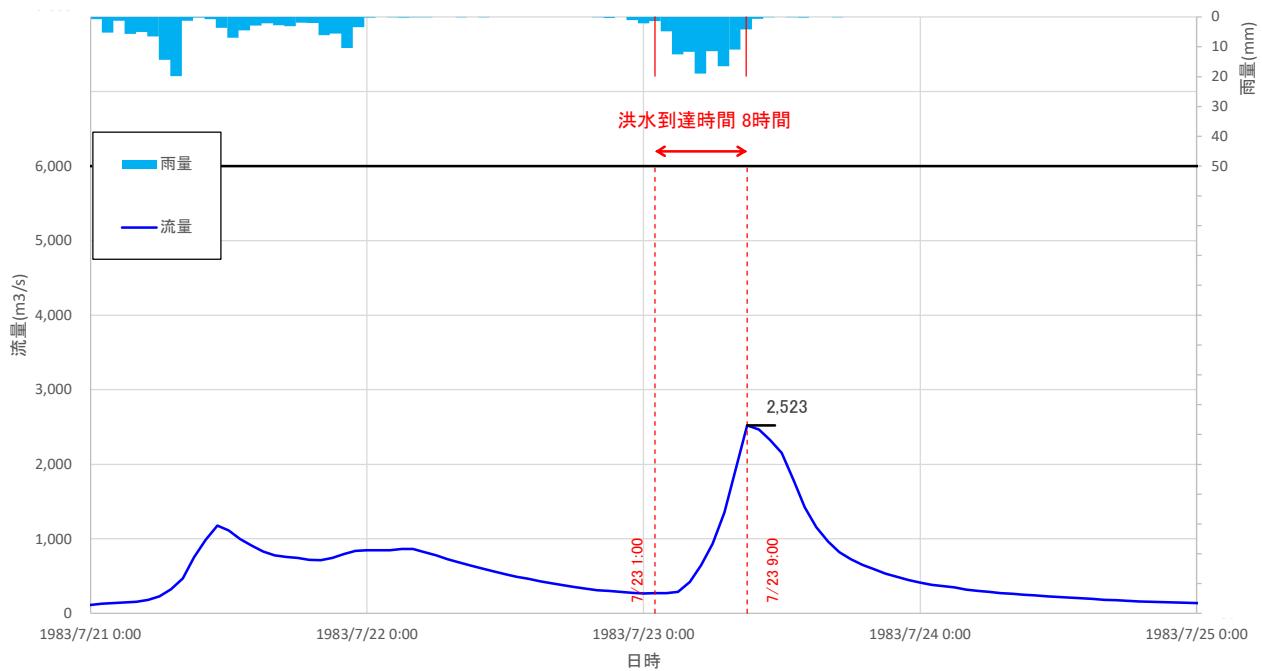


図 1-7 (2) Kinematic Wave法による洪水到達時間の検討（基準地点高角：昭和56年6月洪水）



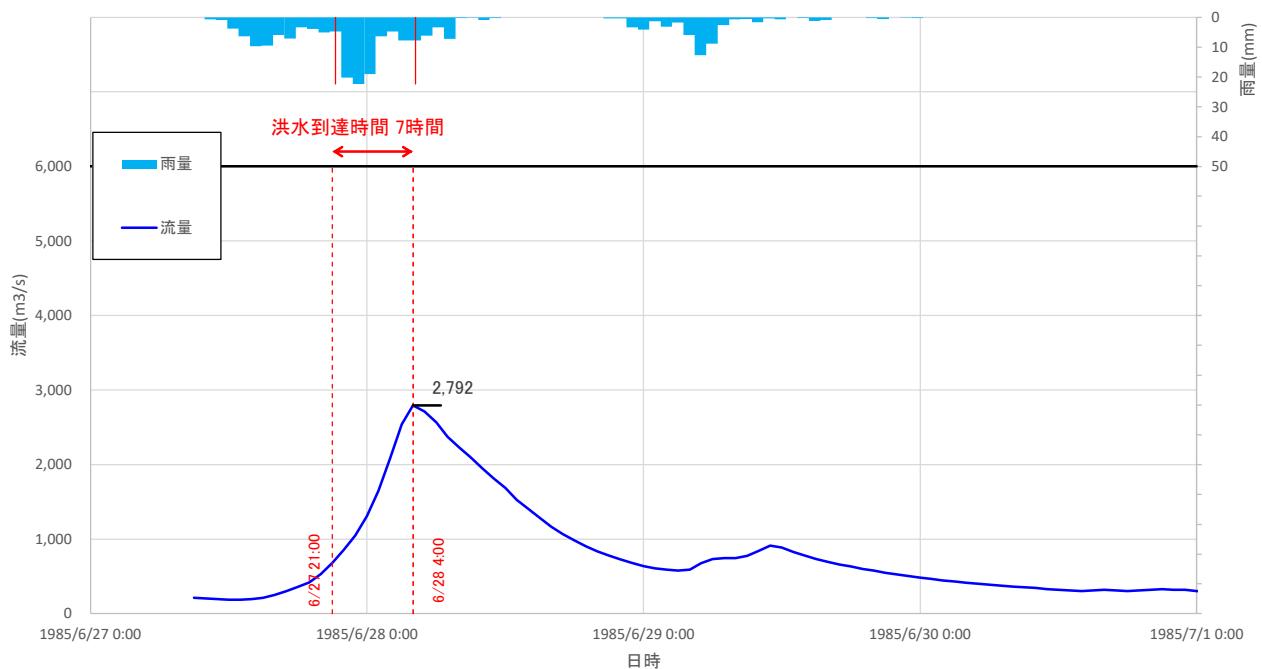


図 1-7 (5) Kinematic Wave法による洪水到達時間の検討（基準地点高角：昭和60年6月28日洪水）

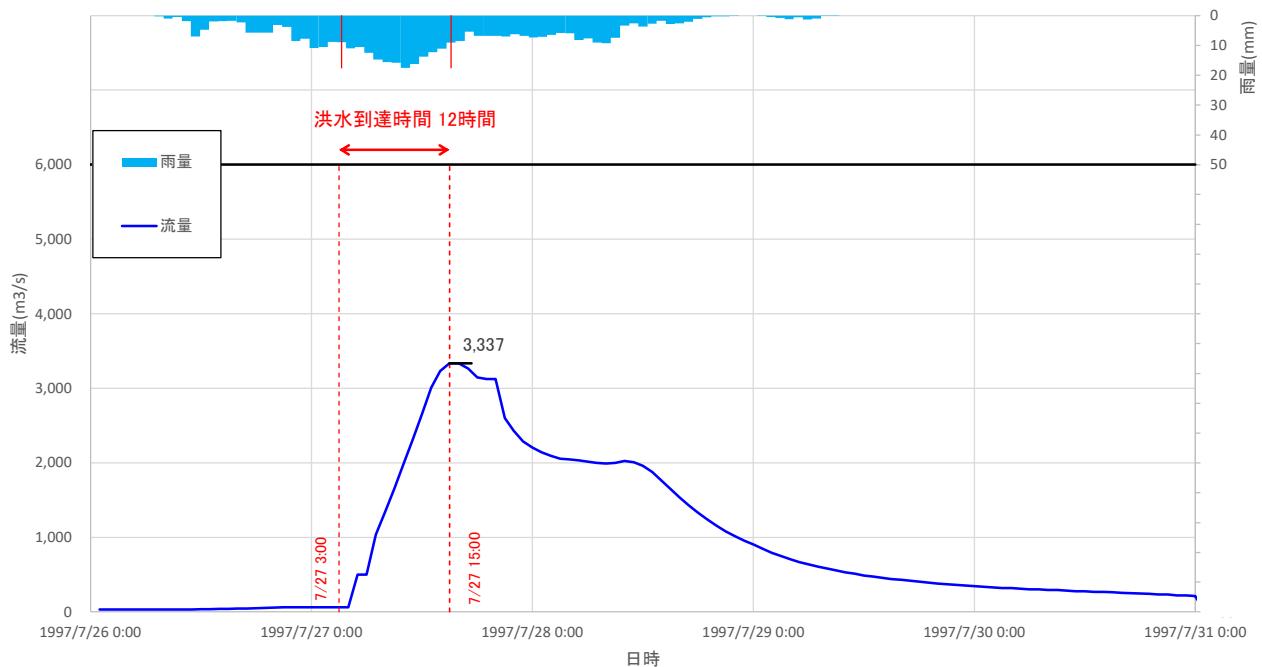


図 1-7 (6) Kinematic Wave法による洪水到達時間の検討（基準地点高角：平成9年7月洪水）

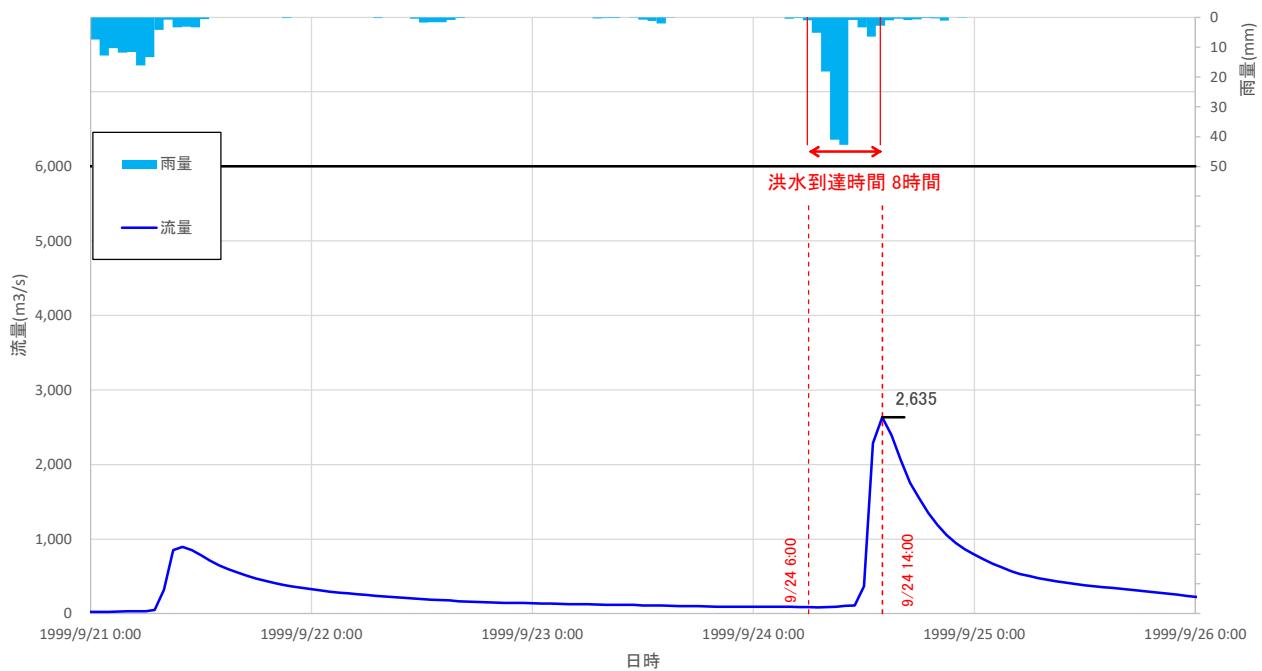


図 1-7 (7) Kinematic Wave法による洪水到達時間の検討（基準地点高角：平成11年9月洪水）

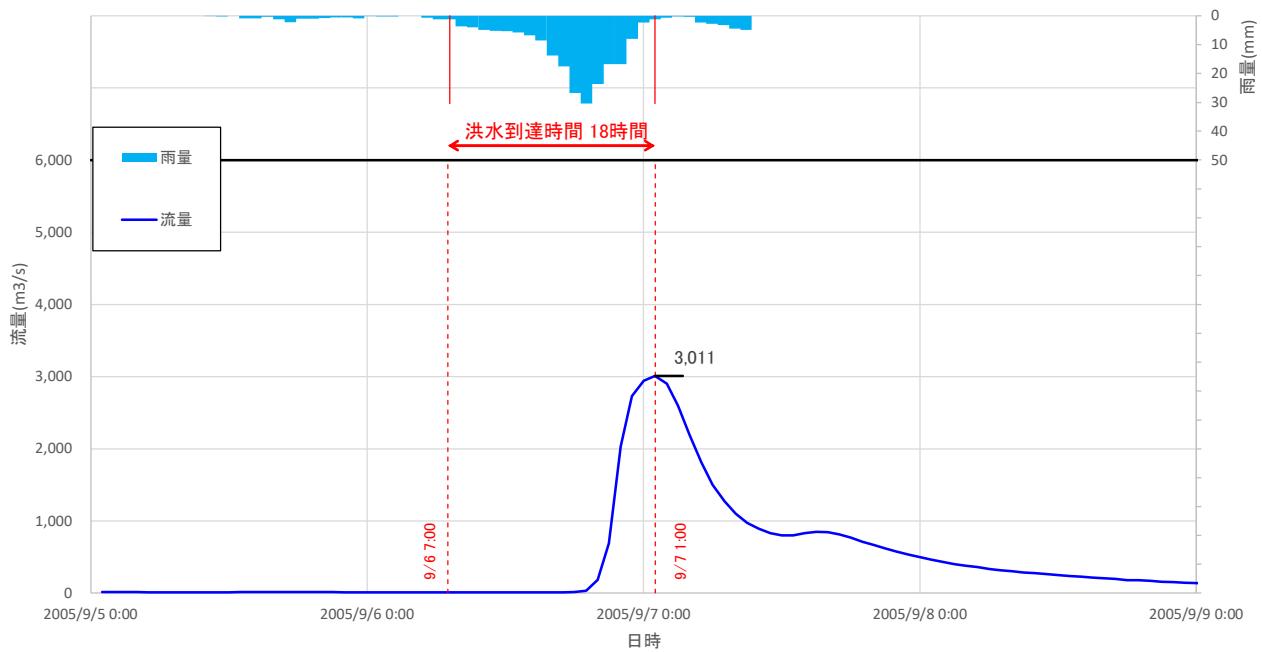


図 1-7 (8) Kinematic Wave法による洪水到達時間の検討（基準地点高角：平成17年9月洪水）

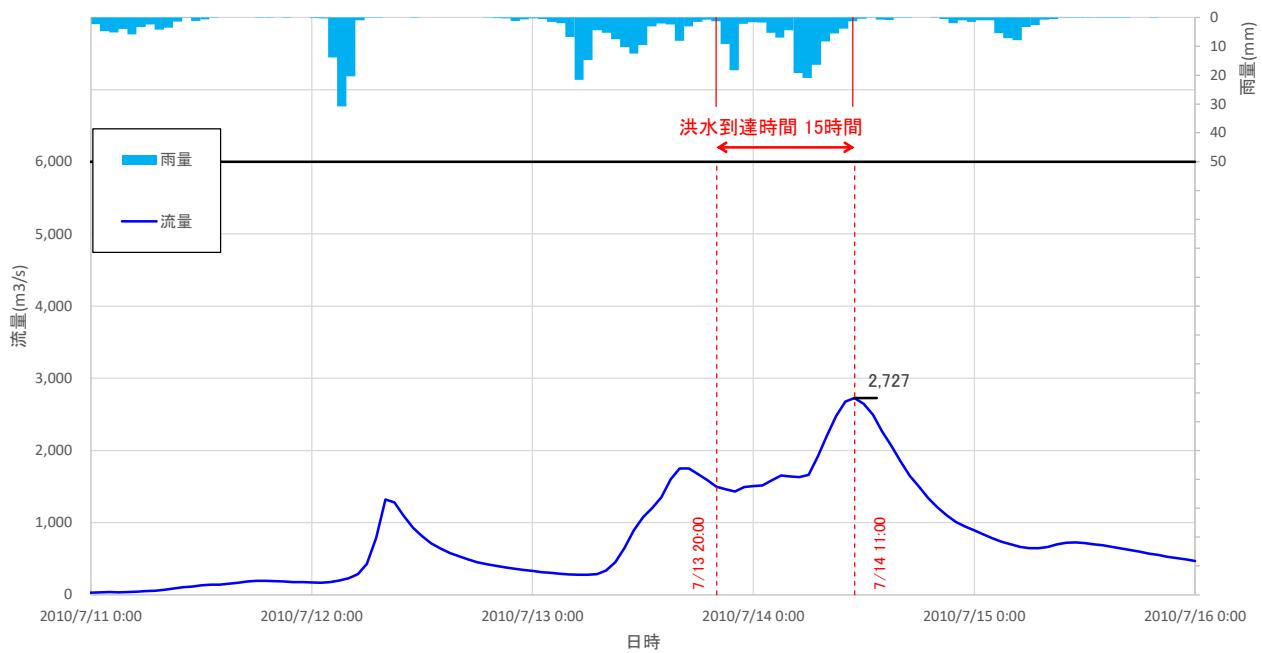


図 1-7 (9) Kinematic Wave法による洪水到達時間の検討（基準地点高角：平成22年7月洪水）

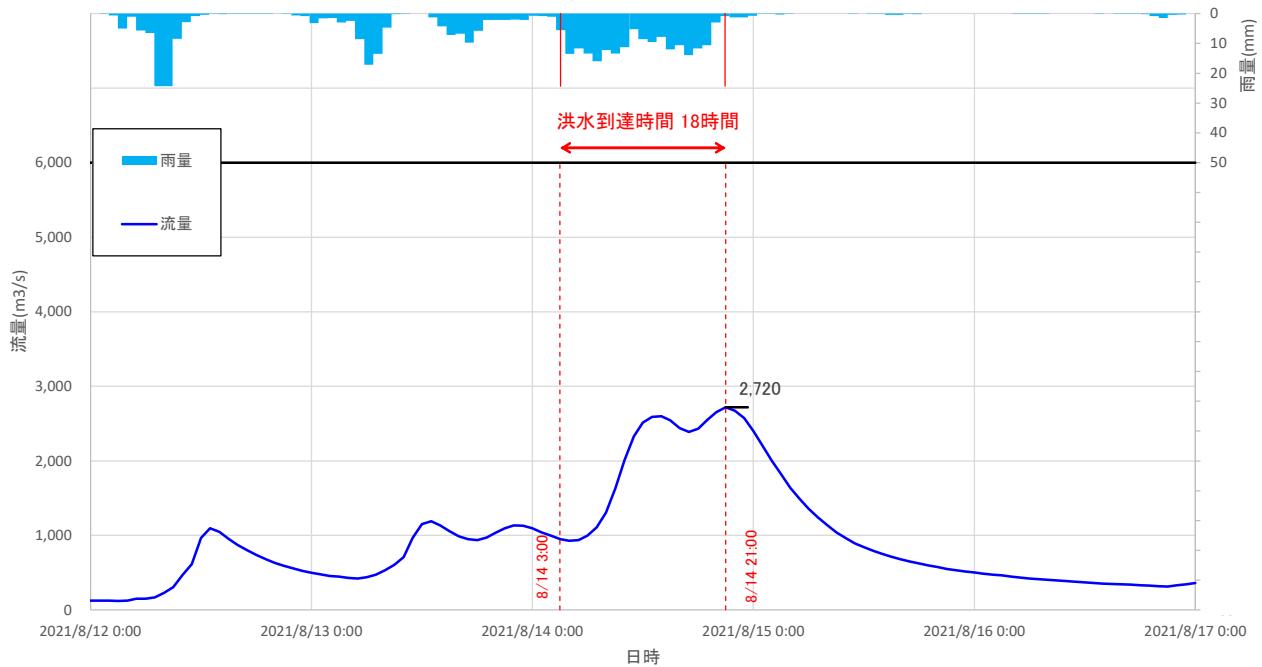


