

那賀川水系河川整備基本方針

基本高水等に関する資料

令和6年7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 新たな流出解析モデルの構築.....	4
1.5 基本高水のピーク流量の設定	35
1.6 対象降雨の降雨継続時間の設定	36
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.....	50
1.8 主要降雨波形の設定.....	57
1.9 対象降雨の地域分布及び時間分布の検討.....	60
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.....	73
1.11 アンサンブル予測降雨波形による検討.....	88
1.12 既往洪水からの検討	106
1.13 総合的判断による基本高水のピーク流量の決定.....	107
2. 高水処理計画	110
3. 計画高水流量	111
4. 河道計画	112
5. 河川管理施設等の整備の状況	113

1. 基本高水の検討

1.1 工事实施基本計画

昭和 42 年（1967 年）に那賀川水系が一級水系に指定されたことから、昭和 43 年（1968 年）に那賀川水系工事实施基本計画が策定され、基本高水のピーク流量を基準地点古庄において $9,000\text{m}^3/\text{s}$ とし、河道への配分流量を $8,500\text{m}^3/\text{s}$ と定め、基準地点大原においては基本高水のピーク流量を $700\text{m}^3/\text{s}$ とし、河道への配分流量を $700\text{m}^3/\text{s}$ と定めている。

その後、昭和 49 年（1974 年）に改定された那賀川水系工事实施基本計画における計画規模は、流域内の開発状況等に照らして、那賀川の計画規模は $1/100$ と設定し、基本高水のピーク流量を基準地点古庄において $11,200\text{m}^3/\text{s}$ とし、河道への配分流量を $9,000\text{m}^3/\text{s}$ と定めている。

桑野川においては、計画高水流量についてさらなる調査検討が必要と判断されたため改定が見送られ、昭和 63 年（1988 年）に抜本的な治水計画の見直しを行い、桑野川の計画規模を那賀川と同じ $1/100$ と設定し、基本高水のピーク流量を基準地点大原において $1,300\text{m}^3/\text{s}$ とし、河道への配分流量を $1,300\text{m}^3/\text{s}$ と定めている。

基準地点の基本高水のピーク流量は、計画降雨を対象に、貯留関数法により流出計算を行い、決定されている。

1.2 河川整備基本方針

平成 9 年（1997 年）の河川法改正を受け、下記に示す手法により那賀川水系工事实施基本計画で策定された基本高水のピーク流量を検証した結果、基本方針においても那賀川の基準地点古庄における基本高水のピーク流量を $11,200\text{m}^3/\text{s}$ 、桑野川の基準地点大原における基本高水のピーク流量を $1,300\text{m}^3/\text{s}$ とし、平成 18 年（2006 年）4 月に那賀川水系河川整備基本方針を策定した。

(1) 年最大流量と年最大降雨量の経年変化

那賀川については既定計画を改定した昭和 49 年（1974 年）以降、桑野川については昭和 63 年（1988 年）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。

(2) 流量確率による検証

流量確率の検討の結果、 $1/100$ 確率規模の流量は那賀川の基準地点古庄において $9,800\text{m}^3/\text{s}$ ～ $14,700\text{m}^3/\text{s}$ 、桑野川の基準地点大原において $1,040\text{m}^3/\text{s}$ ～ $1,330\text{m}^3/\text{s}$ と推定された。

(3) 既往洪水からの検証

過去の洪水記録、実績流量・降雨量等の記録及び聞き取り調査より、慶応 2 年（1866 年）8 月「寅の水」が那賀川及び桑野川での既往最大洪水と考えられ、痕跡水位による検証を実施した結果、那賀川の基準地点古庄で想定されるピーク流量は $11,000\text{m}^3/\text{s}$ ～ $12,000\text{m}^3/\text{s}$ 、桑野川の基準地点大原で想定されるピーク流量は $1,400\text{m}^3/\text{s}$ ～ $1,600\text{m}^3/\text{s}$ と推定された。

1.3 河川整備基本方針策定後の状況

平成 18 年（2006 年）4 月に河川整備基本方針（以降、既定計画という）を策定以降、平成 26 年（2014 年）8 月に、基準地点古庄で計画高水流量 9,300m³/s を上回る洪水が発生している。なお、基準地点大原では、既定計画の基本高水のピーク流量（1,300m³/s）を上回る洪水は発生していない。

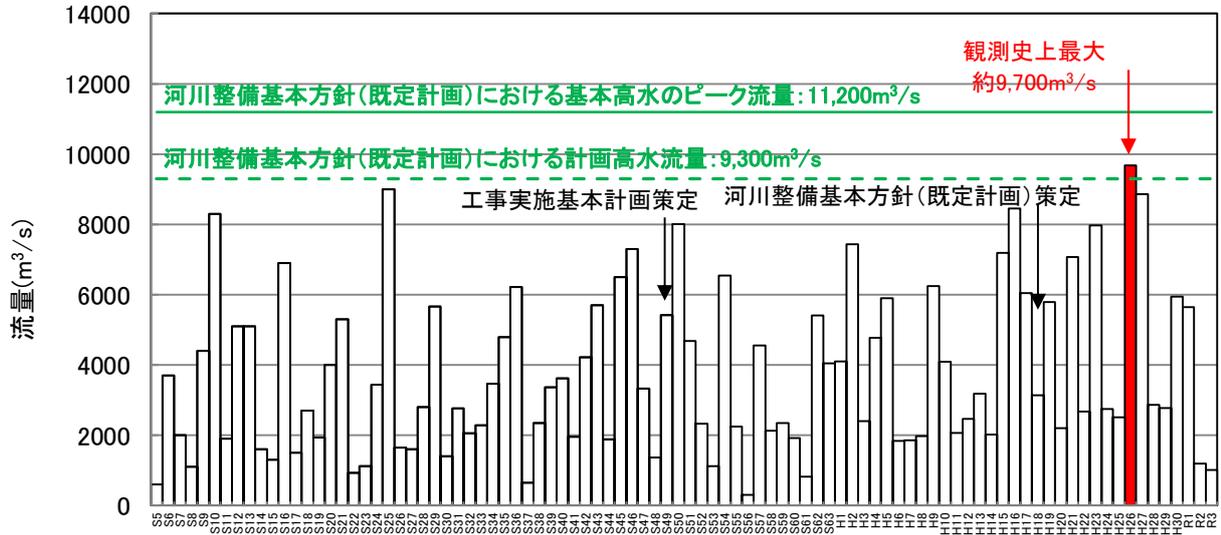


図 1.1 年最大流量（ダム・氾濫戻し流量）（基準地点古庄）

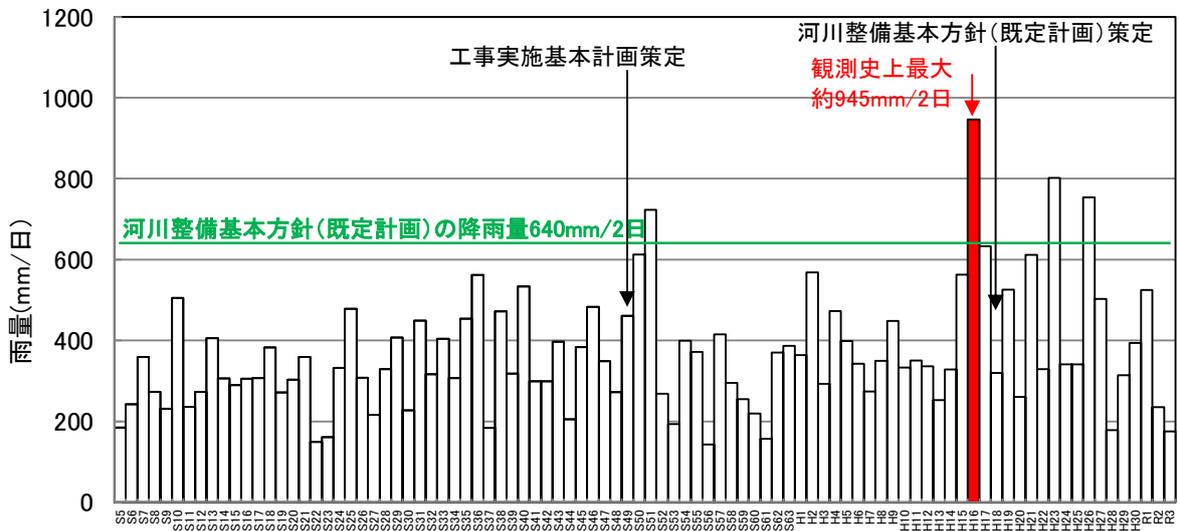


図 1.2 年最大 2 日雨量（基準地点古庄上流域）

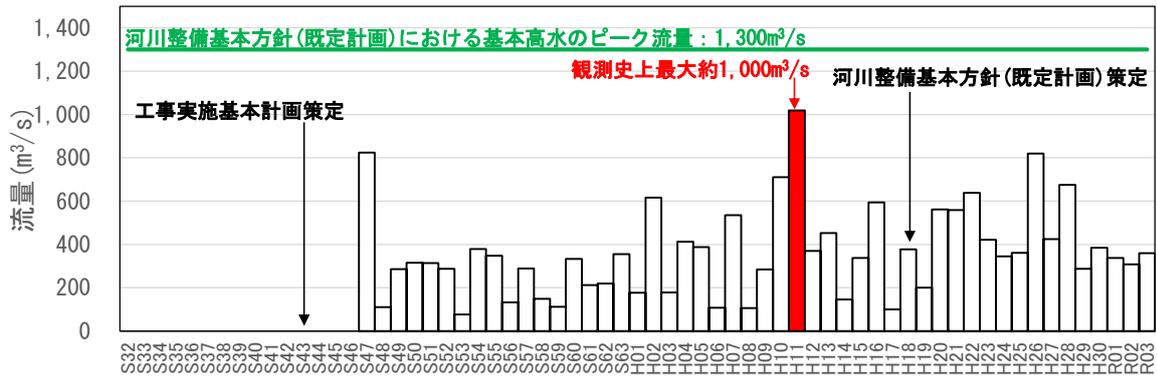


図 1.3 年最大流量（氾濫戻し流量）（基準地点大原）

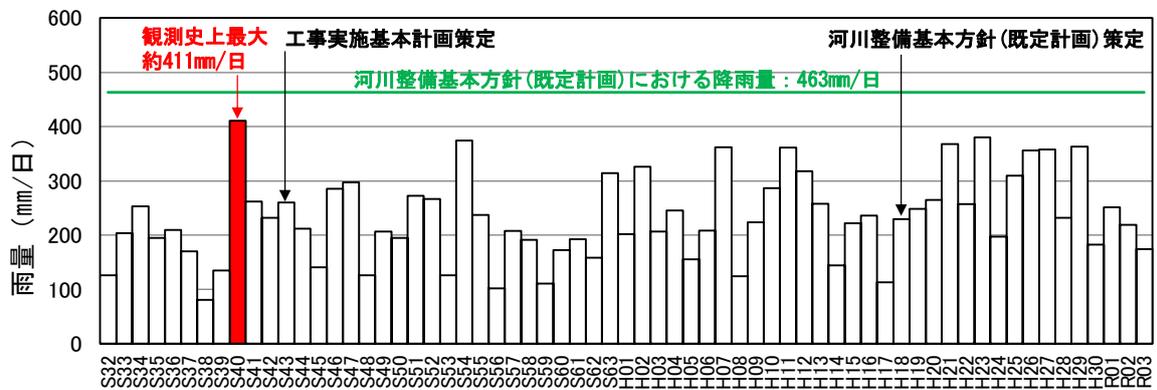


図 1.4 年最大日雨量（基準地点大原上流域）

1.4 新たな流出解析モデルの構築

1.4.1 流出モデルの設定（那賀川）

降雨を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。

貯留関数法の基礎式を次に示す。

流域の貯留関数及び連続方程式は、それぞれ下式で表される。

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

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

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

ただし、

$$\sum r(t) \leq R_0 \quad \text{の場合、} f(t) = 0.0$$

$$R_0 < \sum r(t) < R_0 + R_{sa} \quad \text{の場合、} f(t) = f_1$$

$$\sum r(t) > R_0 + R_{sa} \quad \text{の場合、} f(t) = 1.0$$

$$\text{ここで、} R_{sa} = \frac{(R_{sum} - \frac{Q_{sum}}{1000 \cdot A})}{(1 - f_1)}$$

また、流域からの流出量 $Q_{ca}(t)$ は、基底流量 $Q_b(t)$ 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 (hr)， K ：定数， P ：定数

$Q(t)$ ：直接流出強度 (m³/s)， A ：流域面積 (km²)

$\sum r(t)$ ：降雨の降り始めから該当時刻までの流出平均降雨強度の和 (mm)

R_0 ：初期損失雨量 (mm)， R_{sa} ：飽和雨量(mm)， R_{sum} ：総降雨量 (mm)

Q_{sum} ：総直接流出量 (m³)， f_1 ：一次流出率， $Q_{ca}(t)$ ：流域からの流出量 (m³/s)

$Q_b(t)$ ：基底流量(m³/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。

$$S_1(t) = K \cdot Q_t^p(t) - Tl \cdot Q_t(t)$$

$$\frac{dS_1(t)}{dt} = I(t) - Q_t(t)$$

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

$S_1(t)$ ：みかけの河道貯留量((m³/s)・hr)， Q_t ：遅滞時間 Tl を考慮した流出量(m³/s)

$Q(t)$ ：流出量 (m³/s)， $I(t)$ ：流入量 (m³/s)， Tl ：遅滞時間 (hr)

K 、 P ：河道による定数

(1) モデルの分割

流出モデルの分割は、基準地点や主要地点、主要な支川、既存の洪水調節施設等を踏まえて、流域を 28 分割、河道を 4 分割し、那賀川の降雨特性や流出特性を反映できるモデル分割とした。

なお、那賀川流域の土地利用状況は、既定計画の策定当時と比較して大きな変化は見られないが、利水ダム貯留による流量低減効果を適切に反映するため、利水ダム位置で流域を新たに分割した。