図 1-7 (10) Kinematic Wave法による洪水到達時間の検討（基準地点高角：令和3年8月洪水）

### 1-6-3 ピーク流量と短時間雨量の相関

昭和44年（1969年）から令和4年（2022年）までの54年間において基準地点高角で各年の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、3、6、9、12、15、24、48時間雨量）との相関関係を整理した。

その結果、基準地点高角では9時間以上でピーク流量と短時間雨量の相関係数が高くなっている。この検討結果を図 1-8に示す。また、定義①によるピーク流量と流域平均時間雨量の相関図を図 1-9に示し、定義②によるピーク流量と流域平均雨量の相関図を図 1-10に示す。

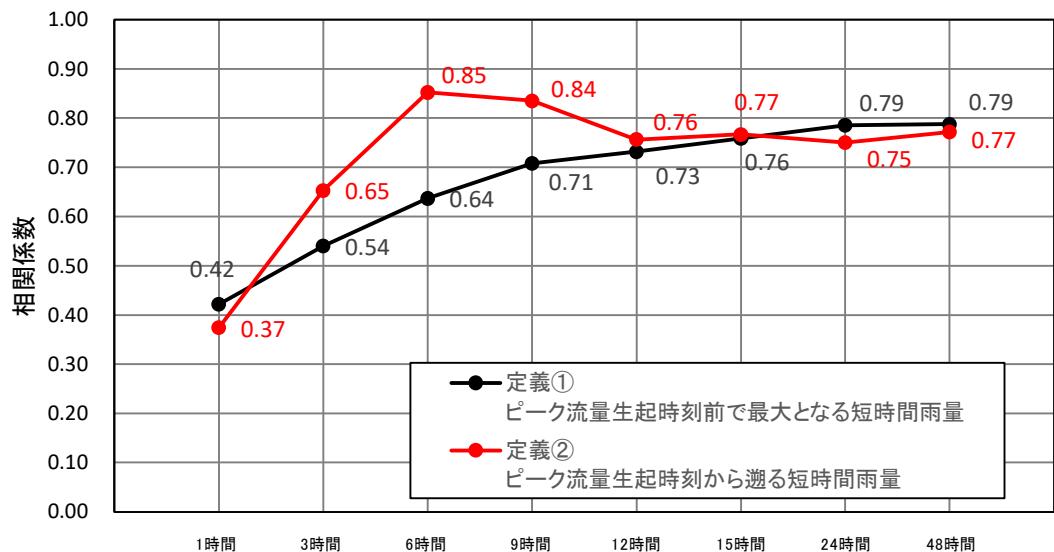


図 1-8 基準地点高角ピーク流量と降雨継続時間の相関図

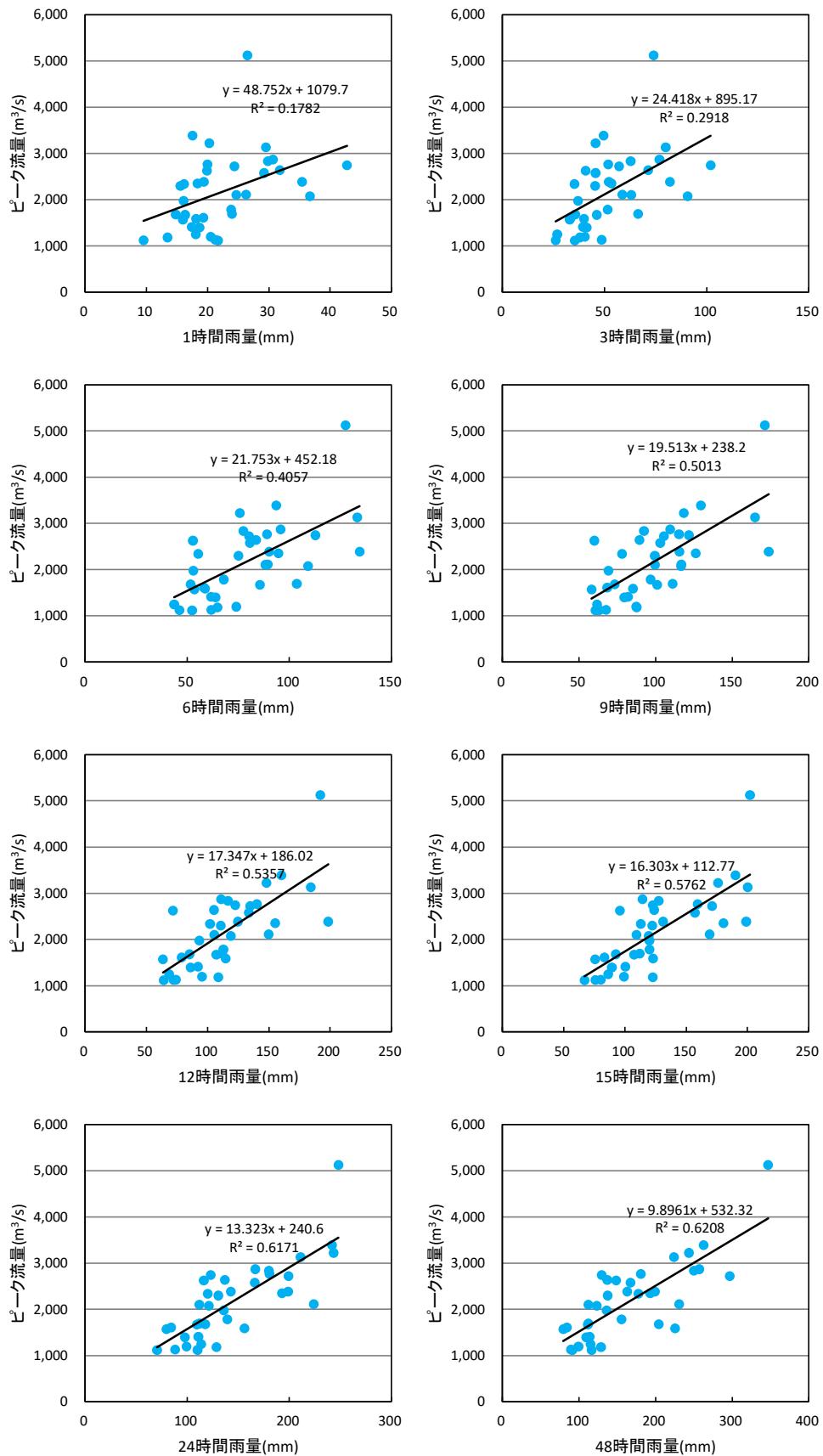


図 1-9 ピーク流量と流域平均雨量の相関図 基準地点高角【定義①】  
(定義①：ピーク流量生起時刻前で最大となる短時間雨量)

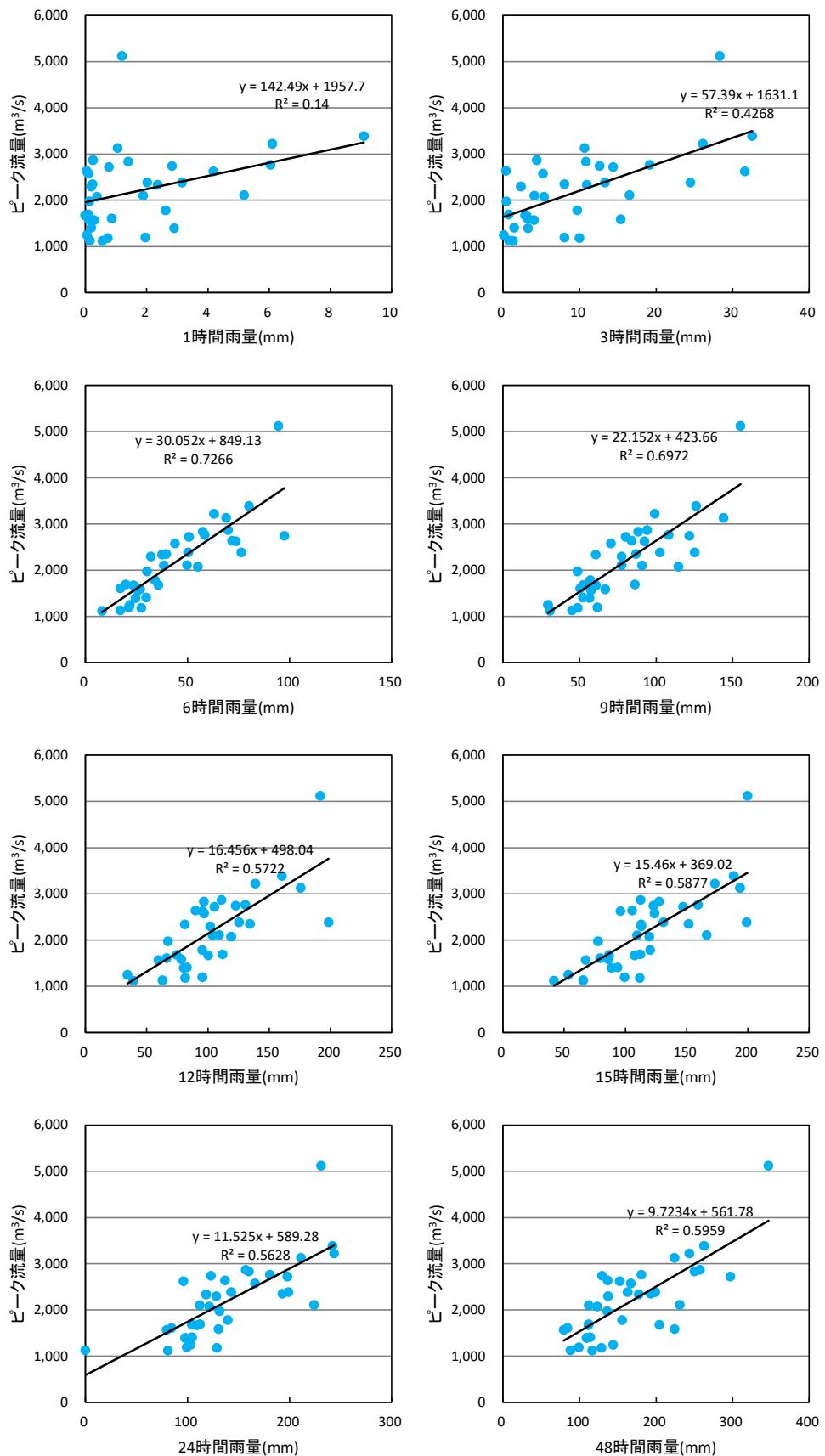


図 1-10 ピーク流量と流域平均雨量の相関図 基準地点高角【定義②】  
 (定義②：ピーク流量生起時刻から遡る短時間雨量)