構築した流出モデルの模式図を図 1.6 に示す。

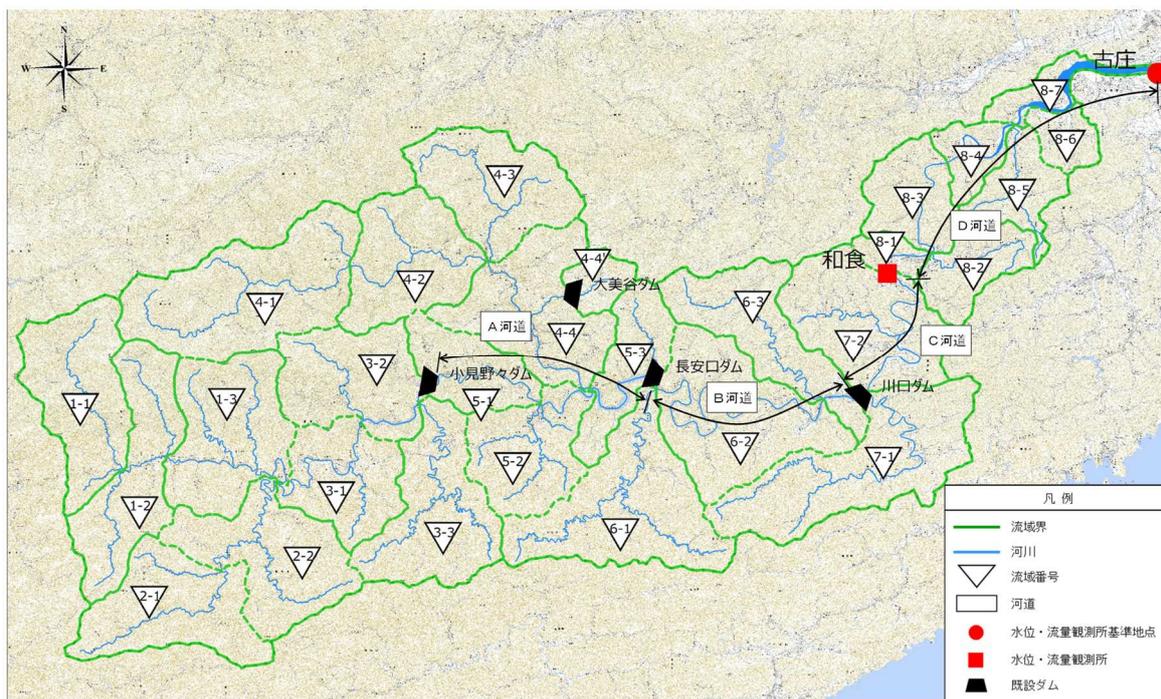


図 1.5 流域分割図

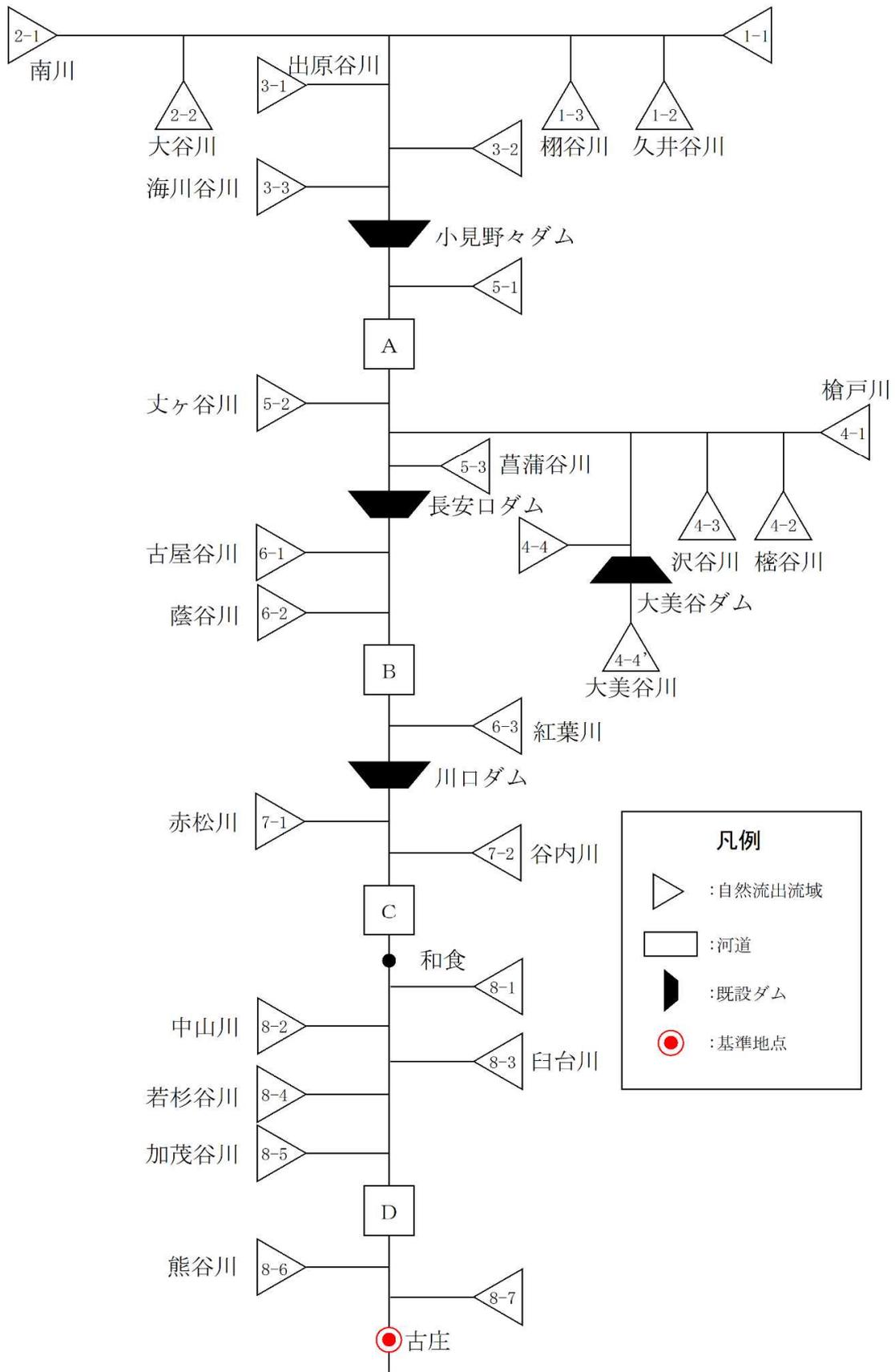


図 1.6 流出計算モデル模式図

表 1.1 流域モデル分割諸元

河川名	流域 No	流域名	流域面積 (km ²)	基準地点・主要地点等	摘要
那賀川	1-1	那賀川	34.82		
	1-2	久井谷川	33.32		
	1-3	棚谷川	36.74		
	2-1	南川	34.25		
	2-2	大谷川	35.98		
	3-1	出原谷川	25.79		
	3-2	東蟬谷	31.30		
	3-3	海川谷川	36.11	小見野々ダム上流域 (No. 1~3) 268.31km ²	
	4-1	槍戸川	51.79		
	4-2	櫛谷川	31.65		
	4-3	沢谷川	32.69		
	4-4'	大美谷川	7.25		
	4-4	坂州木頭川	37.13		
	5-1	白石西谷	18.96		
	5-2	丈ヶ谷川	26.92		
	5-3	菖蒲谷川	19.86	長安口ダム上流域 (No. 1~5) 494.56km ²	
	6-1	古屋谷川	46.67		
	6-2	蔭谷川	43.53		
	6-3	紅葉川	30.44	川口ダム上流域 (No. 1~6) 615.20km ²	
	7-1	赤松川	47.85		
	7-2	谷内川	37.97	和食上流域 (No. 1~7) 701.02km ²	
	8-1	那賀川	5.33		
	8-2	中山川	15.71		
	8-3	臼台川	18.24		
	8-4	若杉谷川	9.35		
	8-5	加茂谷川	15.74		
	8-6	熊谷川	7.91		
	8-7	那賀川	9.08	古庄上流域 (No. 1~8) 782.38km ²	
-		全流域 (河口)	782.38		

表 1.2 河道モデル分割諸元

河道 No.	河川名	河道区間	河道延長 (km)
A	那賀川	小見野々ダム～長安口ダム	8.0
B	那賀川	長安口ダム～川口ダム	14.6
C	那賀川	川口ダム～和食	11.0
D	那賀川	和食～古庄	24.5

(2) 定数の設定

1) 流域定数 (f_i 、 Rsa) の設定

過去からの流量データの蓄積が豊富で、自然流況が可能な小見野々ダム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_i 、 Rsa を設定した。

f_i 、 Rsa 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、古庄地点において時間流量データが存在する昭和35年（1960年）以降の洪水を対象とした。

①基準地点古庄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ヵ年程度において古庄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 1.3 f_i 、 Rsa の検討対象洪水一覧

No	洪水年月日	対象洪水	
		古庄地点における 実績ピーク流量上位10洪水	近年10ヵ年において古庄地点で 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	S45. 8. 21	○	
2	S50. 8. 23	○	
3	H2. 9. 19	○	
4	H15. 8. 9	○	
5	H16. 10. 20	○	
6	H21. 8. 10	○	
7	H23. 7. 19	○	
8	H23. 9. 3	○	
9	H24. 6. 22		○
10	H24. 7. 12		○
11	H25. 10. 25		○
12	H26. 8. 10	○	(○)
13	H27. 7. 17	○	(○)
14	H28. 9. 20		○
15	H29. 8. 7		○
16	H30. 9. 30		○
17	R1. 8. 15		○
18	R2. 10. 23		○
19	R3. 9. 18		○
	-	10	9 (11) 注)

注) () 書きは古庄地点上位10洪水との重複を含む

注) : 近10ヵ年に該当しない

a) 流出成分の分離

流域定数の設定を行う上で、実績流量のヒ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ヒドログラフについて、ヒ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 1.7 に示し、各洪水における成分分離の事例を図 1.9 に示す。

成分分離については、ヒ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。

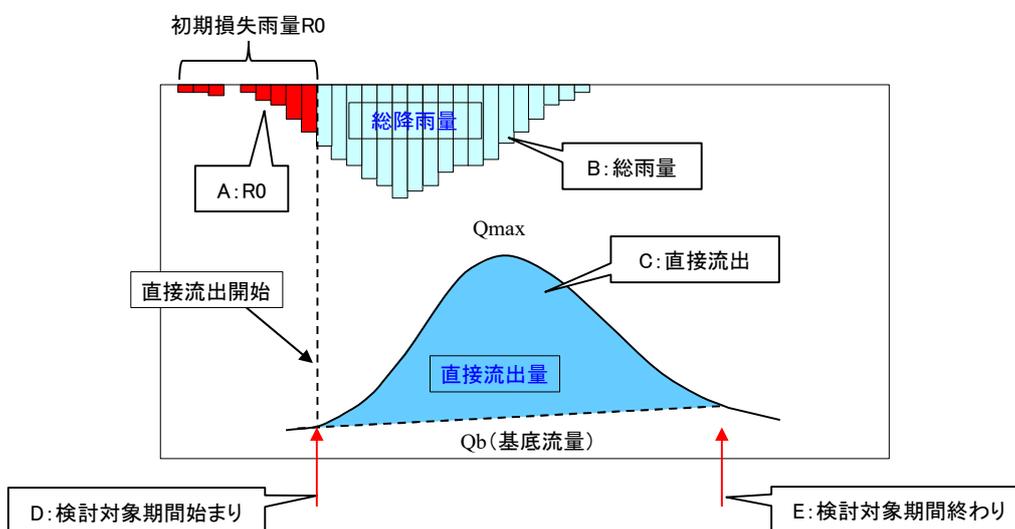


図 1.7 成分分離の概念図

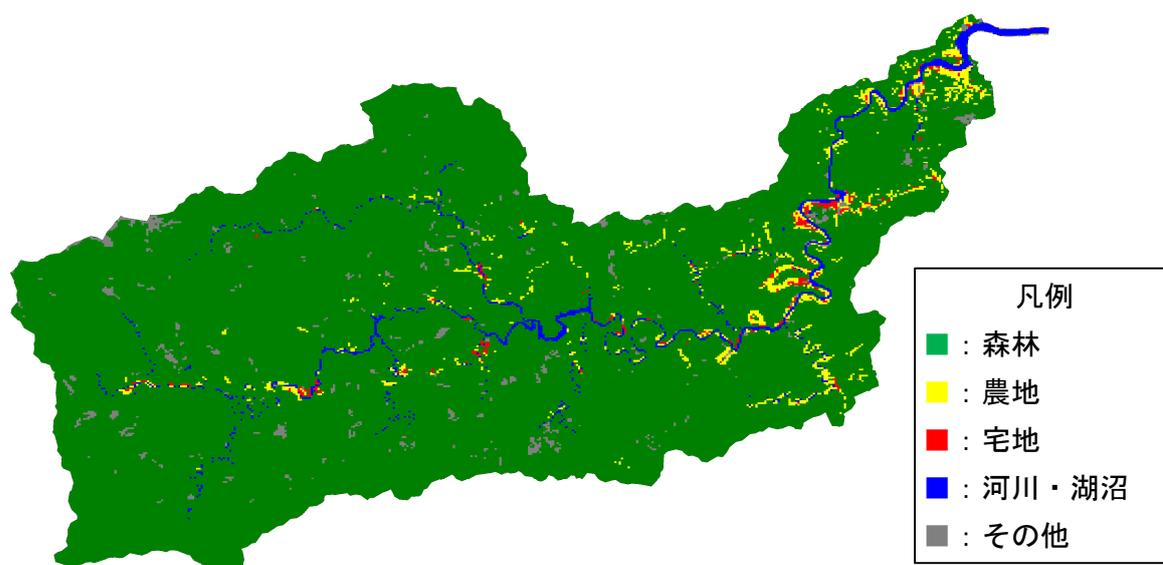


図 1.8 那賀川流域内土地利用分布

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

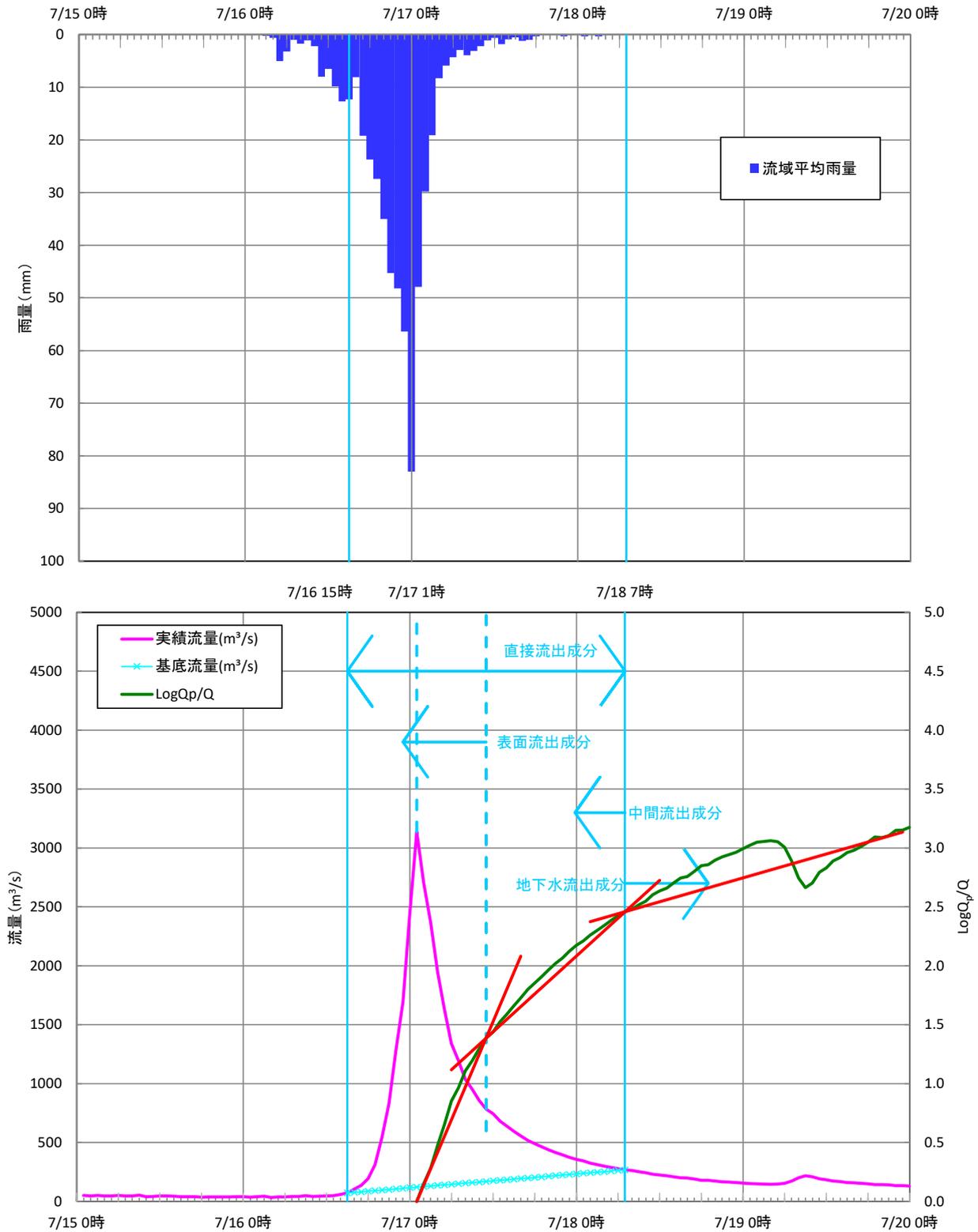


图 1.9 流出成分分離結果例 (H27.7.17 洪水)

b) 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 a) 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 $R(\text{mm})$ と総流出高 $q(\text{mm})$ 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、総雨量と総流出高の差の平均値が $R_{sa} \times (1 - f_1)$ となることを満足するように、 R_{sa} を変化させて平均的な R_{sa} を算出。
- ③ 累加雨量が飽和雨量を上回った後の流出率（飽和流出率）は、1.00 とする。

f_1 、 R_{sa} 検討地点は a) にて設定した小見野々ダム地点とした。

以上の手順で算定した、各解析地点における計画 f_1 及び R_{sa} の設定結果を表 1.4 に示す。この小見野々地点における定数を各小流域に適用した。

表 1.4 解析対象地点における計画 f_1 ・ R_{sa} の設定値

解析対象地点	f_1	$R_{sa}(\text{mm})$	備考
小見野々ダム	0.63	440	各小流域に適用

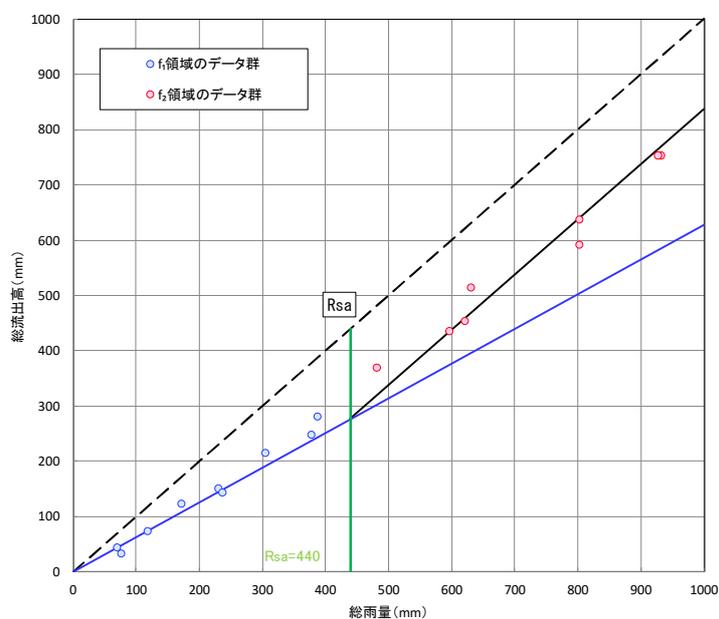


図 1.10 総雨量－総流出高の関係（小見野々ダム）

2) 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。那賀川において自然流況を把握可能な地点は小見野々ダム地点である。そこで、小見野々ダム地点の流量と流域平均雨量を用いて、貯留高一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一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一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。小見野々ダム地点における設定結果を表 1.5 に示す。

設定した小見野々ダム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 値は以下に示す小見野々ダム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 値算定に用いた小見野々ダム地点の値を一様に採用する。
- ③ TI は、小見野々ダム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 1.7 に示す。