#### 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44年（1969年）～令和4年（2022年））のうち、基準地点高角における実績流量の上位10洪水とした。

##### 【基準地点高角】

実績雨量から必要な降雨継続時間は、5mm以上の継続時間で平均12時間、10mm以上の継続時間で平均5時間となり、概ね12時間でカバーできる。

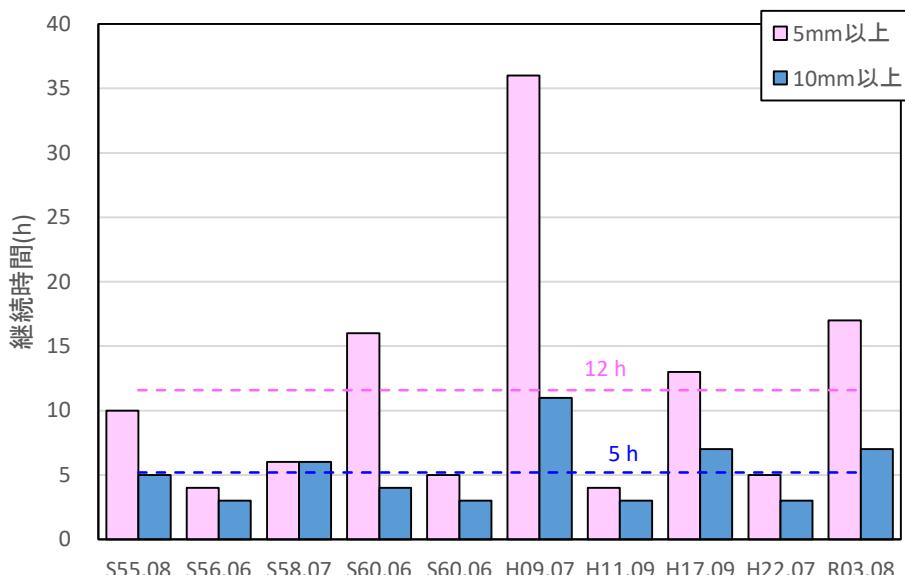


図 1-11 強い降雨強度の継続時間（基準地点高角流域平均雨量）

#### 1-6-5 対象降雨の降雨継続時間の設定

昭和44年（1969年）から令和4年（2022年）までの雨量資料（54年間）を整理し、高津川の降雨特性、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。

##### 【基準地点高角】

- ・洪水到達時間の検討において、Kinematic Wave法では7～18時間（平均12.2時間）、角屋式では8.5～10.5時間（平均9.4時間）となる。
- ・高角ピーク流量と相関の高い短時間雨量は、9時間以上である。
- ・実績雨量から必要な降雨継続時間は、5mm以上の継続時間で平均12時間、10mm以上の継続時間で平均5時間となり、概ね12時間でカバーできる。
- ・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

降雨継続時間は、Kinematic Wave法及び角屋の式等による洪水到達時間、短時間雨量と洪水ピーク流量の相関、強い降雨強度の継続時間から総合的に判断した結果、既定計画の2日から12時間に変更した。

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。

基準地点高角の1/100確率雨量は昭和36年（1961年）～平成22年（2010年）の50年間の各年最大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195mm/12hと決定した。

表 1-7 基準地点高角 12時間雨量 1/100確率計算結果

確率分布モデル	線種	1/100確率雨量 (mm/12h)	SLSC	Jackknife推定誤差
Exp	—	240.6	0.055	18.0
Gumbel	—	214.0	0.023	15.1
SQRTET	—	257.3	0.042	20.1
GEV	—	204.3	0.019	20.0
LP3RS	—	195.4	0.023	14.7
LogP3	—	199.4	0.023	18.7
LNIwai	—	202.2	0.022	16.4
Isitaka	—	200.7	0.022	15.0
LN3(Q)	—	202.9	0.023	15.7
LN3(PM)	—	200.2	0.022	14.8
LN2(LM)	—	213.4	0.025	18.7
LN2(PM)	—	212.8	0.026	17.4
LN4(PM)	—	—	—	—

※ SLSC ≤ 0.04、Jackknife推定誤差最小となる確率分布モデルを採用

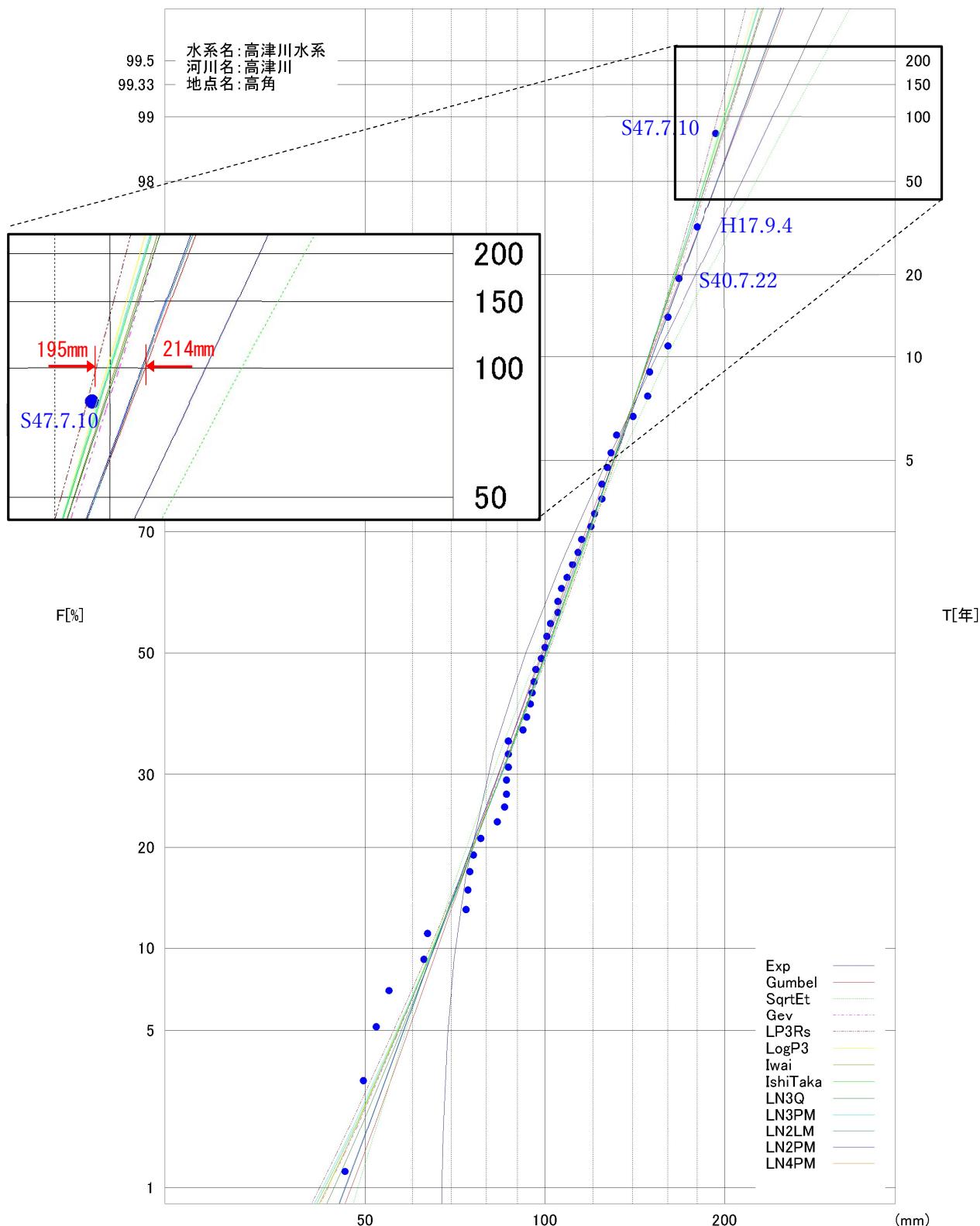


図 1-12 雨量確率計算結果

表 1-8 年最大12時間雨量一覧（基準地点高角）

No.	西暦	年	洪水名	12時間 雨量(mm)	高角地点
1	1961	S36	S36. 9. 15	86. 6	
2	1962	S37	S37. 7. 4	99. 6	
3	1963	S38	S38. 7. 10	160. 7	
4	1964	S39	S39. 8. 23	101. 8	
5	1965	S40	S40. 7. 22	167. 1	
6	1966	S41	S41. 6. 30	94. 4	
7	1967	S42	S42. 10. 26	46. 5	
8	1968	S43	S43. 7. 28	73. 7	
9	1969	S44	S44. 7. 30	87. 1	
10	1970	S45	S45. 8. 14	127. 3	
11	1971	S46	S46. 8. 4	124. 6	
12	1972	S47	S47. 7. 10	192. 1	
13	1973	S48	S48. 6. 25	49. 8	
14	1974	S49	S49. 8. 24	131. 5	
15	1975	S50	S50. 6. 23	95. 4	
16	1976	S51	S51. 9. 11	105. 4	
17	1977	S52	S52. 8. 7	86. 4	
18	1978	S53	S53. 9. 15	113. 8	
19	1979	S54	S54. 10. 19	98. 9	
20	1980	S55	S55. 8. 31	140. 2	
21	1981	S56	S56. 6. 27	111. 1	
22	1982	S57	S57. 7. 17	87. 1	
23	1983	S58	S58. 7. 21	96. 2	
24	1984	S59	S59. 7. 13	74. 7	
25	1985	S60	S60. 6. 24	148. 0	
26	1986	S61	S61. 5. 19	108. 8	
27	1987	S62	S62. 7. 14	96. 2	
28	1988	S63	S63. 7. 21	63. 5	
29	1989	H1	H1. 9. 19	85. 6	
30	1990	H2	H2. 6. 15	74. 4	
31	1991	H3	H3. 7. 5	93. 2	
32	1992	H4	H4. 8. 9	121. 3	
33	1993	H5	H5. 7. 27	105. 1	
34	1994	H6	H6. 9. 16	76. 0	
35	1995	H7	H7. 7. 3	149. 9	
36	1996	H8	H8. 8. 15	100. 6	
37	1997	H9	H9. 7. 27	160. 2	
38	1998	H10	H10. 10. 18	86. 1	
39	1999	H11	H11. 9. 24	124. 2	
40	2000	H12	H12. 11. 2	62. 7	
41	2001	H13	H13. 6. 24	92. 2	
42	2002	H14	H14. 5. 16	54. 9	
43	2003	H15	H15. 7. 14	78. 3	
44	2004	H16	H16. 9. 7	118. 9	
45	2005	H17	H17. 9. 4	184. 3	
46	2006	H18	H18. 6. 29	107. 1	
47	2007	H19	H19. 8. 2	84. 2	
48	2008	H20	H20. 6. 18	52. 0	
49	2009	H21	H21. 7. 19	133. 6	
50	2010	H22	H22. 7. 10	116. 7	

表 1-9 1/100確率規模降雨量（基準地点高角）

	高角	備考
1/100確率雨量 (S36-H22標本)	195mm/12h	確率手法SLSC≤0.04 Jackknife推定誤差の最小
気候変動を 考慮した降雨量	215mm/12h	195mm/12h×降雨量変化倍率1.1

基準地点高角における対象降雨の降雨量は、1/100確率雨量の195mm/12hに降雨量変化倍率1.1倍を乗じた215mm/12hに設定した。

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る確率雨量を算定等も併せて実施した。

#### 【基準地点高角】

##### (1) Mann-Kendall検定（定常／非定常性を確認）

昭和36年（1961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

⇒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、令和4年（2022年）まで時間雨量データを延伸し、水文解析に一般的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4年（2022年）までの雨量データを用いた場合の基準地点高角1/100確率雨量は207mm/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。

検討対象洪水の選定は、令和4年（2022年）までの基準地点高角における年複数洪水を抽出し、基準地点高角のピーク流量が氾濫危険水位相当流量以上、かつ基準地点高角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、15洪水を選定した（図 1-13参照）。

選定した洪水を対象に、基準地点高角の1/100確率12時間雨量215mm（195mm×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、基準地点高角において $3,200\sim 6,900\text{m}^3/\text{s}$ となる。

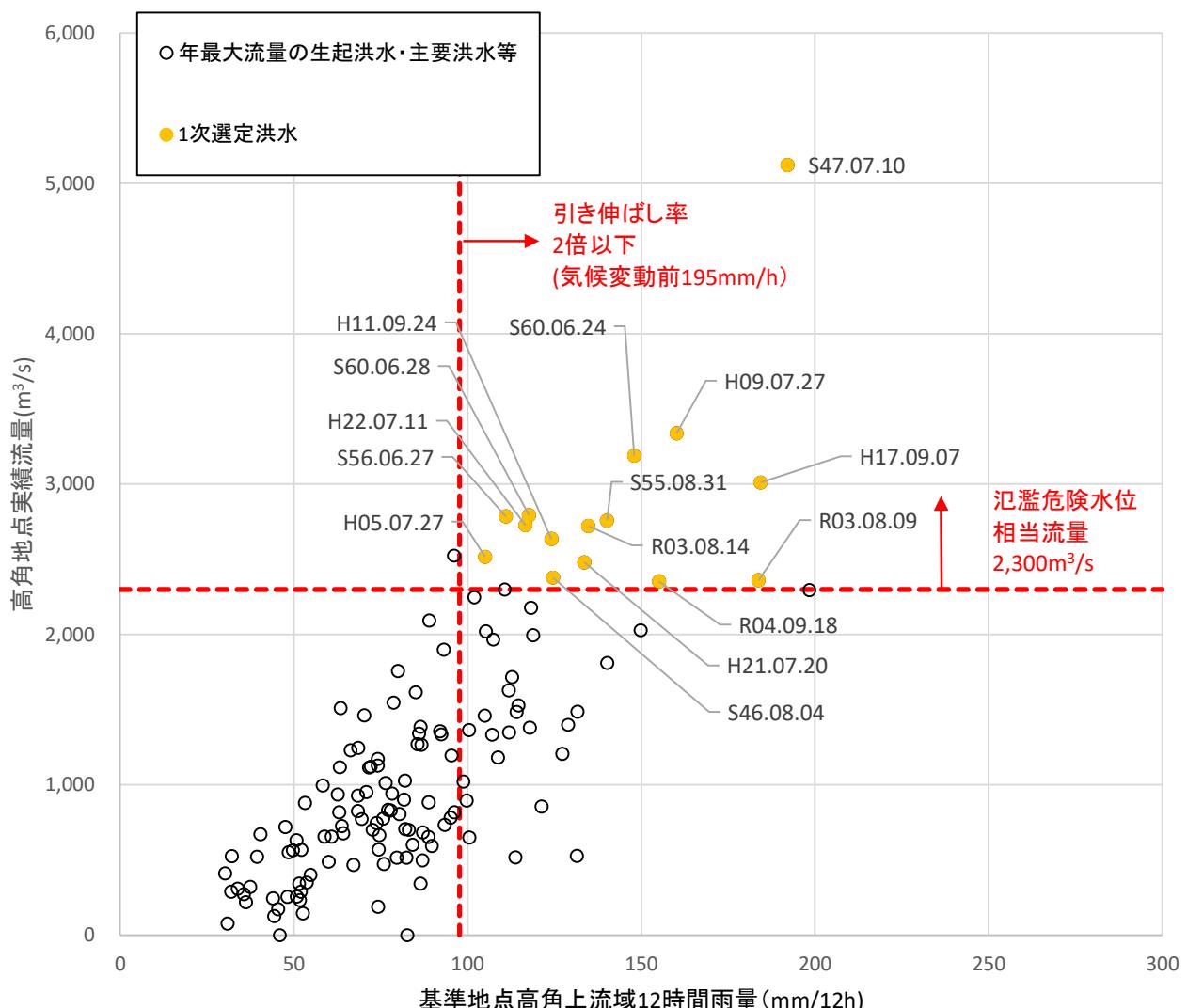


図 1-13 対象洪水の選定（基準地点高角）

表 1-10 選定洪水のピーク流量一覧（基準地点高角）

No	洪水名	基準地点高角上流域			高角地点 ピーク流量 (m <sup>3</sup> /s)
		実績 12時間 雨量 (mm)	1/100確率 降雨量 (mm) × 1.1	拡大率	
1	S46. 08. 04	124. 6	215	1. 724	4, 028
2	S47. 07. 10	192. 1	215	1. 119	5, 765
3	S55. 08. 31	140. 2	215	1. 533	4, 123
4	S56. 06. 27	111. 1	215	1. 935	6, 879
5	S60. 06. 24	148. 0	215	1. 452	4, 761
6	S60. 06. 28	117. 7	215	1. 826	3, 699
7	H05. 07. 27	105. 1	215	2. 045	5, 966
8	H09. 07. 27	160. 2	215	1. 342	4, 801
9	H11. 09. 24	124. 2	215	1. 730	6, 159
10	H17. 09. 07	184. 3	215	1. 166	4, 179
11	H21. 07. 20	133. 6	215	1. 609	3, 349
12	H22. 07. 11	116. 7	215	1. 841	5, 214
13	R03. 08. 09	183. 7	215	1. 170	3, 178
14	R03. 08. 12	134. 8	215	1. 594	4, 519
15	R04. 09. 18	155. 2	215	1. 385	3, 573

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

## 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つてい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、対象降雨波形を設定する。

### 1-9-2 棄却基準の設定

引き伸ばし後の降雨に対する棄却基準として、1/500降雨量を設定した。

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）とした。

### 1-9-3 地域分布の評価

#### (1) 対象地域の選定

対象地域は、図 1-14に示す通りであり、以下に示す3流域を選定した。

- ①本川上流域
- ②匹見川流域
- ③本川下流域、津和野川流域

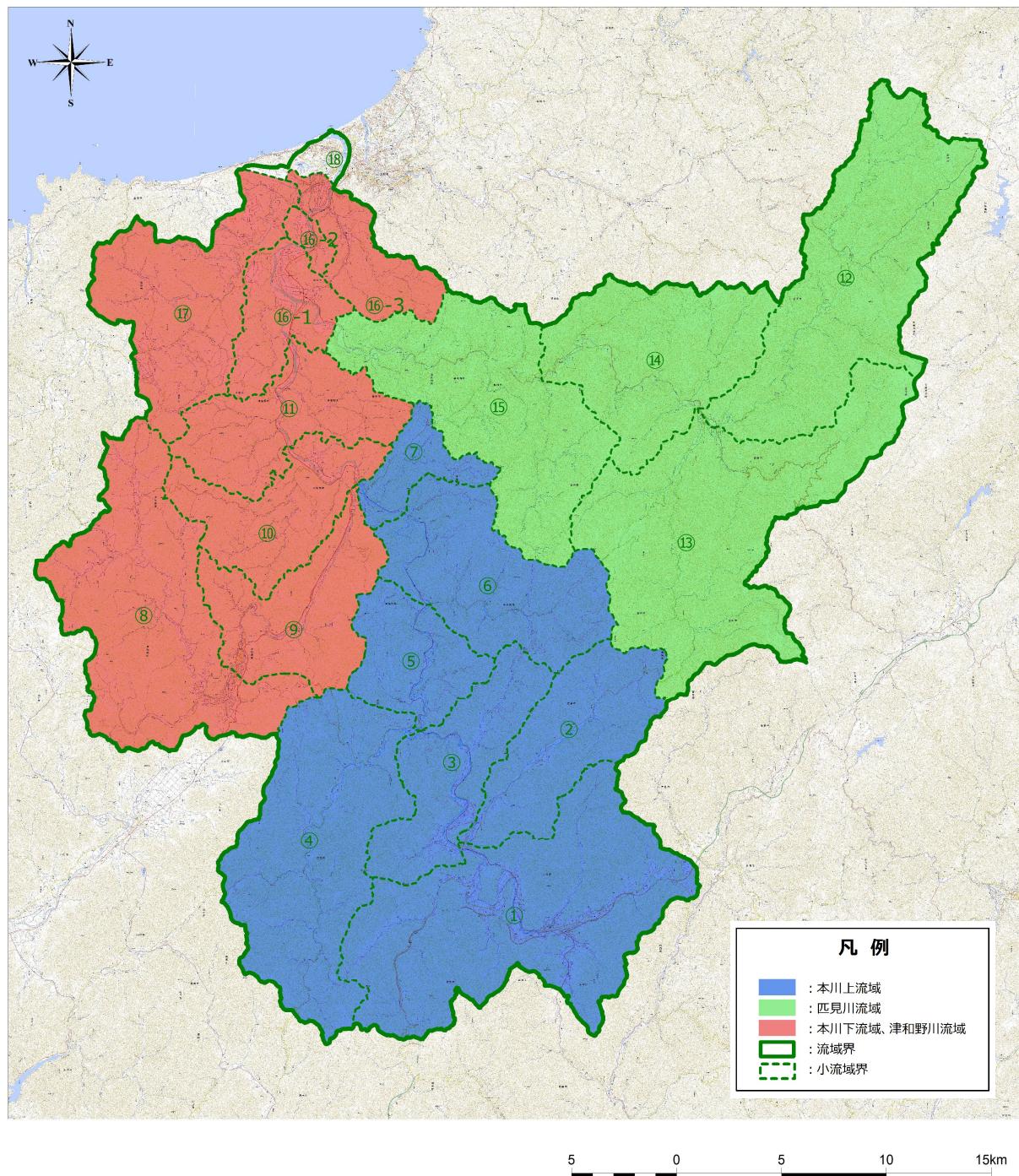


図 1-14 検討対象地域位置図

## (2) 梨却基準値の選定

選定地域における梨却基準値を設定した。確率雨量の算定は、昭和36年(1961年)～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、1/500降雨量を設定した。

表 1-11 地域分布の梨却基準値(12時間雨量)の設定 (単位:mm)

雨量	本川上流 (日原大橋)	匹見川 (隅村)	本川下流 津和野川
1/500 確率雨量	299.5	298.8	246.3

## (3) 対象地域の雨量評価

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行った。なお、対象の時間は基準地点高角における12時間雨量が最大となる時間帯(降雨継続時間帯)とする。

各地域の拡大後雨量及び1/500雨量は表 1-12に示すとおりであり、地域分布による異常性は確認されなかった。

表 1-12 地域分布による拡大後降雨の確率評価表

No	洪水名	実績 12時間雨量 (mm/12h)			基準地点 高角 拡大率 (195mm/12h) (気候変動なし)	拡大後(気候変動なし) (mm/12h)			棄却 洪水
		本川上流 (日原大橋)	匹見川 (隅村)	本川下流 津和野川		本川上流 (日原大橋)	匹見川 (隅村)	本川下流 津和野川	
1	S46.08.04	168.5	125.5	77.6	1.568	264.2	196.8	121.6	
2	S47.07.10	201.0	193.1	182.1	1.017	204.5	196.4	185.2	
3	S55.08.31	113.0	154.3	158.3	1.394	157.6	215.0	220.7	
4	S56.06.27	108.0	122.8	102.3	1.759	189.9	216.0	179.9	
5	S60.06.24	142.1	154.2	148.6	1.320	187.6	203.5	196.1	
6	S60.06.28	128.8	102.0	122.3	1.660	213.8	169.3	203.0	
7	H05.07.27	113.9	107.5	96.7	1.860	211.7	199.9	179.7	
8	H09.07.27	129.2	234.3	135.0	1.220	157.6	285.8	164.7	
9	H11.09.24	147.0	123.6	97.7	1.573	231.2	194.5	153.7	
10	H17.09.07	229.3	195.0	120.2	1.060	243.0	206.7	127.4	
11	H21.07.20	130.3	152.5	124.2	1.463	190.5	223.0	181.6	
12	H22.07.11	116.5	121.7	118.7	1.674	195.0	203.8	198.7	
13	R03.08.09	163.3	210.2	182.0	1.063	173.6	223.5	193.6	
14	R03.08.12	127.1	137.4	138.9	1.450	184.2	199.2	201.3	
15	R04.09.18	187.0	163.7	110.1	1.259	235.5	206.2	138.6	
棄却基準値【1/500】		-	-	-	-	299.5	298.8	246.3	

※拡大率は、基準地点高角 1/100 確率降雨量 195mm/12h に対する実績 12 時間雨量との拡大率

※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

## 1-9-4 時間分布の評価

### (1) 対象時間の選定

対象時間の考え方については、以下のとおりとした。

- ・短時間降雨による棄却基準は、角屋の式から得られる洪水到達時間が8.5時間～10.5時間であることや、9時間以上でピーク流量と短時間雨量の相関が高まるところから、9時間を短時間雨量として設定した。
- ・また、対象降雨継続時間の12時間の1/2である6時間を短時間雨量として設定した。

表 1-13 対象時間の設定

基準地点名	時間分布棄却基準（短時間雨量）として設定	
高角	6時間	9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した。確率雨量の算定は、昭和36年（1961年）～平成22年（2010年）の各年最大時間雨量について確率計算を行い、1/500確率雨量を設定した。

表 1-14 時間分布の棄却基準値（基準地点高角）の設定（単位：mm）

雨量	6時間	9時間
1/500 確率雨量	150.6 (LN3(Q))	224.1 (Gumbel)

### (3) 時間分布の雨量評価

前項にて選定した短時間雨量について、拡大後雨量の異常性評価を行った。

各時間の拡大後雨量及び1/500雨量は表 1-15に示すとおりであり、3洪水が棄却された。

表 1-15 基準地点高角短時間降雨確率評価表

No	洪水名	基準地点高角実績雨量(mm)		基準地点高角 拡大率 (195mm/12h) (気候変動なし)	拡大後雨量 (気候変動なし) (mm)		棄却 洪水
		6h	9h		6h	9h	
1	S46. 08. 04	90. 1	115. 6	1. 568	141. 3	181. 3	
2	S47. 07. 10	127. 6	171. 4	1. 017	129. 8	174. 4	
3	S55. 08. 31	89. 1	115. 2	1. 394	124. 2	160. 7	
4	S56. 06. 27	95. 7	109. 5	1. 759	168. 4	192. 7	×
5	S60. 06. 24	75. 8	118. 4	1. 320	100. 1	156. 3	
6	S60. 06. 28	80. 6	99. 3	1. 660	133. 9	164. 8	
7	H05. 07. 27	83. 7	89. 4	1. 860	155. 7	166. 3	×
8	H09. 07. 27	93. 6	129. 5	1. 220	114. 2	158. 0	
9	H11. 09. 24	112. 7	121. 8	1. 573	177. 3	191. 6	×
10	H17. 09. 07	133. 3	164. 9	1. 060	141. 3	174. 8	
11	H21. 07. 20	80. 7	103. 0	1. 463	118. 0	150. 7	
12	H22. 07. 11	77. 5	92. 4	1. 674	129. 8	154. 6	
13	R03. 08. 09	131. 8	163. 5	1. 063	140. 2	173. 9	
14	R03. 08. 12	79. 8	105. 4	1. 450	115. 7	152. 8	
15	R04. 09. 18	94. 6	126. 2	1. 259	119. 2	158. 9	
棄却基準値【1/500】		-	-	-	150. 6	224. 1	