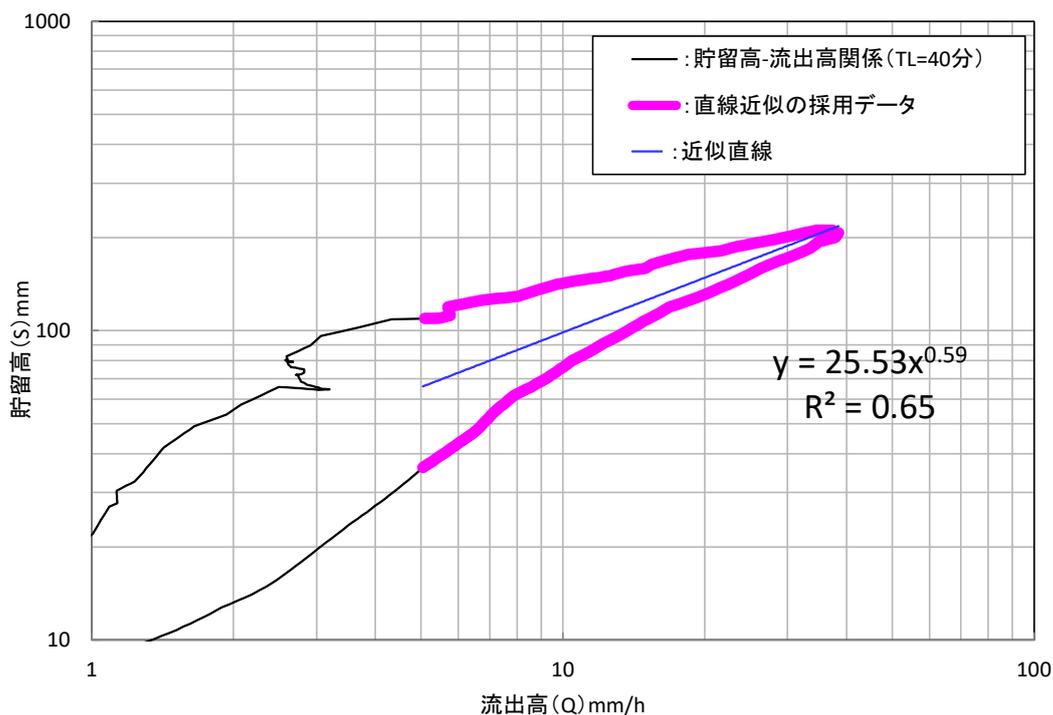


図 1.11 貯留高—流出高関係例（小見野々ダム：H26. 8. 10 洪水）

表 1.5 流域定数の設定結果（K、P、TI）（小見野々ダム）

No	洪水年月日	小見野々ダム 実績流入量		ケース別 対象洪水		流域定数			古庄地点におけ る実績流量規模 順位
		流入量 (m ³ /s)	順位	A	B	K	P	TI (min)	
1	H17. 9. 7	2, 846	3		○	25. 42	0. 59	110	第5位
2	H21. 8. 10	2, 803	4		○	25. 99	0. 50	90	第4位
3	H23. 9. 3	2, 557	5		○	26. 30	0. 59	60	第3位
4	H26. 8. 10	3, 102	2	○	○	25. 53	0. 59	40	第1位
5	H27. 7. 17	3, 140	1		○	16. 49	0. 65	60	第2位
ケースA	ピーク流量最大洪水における流域定数					25. 53	0. 59	40	
ケースB	対象洪水の流域定数の平均値					23. 95	0. 58	72	
採用値						25. 53	0. 59	40	

各小流域の K、P、TI の設定において、長安口ダム下流域 No.6~8 は実績洪水の再現検証を踏まえ、現行の基本方針モデル分割（大分割流域）の中から、流域定数 K（一次設定値）の値が小さく、かつ流域面積を占める割合の大きい細分割流域を代表流域とし、その代表流域の一次設定値（K、TI）を大分割流域に一樣に適用する定数設定とした。

表 1.6 長安口ダム下流域における流域定数 K、TI の代表流域

流域No		流域名	流域面積 (km ²)	流域定数K		遅れ時間TL(分)		備考
大分割	細分割			一次設定	採用値	一次設定	採用値	
6	6-1	古屋谷川	46.67	25.3	9.6	30	10	
	6-2	蔭谷川	43.53	9.6	9.6	10	10	代表流域
	6-3	紅葉川	30.44	17.9	9.6	20	10	
7	7-1	赤松川	47.85	28.6	14.9	40	10	
	7-2	谷内川	37.97	14.9	14.9	10	10	代表流域
8	8-1	那賀川	5.33	3.5	6.5	0	0	
	8-2	中山川	15.71	17.1	6.5	10	0	
	8-3	臼台川	18.24	6.5	6.5	0	0	代表流域
	8-4	若杉谷川	9.35	7.4	6.5	0	0	
	8-5	加茂谷川	15.74	16.3	6.5	10	0	
	8-6	熊谷川	7.91	9.2	6.5	0	0	
	8-7	那賀川	9.08	3.2	6.5	0	0	

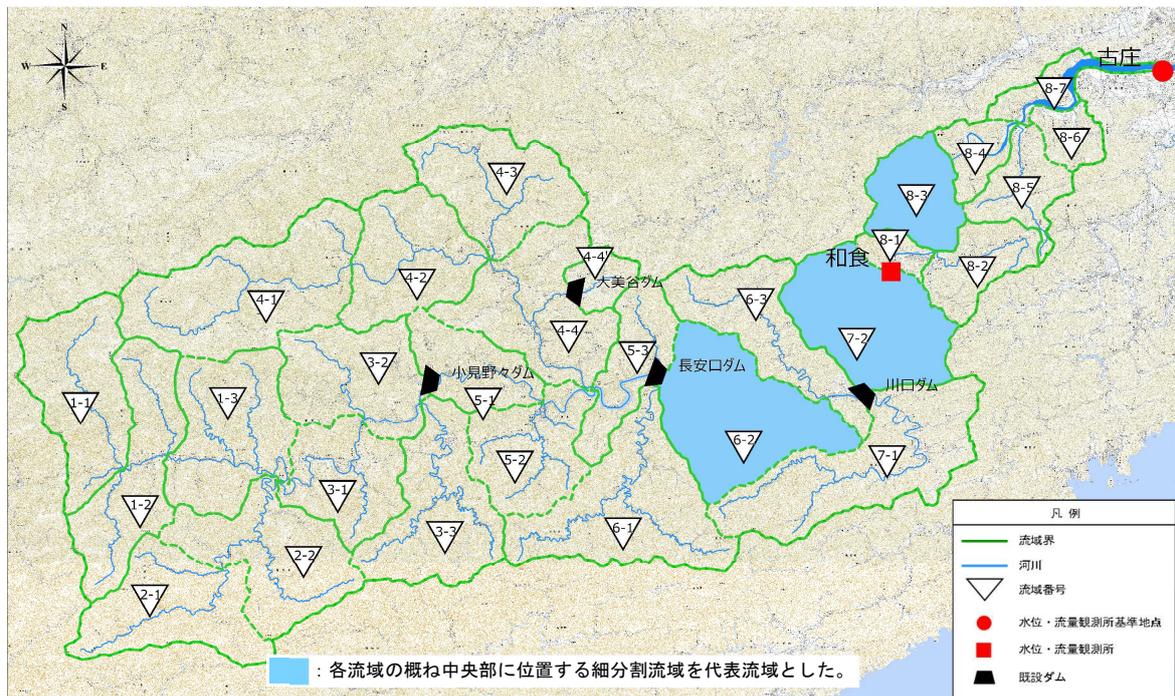


図 1.12 長安口ダム下流域における流域定数 TI の代表流域

表 1.7 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	f2	Rsa (mm)
1-1	那賀川	34.82	13.5	0.59	20	0.63	1.00	440
1-2	久井谷川	33.32	15.1	0.59	20	0.63	1.00	440
1-3	棚谷川	36.74	16.3	0.59	20	0.63	1.00	440
2-1	南川	34.25	13.7	0.59	20	0.63	1.00	440
2-2	大谷川	35.98	19.1	0.59	20	0.63	1.00	440
3-1	出原谷川	25.79	14.3	0.59	10	0.63	1.00	440
3-2	東蟬谷	31.30	8.7	0.59	10	0.63	1.00	440
3-3	海川谷川	36.11	21.6	0.59	30	0.63	1.00	440
4-1	檜戸川	51.79	14.0	0.59	20	0.63	1.00	440
4-2	檜谷川	31.65	11.2	0.59	10	0.63	1.00	440
4-3	沢谷川	32.69	11.0	0.59	20	0.63	1.00	440
4-4'	大美谷川	7.25	16.6	0.59	20	0.63	1.00	440
4-4	坂州木頭川	37.13	16.6	0.59	20	0.63	1.00	440
5-1	白石西谷	18.96	6.3	0.59	10	0.63	1.00	440
5-2	丈ヶ谷川	26.92	14.7	0.59	10	0.63	1.00	440
5-3	菖蒲谷川	19.86	8.6	0.59	10	0.63	1.00	440
6-1	古屋谷川	46.67	9.6	0.59	10	0.63	1.00	440
6-2	蔭谷川	43.53	9.6	0.59	10	0.63	1.00	440
6-3	紅葉川	30.44	9.6	0.59	10	0.63	1.00	440
7-1	赤松川	47.85	14.9	0.59	10	0.63	1.00	440
7-2	谷内川	37.97	14.9	0.59	10	0.63	1.00	440
8-1	那賀川	5.33	6.5	0.59	0	0.63	1.00	440
8-2	中山川	15.71	6.5	0.59	0	0.63	1.00	440
8-3	白台川	18.24	6.5	0.59	0	0.63	1.00	440
8-4	若杉谷川	9.35	6.5	0.59	0	0.63	1.00	440
8-5	加茂谷川	15.74	6.5	0.59	0	0.63	1.00	440
8-6	熊谷川	7.91	6.5	0.59	0	0.63	1.00	440
8-7	那賀川	9.08	6.5	0.59	0	0.63	1.00	440

3) 河道定数の設定

河道定数 K、P は、那賀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 1.8 河道定数の設定結果

河道名	河道延長 (km)	K	P	Tl (min)	備考
A	8.0	3.59	0.733	10	
B	14.6	11.87	0.657	10	
C	11.0	16.74	0.593	10	
D	24.5	42.84	0.596	30	

(3) 流出解析モデルの検証

対象洪水は、現行河川整備基本方針検討の資料整備期間以降（平成 17 年（2005 年）以降）の近年上位 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。

小見野々ダム、長安ロダム、川口ダム、和食、古庄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 1.9 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	H17.9.7	6.29	5,817	5
2	H21.8.10	6.94	7,070	4
3	H23.9.3	7.23	7,677	3
4	H26.8.10	7.99	9,476	1
5	H27.7.17	7.22	8,196	2

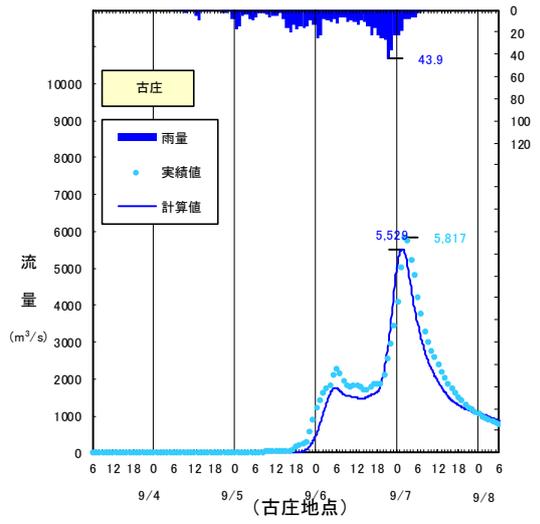
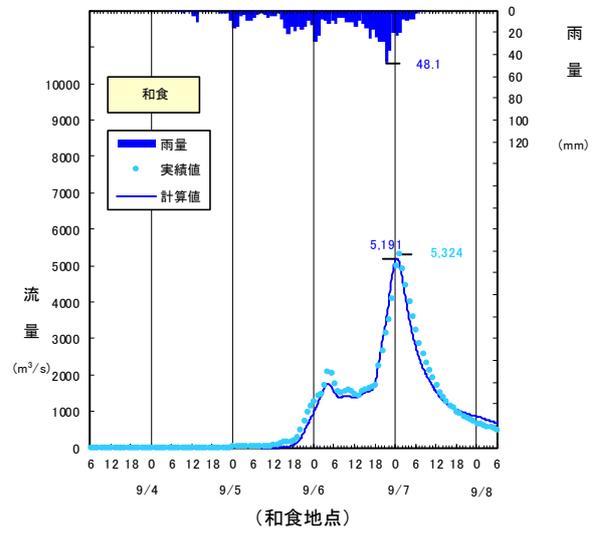
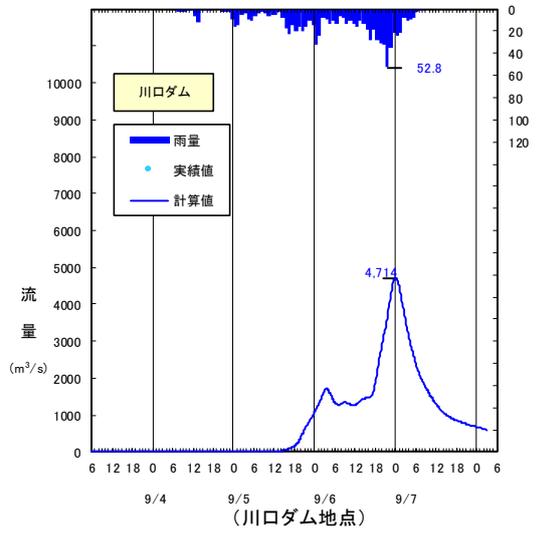
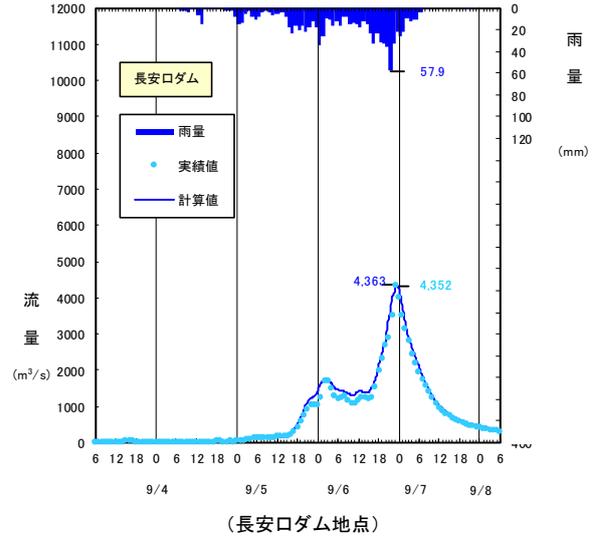
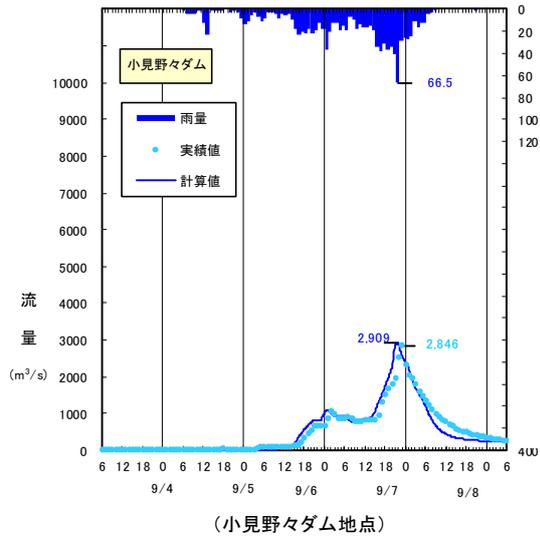
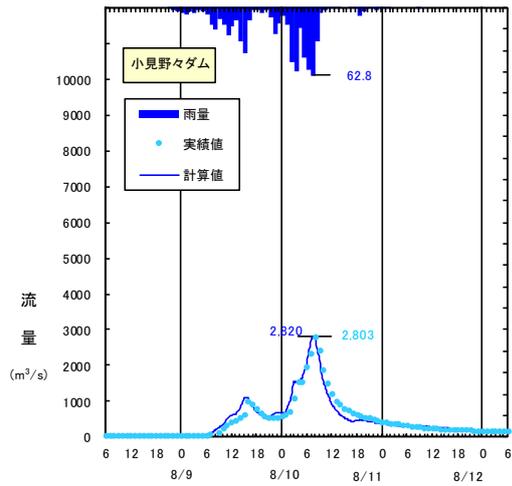
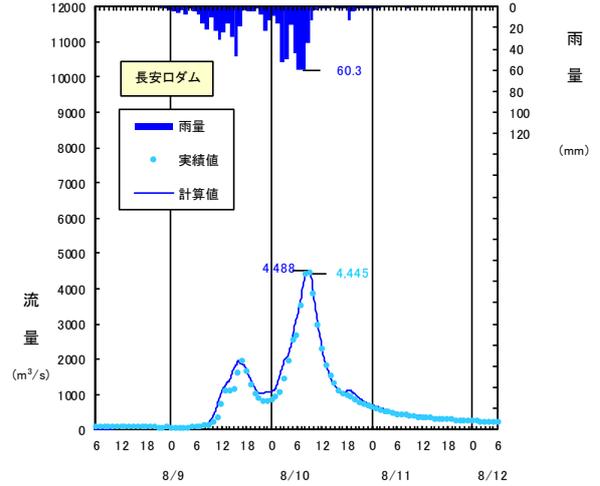