※基準地点高角拡大率は、基準地点高角 1/100 確率降雨量 195mm/12h に対する実績 12 時間雨量との拡大率である

※グレー着色：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≤0.04 以下かつ Jackknife 推定誤差が最小となる手法の値による

## 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、1/100規模（1.1倍）12時間雨量となるように引き伸ばし降雨波形を作成した後、流出計算を行うと基準地点高角のピーク流量は $3,200\text{m}^3/\text{s} \sim 5,800\text{m}^3/\text{s}$ となる。

表 1-16 ピーク流量一覧（高角地点）

洪水 No	洪水名	基準地点高角上流域			高角地点 ピーク流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	棄却理由
		実績 12時間 雨量 (mm)	1/100確率降 雨量 (mm) × 1.1	拡大率		
1	S46. 08. 04	124. 6	215	1. 724	4, 028	
2	S47. 07. 10	192. 1	215	1. 119	5, 765	
3	S55. 08. 31	140. 2	215	1. 533	4, 123	
4	S56. 06. 27	111. 1	215	1. 935	6, 879	時間分布
5	S60. 06. 24	148. 0	215	1. 452	4, 761	
6	S60. 06. 28	117. 7	215	1. 826	3, 699	
7	H05. 07. 27	105. 1	215	2. 045	5, 966	時間分布
8	H09. 07. 27	160. 2	215	1. 342	4, 801	
9	H11. 09. 24	124. 2	215	1. 730	6, 159	時間分布
10	H17. 09. 07	184. 3	215	1. 166	4, 179	
11	H21. 07. 20	133. 6	215	1. 609	3, 349	
12	H22. 07. 11	116. 7	215	1. 841	5, 214	
13	R03. 08. 09	183. 7	215	1. 170	3, 178	
14	R03. 08. 12	134. 8	215	1. 594	4, 519	
15	R04. 09. 18	155. 2	215	1. 385	3, 573	

※グレー着色：棄却洪水

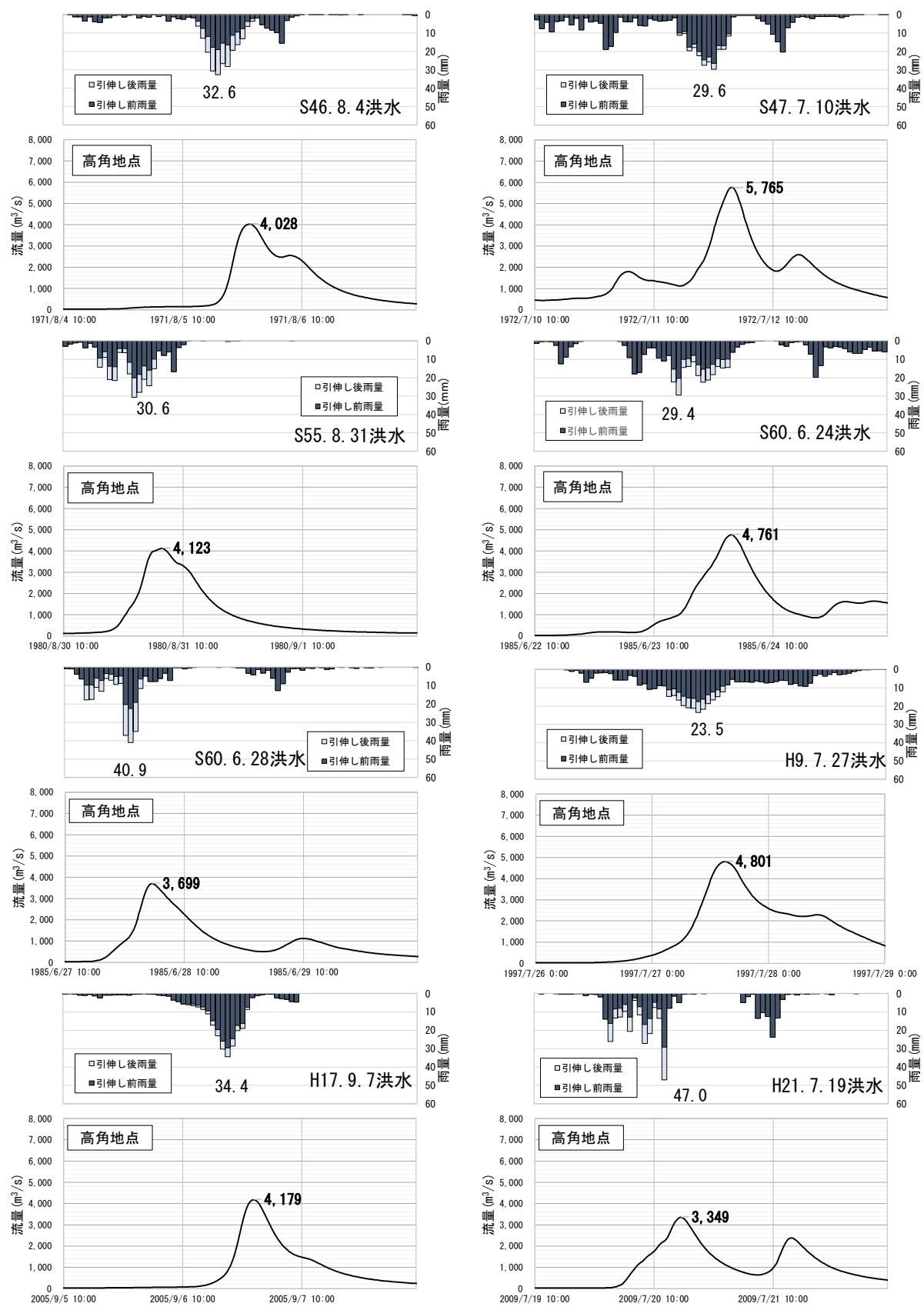


図 1-15 (1) 主要降雨波形ハイドログラフ（基準地点 高角）

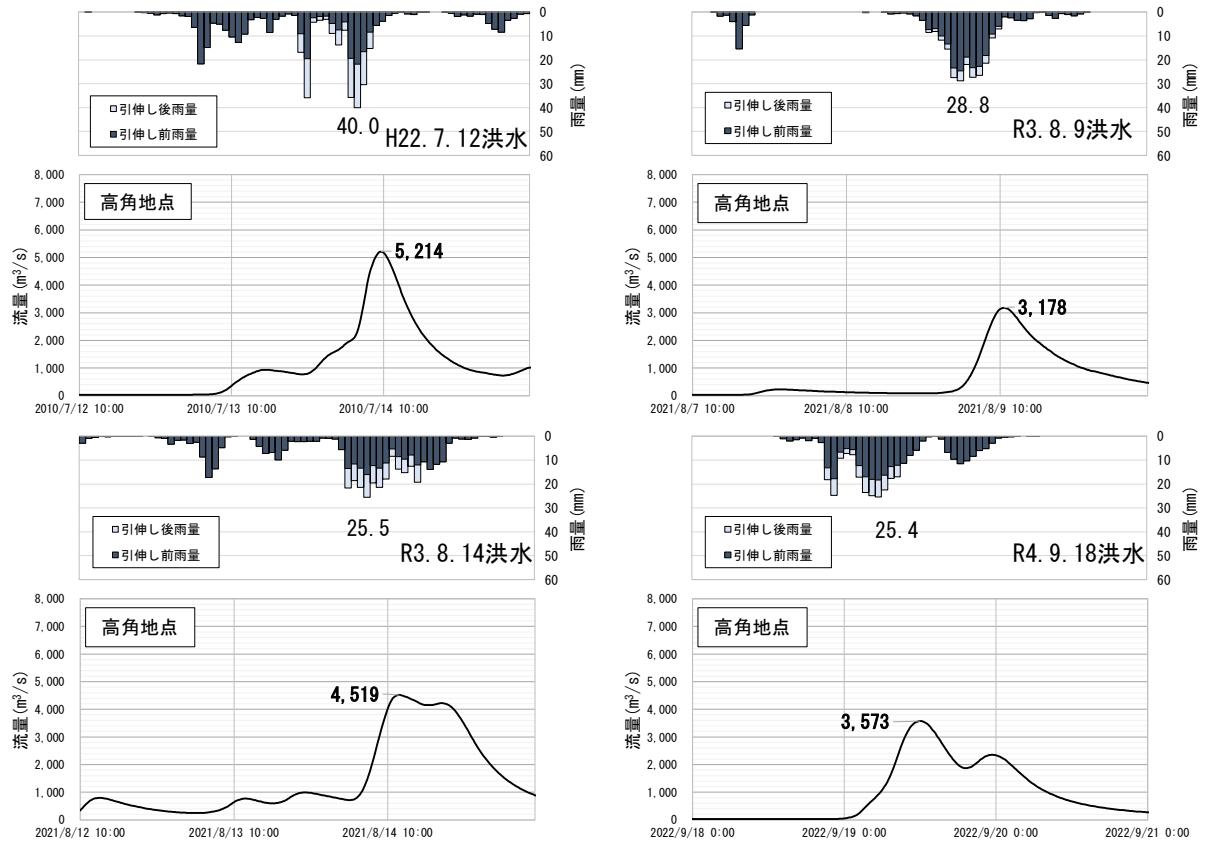


図 1-15 (2) 主要降雨波形ハイドログラフ（基準地点 高角）

## 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°C上昇のシナリオRCP8.5における近未来の気候（2°C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°C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予測降雨波形（以下、d2PDF）から求めた、現在気候及び将来気候の年最大流域平均雨量標本から、高角地点における対象降雨の降雨量215mm/12hに近い20%の範囲内に入る57洪水を抽出した。このうち、最大・最小のピーク流量を含む様々な洪水波形10洪水を抽出し、中央集中や複数の降雨ピーク（2山）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対象に、気候変動を考慮した1/100確率規模の12時間雨量215mm（基準地点高角）に調整し、流出計算モデルにより流出量を算出した結果、高角地点のピーク流量は約2,800m<sup>3</sup>/sから6,200m<sup>3</sup>/sと推定される。

※ 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

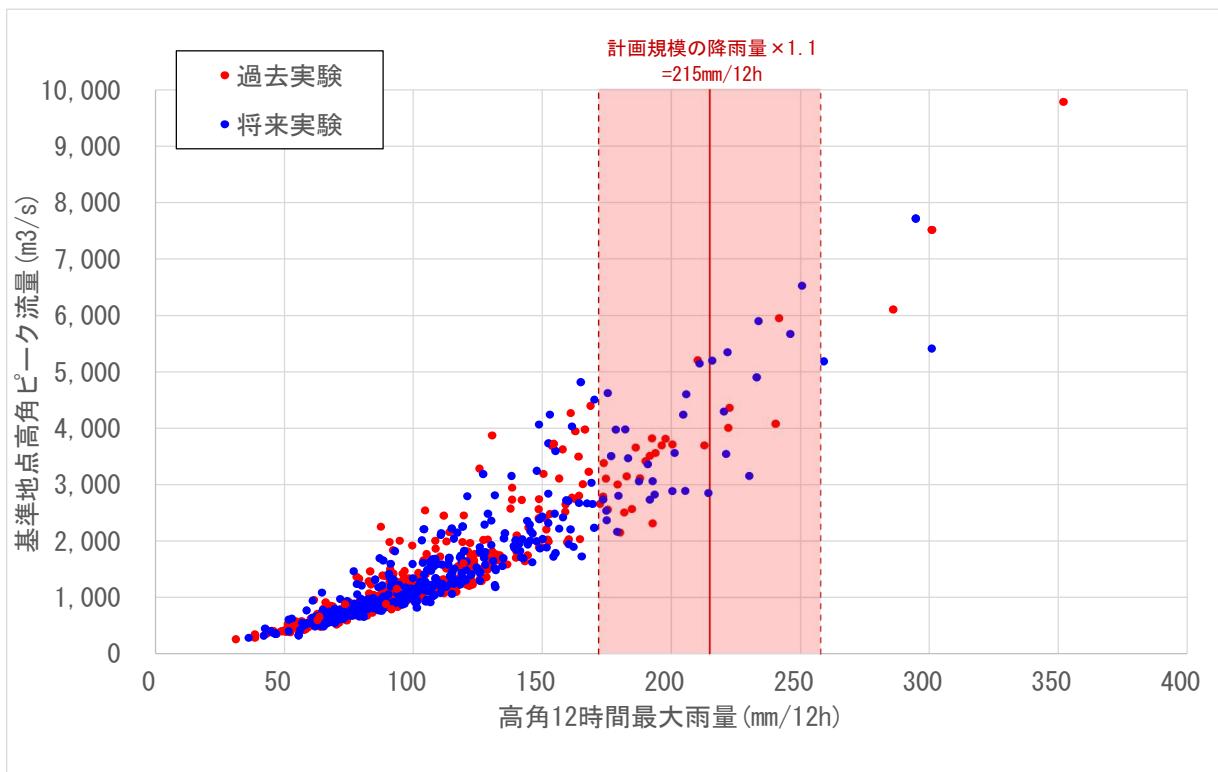


図 1-16 アンサンブル予測降雨波形からの抽出（高角地点）

- d2PDF（将来360年、現在360年）の年最大流域平均雨量標本（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を抽出

表 1-17 アンサンブル予測降雨波形のピーク流量一覧（高角地点）

	洪水名	基準地点高角 実績雨量 (mm/12h)	基準地点高角 ピーク流量 引縮・引伸なし (m <sup>3</sup> /s)	気候変動後 1/100雨量 (mm/12h)	拡大率	基準地点高角 ピーク流量 引縮・引伸あり (m <sup>3</sup> /s)
将来実験	HFB_2K_MR_m105-20860905	173.7	2,740	215	1.237	4,118
	HFB_2K_GF_m101-20820722	175.5	4,624	215	1.225	6,123
	HFB_2K_HA_m101-20610722	214.3	2,851	215	1.003	2,865
	HFB_2K_MP_m105-20750924	230.1	3,154	215	0.934	2,820
	HFB_2K_MR_m101-20760720	233.7	5,899	215	0.920	5,336
過去実験	HPB_m010-19900918	180.2	2,153	215	1.193	2,914
	HPB_m008-19910825	190.1	3,417	215	1.130	4,068
	HPB_m021-20110702	192.8	2,314	215	1.115	2,775
	HPB_m003-19910807	210.2	5,207	215	1.022	5,363
	HPB_m005-20100725	241.6	5,951	215	0.889	5,161

 : 基準地点高角ピーク流量の最大値  
 : 基準地点高角ピーク流量の最小値

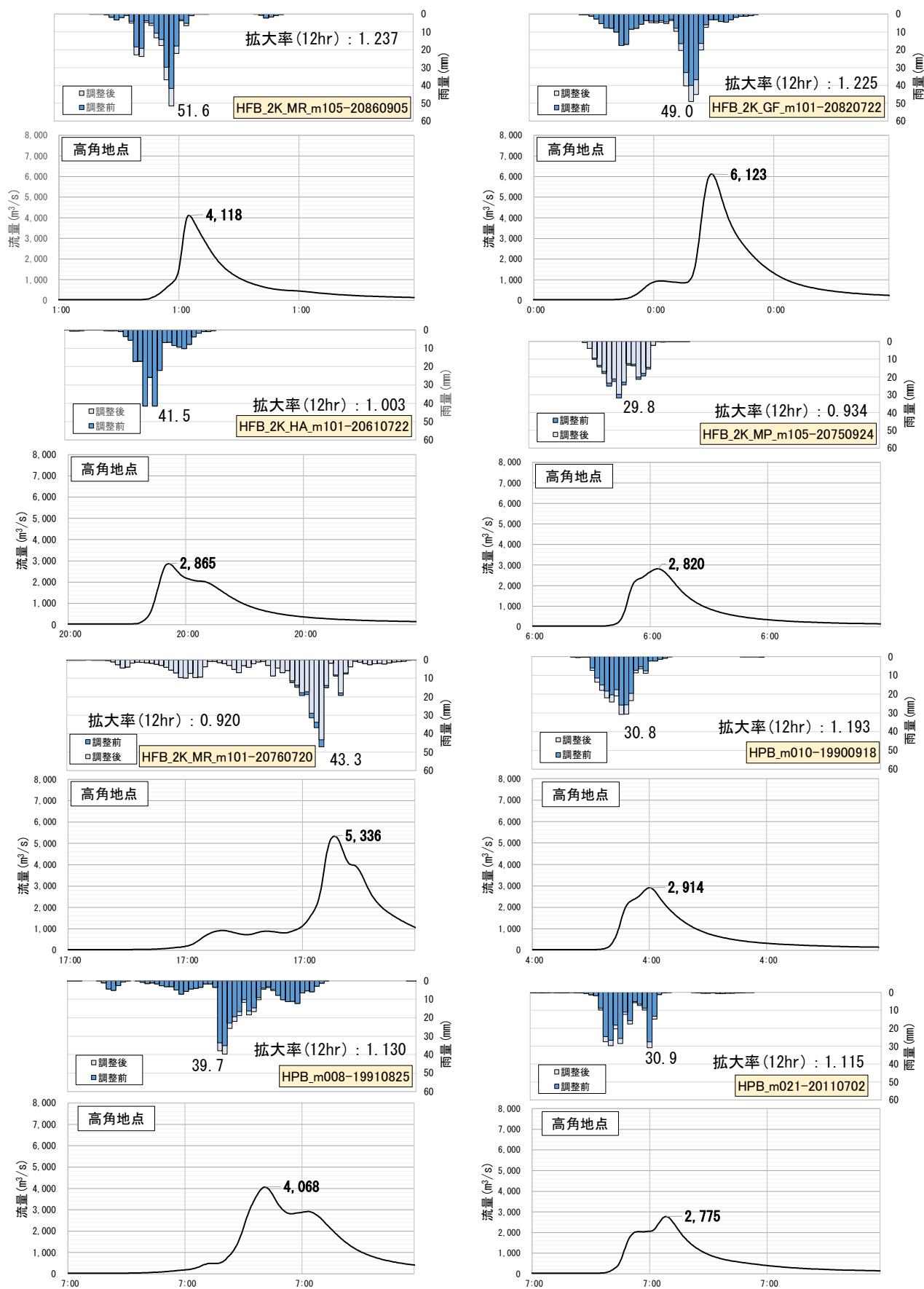
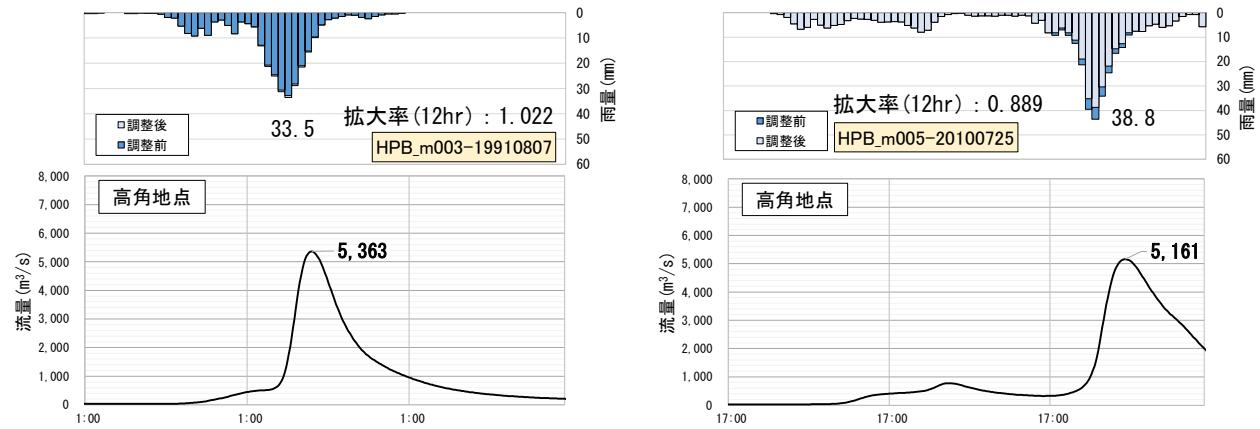


図 1-17 (1) 抽出したアンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ（基準地点 高角）



## 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将来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、高角地点で棄却した3洪水のうち、アンサンブル将来予測降雨波形から推定される時間分布、地域分布の雨量比（基準地点上流域と小流域の雨量の比率）以下に収まる1洪水（平成5年（1993年）7月洪水）を棄却せず、参考波形として活用する。

### （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（12時間雨量が対象降雨の降雨量の近傍31降雨）のアンサンブル将来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）を求めた（表 1-18参照）。

棄却した引き伸ばし降雨波形も同様に比率を求め（表 1-19参照）、実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル将来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、高角地点で棄却した3洪水のすべての洪水において、実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル将来予測降雨波形による比率を下回っており、アンサンブル将来予測降雨波形と比較すると生起する可能性があることを確認した。

表 1-18 雨量の比率（アンサンブル将来予測降雨波形）

洪水				高角上流域 (1,079.8km <sup>2</sup> )	日原大橋上流域 (398.1km <sup>2</sup> )		隅村上流域 (354.1km <sup>2</sup> )		本川下流域 (327.6km <sup>2</sup> )	
d2PDF アンサンブル	年	月	日	予測雨量① (mm/12h)	予測雨量② (mm/12h)	②/①	予測雨量③ (mm/12h)	③/①	予測雨量④ (mm/12h)	④/①
MR_m105	2086	09	05	173.7	208.3	1.20	150.3	0.87	155.9	0.90
MR_m105	2087	07	09	174.9	217.8	1.25	172.4	0.99	125.4	0.72
CC_m101	2073	07	28	175.1	200.2	1.14	175.0	1.00	144.1	0.82
GF_m101	2082	07	22	175.5	162.7	0.93	165.5	0.94	202.4	1.15
MR_m105	2085	08	31	176.8	167.6	0.95	214.2	1.21	146.2	0.83
MI_m101	2066	07	01	178.6	184.1	1.03	166.4	0.93	184.3	1.03
MP_m101	2087	07	15	179.1	176.3	0.98	192.2	1.07	167.7	0.94
MP_m101	2082	09	05	179.6	194.7	1.08	202.5	1.13	136.9	0.76
MP_m101	2080	08	27	182.2	250.7	1.38	158.7	0.87	124.3	0.68
CC_m105	2073	07	11	183.3	176.1	0.96	207.9	1.13	163.1	0.89
CC_m101	2091	07	04	187.5	276.5	1.47	103.0	0.55	169.2	0.90
MP_m105	2061	07	16	190.9	167.7	0.88	187.6	0.98	221.2	1.16
HA_m101	2085	09	17	191.7	172.6	0.90	205.0	1.07	199.7	1.04
GF_m101	2088	07	20	192.8	275.6	1.43	186.7	0.97	99.0	0.51
HA_m101	2073	07	17	193.6	189.8	0.98	172.7	0.89	221.5	1.14
MP_m101	2078	08	21	200.4	197.3	0.98	185.2	0.92	220.2	1.10
HA_m105	2079	07	30	201.3	225.6	1.12	203.3	1.01	170.1	0.85
HA_m105	2086	09	20	204.6	173.7	0.85	226.9	1.11	217.5	1.06
MI_m105	2062	09	04	205.4	212.1	1.03	290.7	1.42	105.2	0.51
MR_m101	2084	09	29	205.8	241.6	1.17	243.5	1.18	121.6	0.59
MP_m105	2073	07	15	210.9	112.2	0.53	219.7	1.04	321.4	1.52
HA_m101	2061	07	22	214.3	200.2	0.93	213.3	1.00	230.3	1.07
MI_m101	2086	07	03	215.8	220.0	1.02	212.6	0.99	212.2	0.98
HA_m101	2066	08	30	220.3	215.3	0.98	225.0	1.02	221.4	1.01
CC_m105	2090	06	28	221.2	124.1	0.56	300.8	1.36	250.6	1.13
MR_m101	2064	08	01	221.7	198.4	0.89	261.4	1.18	205.0	0.92
MP_m105	2075	09	24	230.1	211.3	0.92	242.6	1.05	237.4	1.03
MR_m105	2081	08	26	233.0	267.6	1.15	213.4	0.92	212.4	0.91
MR_m101	2076	07	20	233.7	309.7	1.33	262.6	1.12	109.9	0.47
HA_m105	2064	09	17	246.0	252.3	1.03	210.3	0.85	276.2	1.12
GF_m101	2074	09	06	250.5	330.3	1.32	337.6	1.35	60.3	0.24

■ : 比率の最大値

表 1-19 雨量の比率（棄却した引き伸ばし降雨波形）

棄却した洪水				高角上流域 (1,079.8km <sup>2</sup> )		日原大橋上流域 (398.1km <sup>2</sup> )		隅村上流域 (354.1km <sup>2</sup> )		本川下流域 (327.6km <sup>2</sup> )		
日付	年	月	日	実績雨量 (mm/12h)	計画雨量① (mm/12h)	拡大率	拡大後雨量② (mm/12h)	②/①	拡大後雨量③ (mm/12h)	③/①	拡大後雨量④ (mm/12h)	④/①
S56.06.27	1981	6	27	111.1	215	1.93	108.0	0.50	102.3	0.48	122.8	0.57
H05.07.27	1993	7	27	105.1	215	2.05	113.9	0.53	96.7	0.45	107.5	0.50
H11.09.24	1999	9	24	124.2	215	1.73	147.0	0.68	97.7	0.45	123.6	0.58

■ : 生起し難いと判断される洪水

## (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（12時間雨量が対象降雨の降雨量の近傍31降雨）のアンサンブル将来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」を求めた（表 1-20参照）。

棄却した引き伸ばし降雨波形も同様に比率を求め（表 1-21参照）、実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル将来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。ここでは短時間雨量の継続時間として、時間分布の評価で用いた6時間、9時間を対象とした。

その結果、高角地点で棄却した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将来予測降雨波形による比率を上回り、アンサンブル将来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 1-20 雨量の比率（アンサンブル将来予測降雨波形）

洪水				高角上流域平均				
d2PDF アンサンブル	年	月	日	予測雨量① (mm/12h)	予測雨量② (mm/6h)	比率 ②/①	予測雨量③ (mm/9h)	比率 ③/①
MR_m105	2086	09	05	173.7	119.7	0.69	161.2	0.93
MR_m105	2087	07	09	174.9	157.2	0.90	172.3	0.99
CC_m101	2073	07	28	175.1	121.3	0.69	151.6	0.87
GF_m101	2082	07	22	175.5	150.5	0.86	163.9	0.93
MR_m105	2085	08	31	176.8	119.0	0.67	151.1	0.85
MI_m101	2066	07	01	178.6	120.1	0.67	156.3	0.88
MP_m101	2087	07	15	179.1	126.7	0.71	154.1	0.86
MP_m101	2082	09	05	179.6	135.8	0.76	166.4	0.93
MP_m101	2080	08	27	182.2	118.5	0.65	154.0	0.85
CC_m105	2073	07	11	183.3	139.1	0.76	174.9	0.95
CC_m101	2091	07	04	187.5	119.4	0.64	151.5	0.81
MP_m105	2061	07	16	190.9	115.0	0.60	151.3	0.79
HA_m101	2085	09	17	191.7	124.4	0.65	166.5	0.87
GF_m101	2088	07	20	192.8	110.9	0.58	156.6	0.81
HA_m101	2073	07	17	193.6	145.6	0.75	175.8	0.91
MP_m101	2078	08	21	200.4	150.2	0.75	181.2	0.90
HA_m105	2079	07	30	201.3	138.1	0.69	175.7	0.87
HA_m105	2086	09	20	204.6	117.3	0.57	170.5	0.83
MI_m105	2062	09	04	205.4	151.9	0.74	184.2	0.90
MR_m101	2084	09	29	205.8	175.3	0.85	199.4	0.97
MP_m105	2073	07	15	210.9	136.2	0.65	192.3	0.91
HA_m101	2061	07	22	214.3	165.0	0.77	187.0	0.87
MI_m101	2086	07	03	215.8	149.6	0.69	189.5	0.88
HA_m101	2066	08	30	220.3	161.2	0.73	194.3	0.88
CC_m105	2090	06	28	221.2	128.5	0.58	168.9	0.76
MR_m101	2064	08	01	221.7	125.0	0.56	173.3	0.78
MP_m105	2075	09	24	230.1	136.6	0.59	190.0	0.83
MR_m105	2081	08	26	233.0	155.5	0.67	203.9	0.88
MR_m101	2076	07	20	233.7	168.5	0.72	201.6	0.86
HA_m105	2064	09	17	246.0	154.0	0.63	213.2	0.87
GF_m101	2074	09	06	250.5	208.3	0.83	231.9	0.93