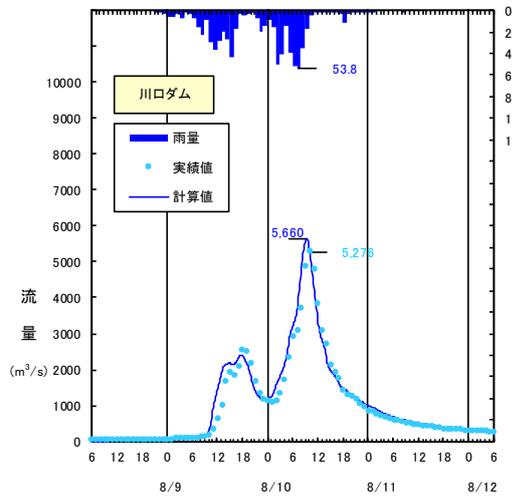
図 1.13(1) 洪水再現計算結果 (H17.9.7洪水)



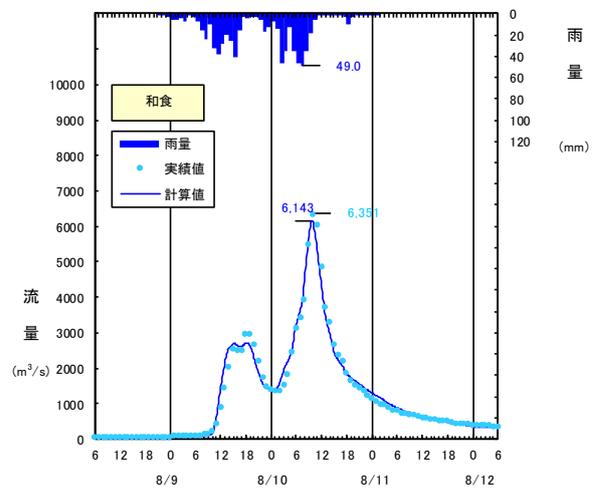
(小見野々ダム地点)



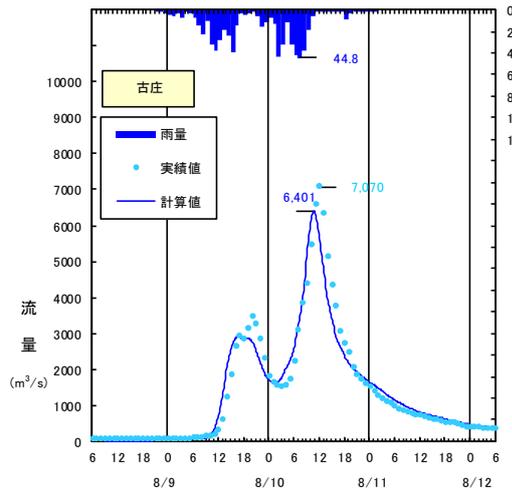
(長安口ダム地点)



(川口ダム地点)

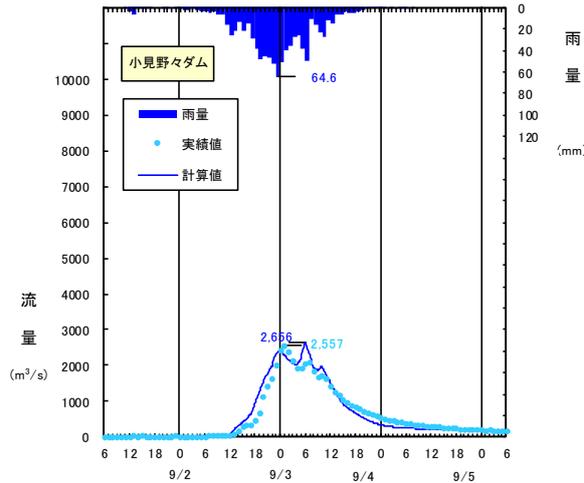


(和食地点)

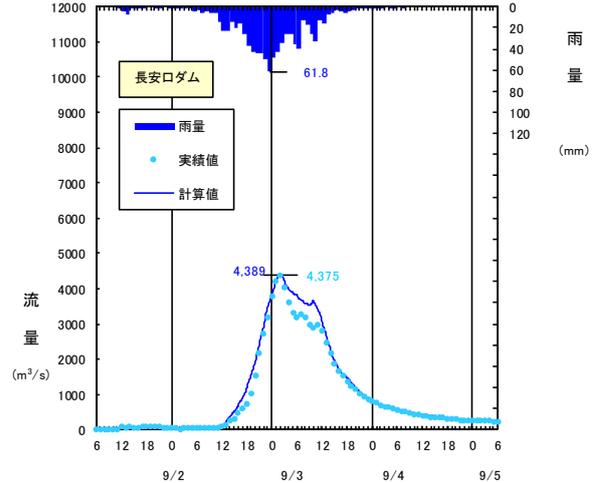


(古庄地点)

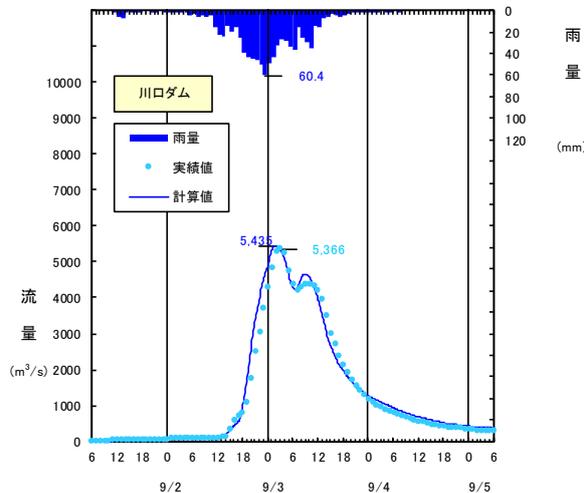
図 1.13(2) 洪水再現計算結果 (H21.8.10洪水)



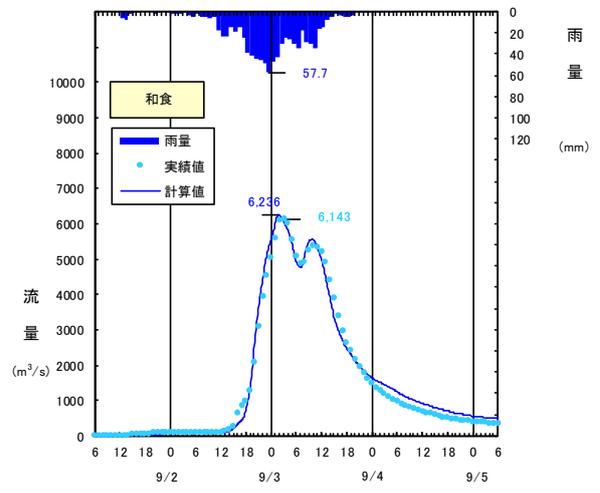
(小見野々ダム地点)



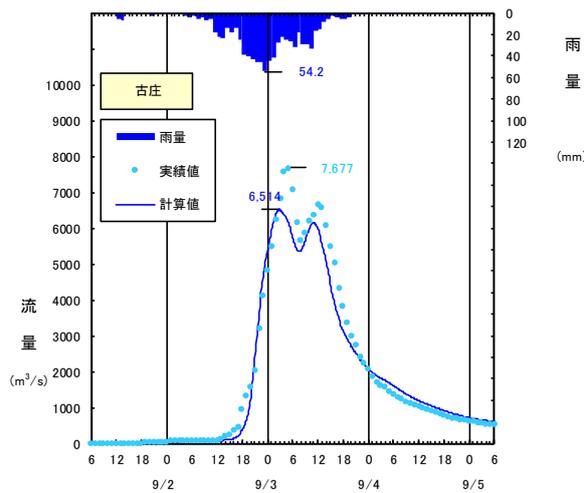
(長安口ダム地点)



(川口ダム地点)

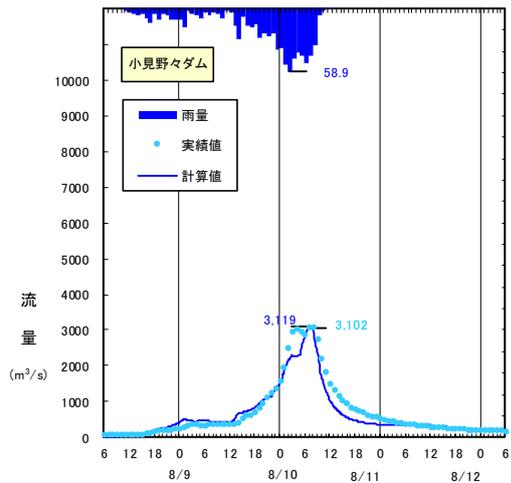


(和食地点)