: 比率の最大値

表 1-21 雨量の比率（棄却した引き伸ばし降雨波形）

棄却した洪水				高角上流域平均						
日付	年	月	日	実績雨量 (mm/12h)	計画雨量① (mm/12h)	拡大率	拡大後雨量② (mm/6h)	比率 ②/①	拡大後雨量③ (mm/9h)	比率 ③/①
S56. 06. 27	1981	6	27	111.1	215	1.93	185.2	0.86	211.9	0.99
H05. 07. 27	1993	7	27	105.1	215	2.05	171.2	0.80	182.9	0.85
H11. 09. 24	1999	9	24	124.2	215	1.73	195.0	0.91	210.7	0.98

: 生起し難いと判断される洪水

### 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ないかを確認するため、アンサンブル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。アンサンブル実験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3つのクラスターに分類した。

高角地点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、高角地点ではクラスター1, 2と評価されたため、対象降雨波形に含まれないクラスター3に該当する降雨波形をアンサンブル将来予測降雨波形より抽出した。

表 1-22 主要洪水のクラスター分析結果

洪水名	基準地点高角上流域		拡大率	基準地点高角 基本高水 ピーク流量 (m <sup>3</sup> /s)	クラスター区分
	実績 12時間 雨量 (mm)	計画雨量 (mm/12h)			
<b>主要洪水群</b>					
S46. 08. 04	124. 6	215	1. 724	4, 028	2
S47. 07. 10	192. 1	215	1. 119	5, 765	2
S55. 08. 31	140. 2	215	1. 533	4, 123	1
S56. 06. 27	111. 1	215	1. 935	6, 879	2
S60. 06. 24	148. 0	215	1. 452	4, 761	2
S60. 06. 28	117. 7	215	1. 826	3, 699	2
H05. 07. 27	105. 1	215	2. 045	5, 966	2
H09. 07. 27	160. 2	215	1. 342	4, 801	1
H11. 09. 24	124. 2	215	1. 730	6, 159	2
H17. 09. 07	184. 3	215	1. 166	4, 179	2
H21. 07. 20	133. 6	215	1. 609	3, 349	1
H22. 07. 11	116. 7	215	1. 841	5, 214	2
R3. 08. 09	183. 7	215	1. 170	3, 178	1
R3. 08. 12	134. 8	215	1. 594	4, 519	1
R4. 09. 18	155. 2	215	1. 385	3, 573	2
<b>降雨寄与率の分析により主要洪水群に不足する降雨波形</b>					
HFB_2K_MR_m105-20870709	174. 9	215	1. 229	3, 684	3
HFB_2K_MP_m101-20800827	182. 2	215	1. 179	4, 831	3
HFB_2K_MI_m105-20620904	205. 4	215	1. 046	3, 122	3
HFB_2K_MR_m101-20840929	205. 8	215	1. 044	4, 628	3
HFB_2K_MR_m101-20760720	233. 7	215	0. 920	5, 336	3
HFB_2K_GF_m101-20740906	250. 5	215	0. 858	5, 088	3

 棄却洪水

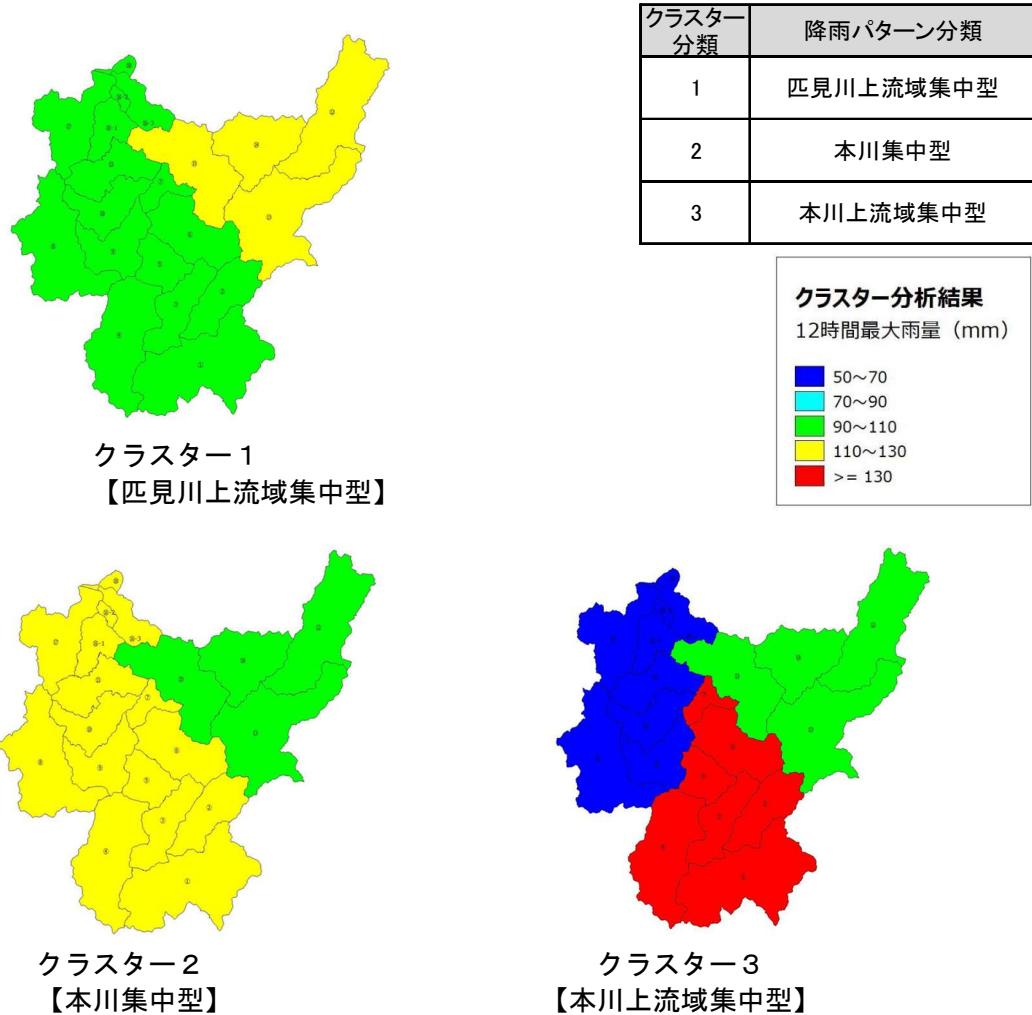


図 1-18 高津川流域におけるアンサンブル予測降雨波形（過去実験・将来予測）の  
クラスター分析結果

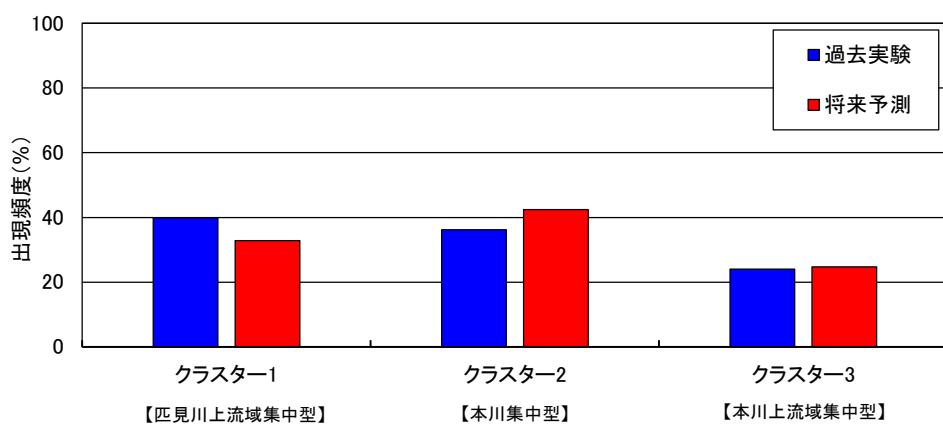


図 1-19 高津川流域におけるアンサンブル予測降雨波形の出現頻度  
(クラスターごと)

## 1-12 既往洪水からの検討

既往最大洪水となる昭和47年（1972年）7月洪水の実績ピーク流量は、基準地点高角で $5,200\text{m}^3/\text{s}$ と推定された。

## 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（ $2^\circ\text{C}$ 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、高津川水系における基本高水のピーク流量は基準地点高角で $5,800\text{m}^3/\text{s}$ となる。

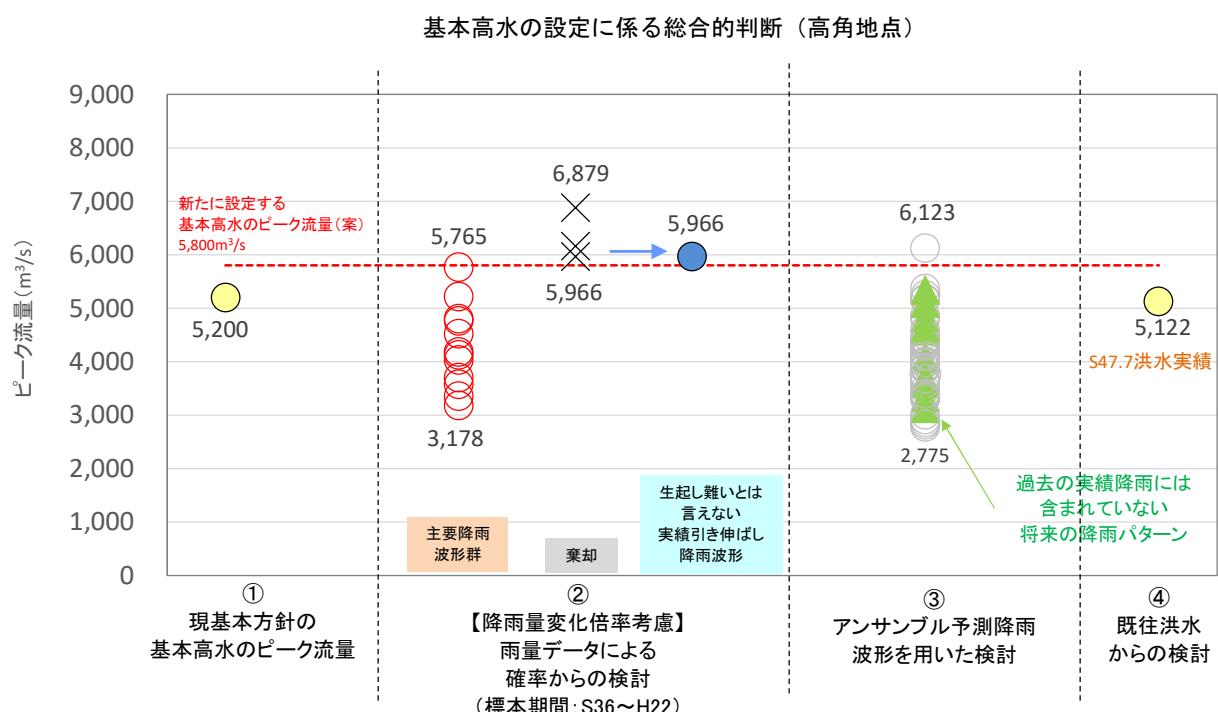


図 1-20 基本高水の設定に係る総合的判断（基準地点高角）

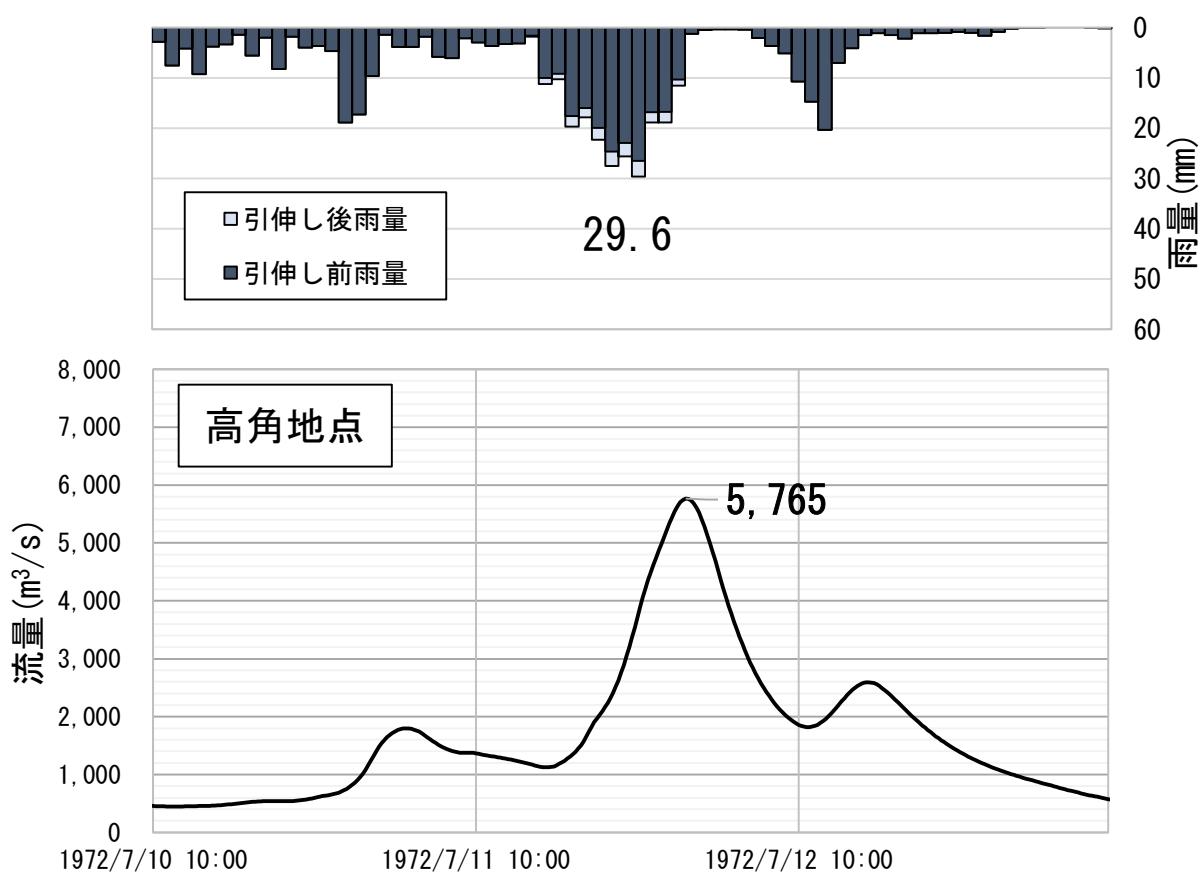


図 1-21 基本高水のピーク流量ハイドログラフ（昭和47年7月洪水：基準地点高角）

## 2 高水処理計画

高津川の既定高水処理計画は、基準地点高角における基本高水のピーク流量 $5,200\text{m}^3/\text{s}$ に対し、洪水処理施設により $300\text{m}^3/\text{s}$ を調節し、 $4,900\text{m}^3/\text{s}$ 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、新たに基準地点高角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 $5,200\text{m}^3/\text{s}$ を $5,800\text{m}^3/\text{s}$ に変更する計画とした。

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。

高津川の河川改修は、既定計画の高角地点 $4,900\text{m}^3/\text{s}$ を目標に実施され、堤防高は概ね確保されているため、河道掘削による河川環境の変化や将来河道の維持、社会的影響を考慮すると、河道で処理可能な流量は、基準地点高角において $5,300\text{m}^3/\text{s}$ である。これを踏まえて高水処理計画は、新たな貯留・遊水機能の確保、河道掘削等により対応することとした。

なお、新たな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、流域の地形や土地利用状況、流域治水の視点等も踏まえ、基準地点のみならず流域全体の治水安全度向上のため、具体的な施設計画等を今後検討していく。

### 3 計画高水流量

高津川の計画高水流量は、基準地点高角において $5,300\text{m}^3/\text{s}$ とし、各主要な地点の計画高水流量は、主要洪水の降雨波形群を用いて得られる通過流量の最大値を示す値から設定した。各地点の計画高水流量は以下のとおりとする。

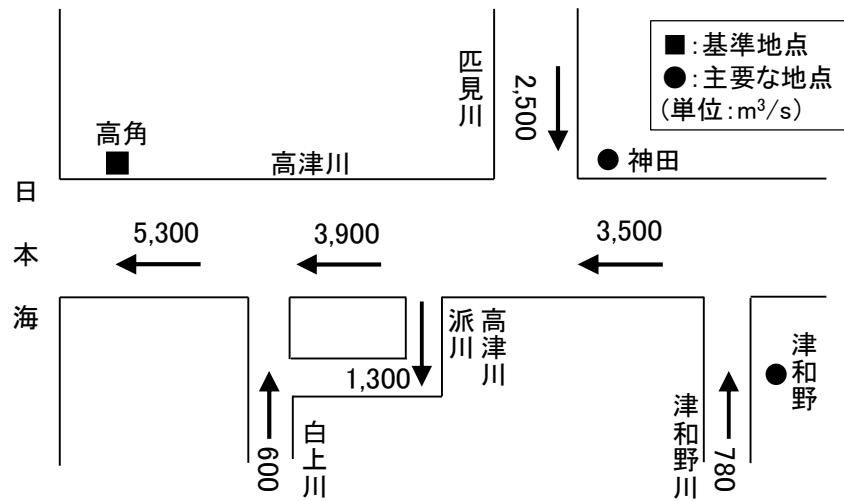


図3-1 高津川計画高水流量配分図

## 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の縦断計画を重視し、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の保全等を考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 既定計画の計画高水位に対し、大臣管理区間の堤防は9割が完成していること。
- ② 堤防防護に必要な高水敷幅を確保する等の必要な対策を行うこと。
- ③ 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、沿川の市街地状況を考慮すると避けるべきであること。
- ④ 既定計画の計画高水位に基づいて、多数の橋梁・樋門等の構造物が完成していることや、計画高水位を上げることによる堤内地での内水被害を助長させることを避けるべきであること。
- ⑤ 河道の安定を考慮した掘削高の設定が重要であること。

計画縦断図を図5-1、図5-2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及び川幅一覧表

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)
高津川	神田	12.9	25.68	160
	高角	2.4	6.80	250
	津和野	高津川合流点から 15.9	106.40	40

注) T.P.: 東京湾中等潮位  
※基点からの距離

## 5 河川管理施設等の整備の現状

### (1) 堤防

堤防整備の現状（令和6年（2024年）3月末現在）は下表のとおりである。

表5-1 大臣管理区間の堤防整備の状況

計画断面堤防	延長 (km)
暫定堤防	28.3 (91%)
無堤防区間	2.4 (8%)
堤防必要区間	0.2 (1%)
堤防必要区間	30.9

(令和6年3月末現在)

### (2) 洪水調節施設

- ・完成施設 : なし
- ・残りの必要容量 : 概ね4,600千m<sup>3</sup>

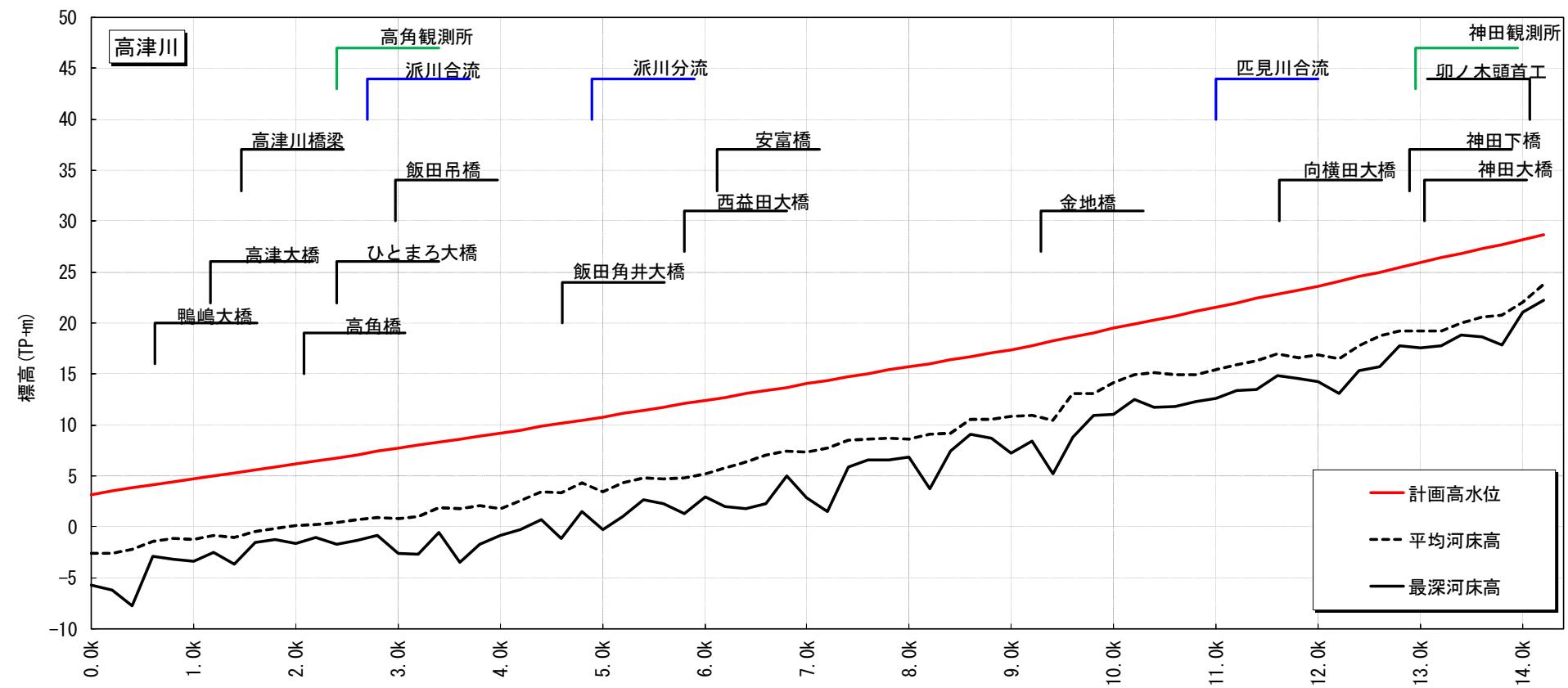
### (3) 排水機場等

排水機場等の河川管理施設の現状（令和6年（2024年）3月末現在）は下表のとおりである。

表5-2 大臣管理区間の河川管理施設の状況

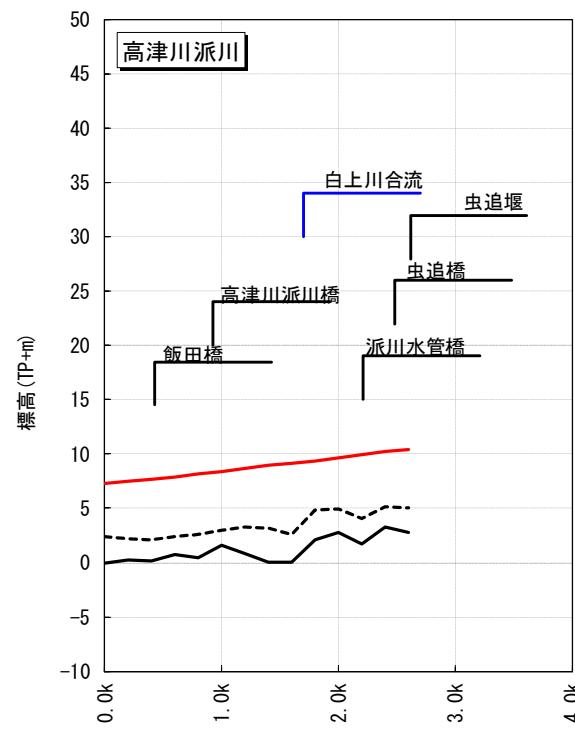
施設名	堰 (分流堰)	樋門樋管	水門	陸閘門	排水機場	計
箇所数	1	48	1	6	2	58

(令和6年3月末現在)

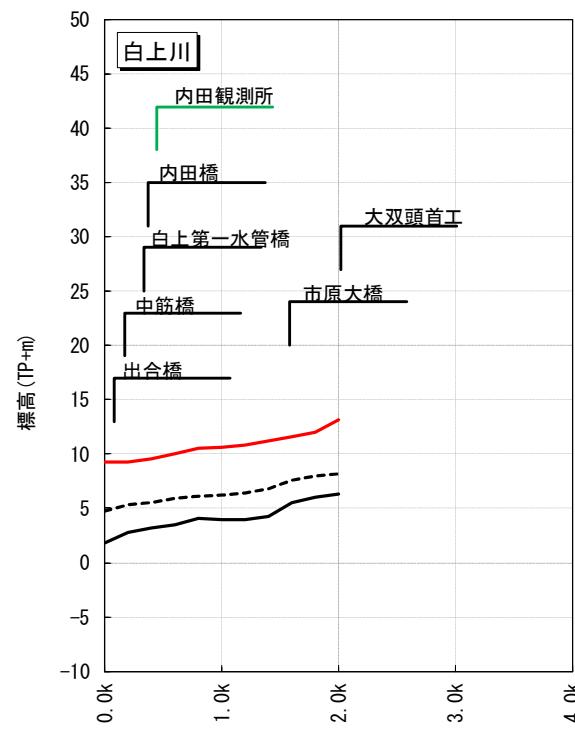


距離標 (km)	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0
計画高水位 (T.P.m)	3.200	4.700	6.200	7.700	9.210	10.800	12.390	14.050	15.720	17.390	19.470	21.550	23.640	25.910	28.180
平均河床高 (T.P.m)	-2.573	-1.256	0.153	0.815	1.759	3.489	5.212	7.325	8.611	10.811	14.134	15.423	16.843	19.240	22.089
最深河床高 (T.P.m)	-5.740	-3.336	-1.603	-2.609	-0.804	-0.286	2.954	2.901	6.830	7.283	11.078	12.631	14.280	17.582	21.121

図5-1 計画縦断図（高津川）

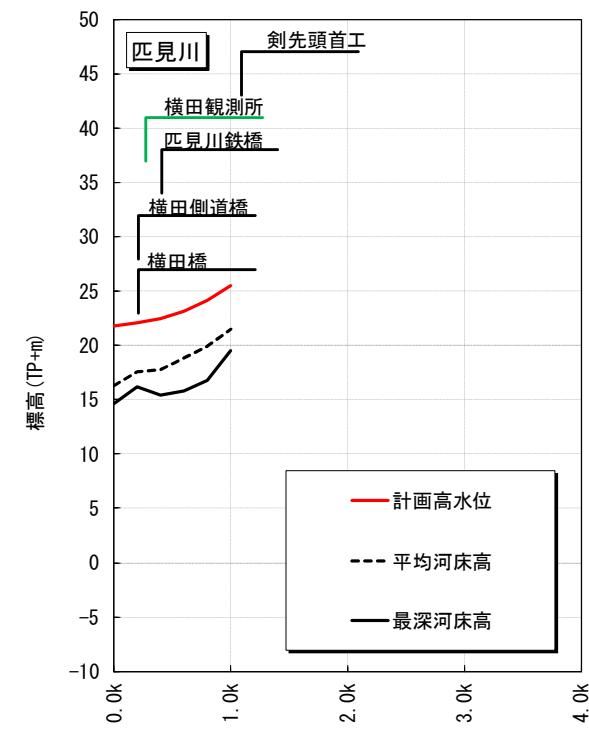


距離標 (km)	0.0	1.0	2.0
計画高水位 (T.P.m)	7.250	8.397	9.663
平均河床高 (T.P.m)	2.780	3.376	4.812
最深河床高 (T.P.m)	2.421	2.967	4.945



距離標 (km)	0.0	1.0	2.0
計画高水位 (T.P.m)	9.250	10.660	13.170
平均河床高 (T.P.m)	4.754	6.327	8.198
最深河床高 (T.P.m)	4.727	6.201	8.202

図5-2 計画縦断図（高津川派川・白上川・匹見川）



距離標 (km)	0.0	1.0
計画高水位 (T.P.m)	21.760	25.500
平均河床高 (T.P.m)	16.921	21.749
最深河床高 (T.P.m)	16.259	21.484