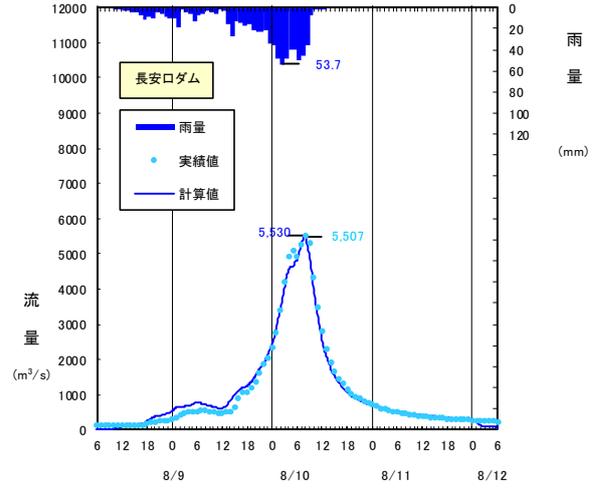


(古庄地点)

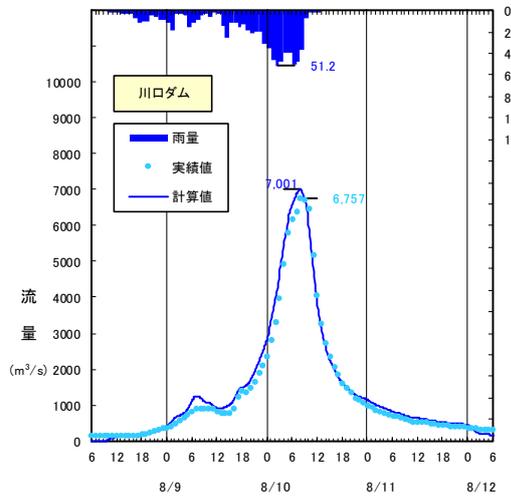
図 1.13(3) 洪水再現計算結果 (H23. 9. 3 洪水)



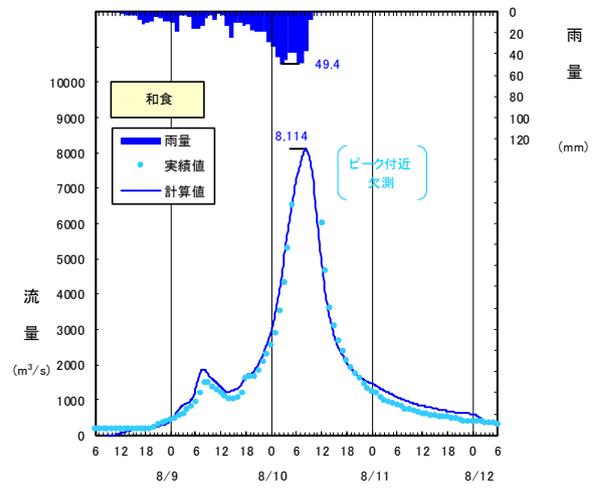
(小見野々ダム地点)



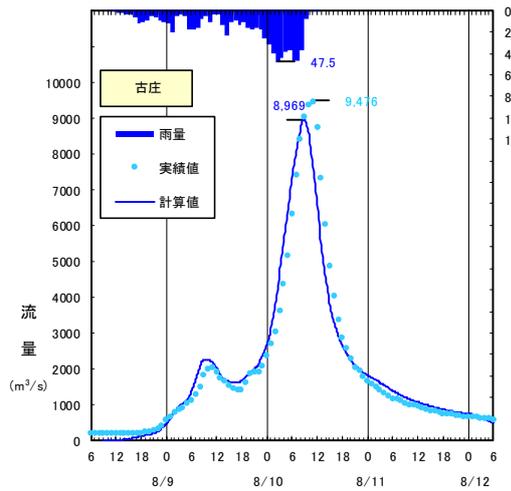
(長安ロダム地点)



(川口ダム地点)

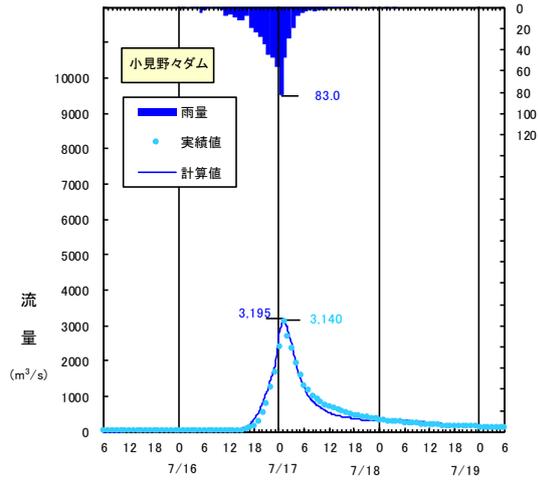


(和食地点)

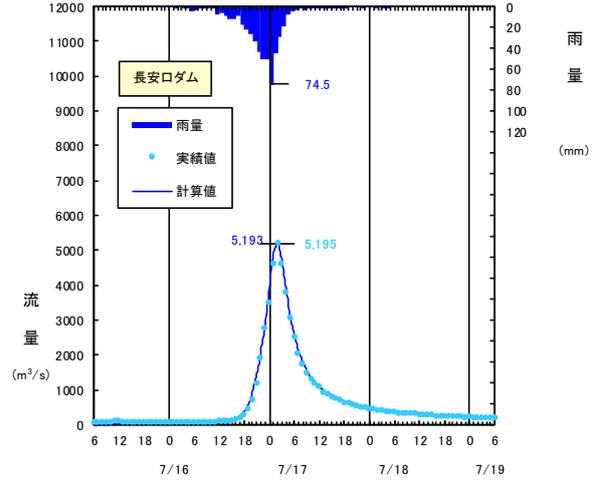


(古庄地点)

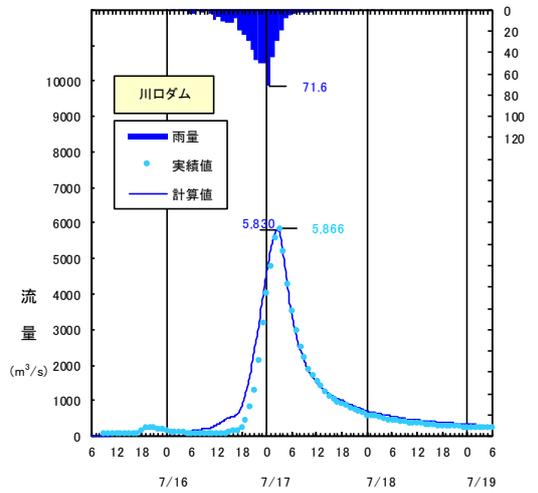
図 1.13(4) 洪水再現計算結果 (H26.8.10洪水)



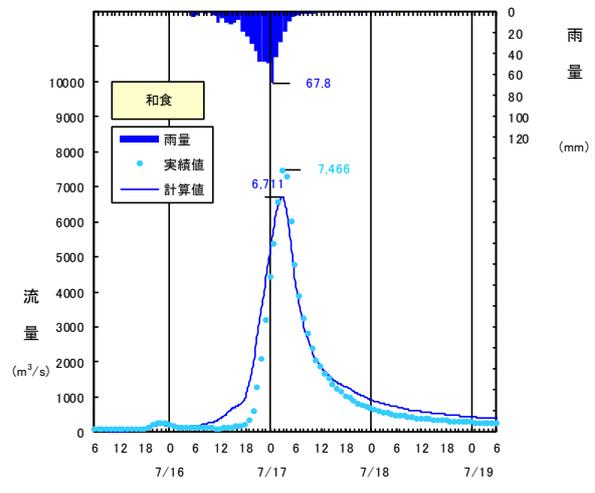
(小見野々ダム地点)



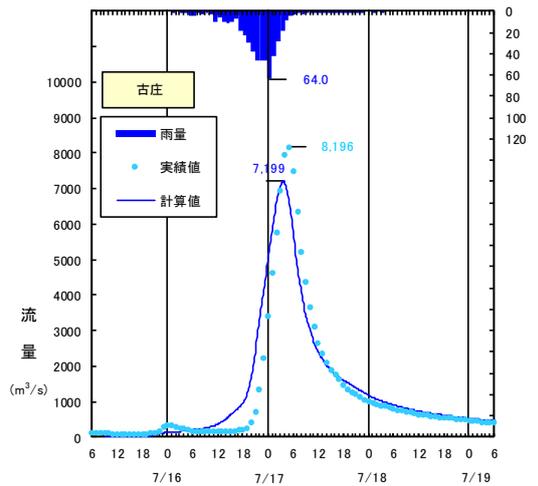
(長安口ダム地点)



(川口ダム地点)



(和食地点)



(古庄地点)

図 1.13(5) 洪水再現計算結果 (H27. 7. 17 洪水)

1.4.2 流出モデルの設定（桑野川）

那賀川流域と同様に、降雨を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、モデルの定数を同定した。

(1) モデルの分割

支川の合流状況、基準地点（水位観測所）、地形状況等を考慮し流域は16分割、河道は5分割とした。流域分割図を図1.14、流出計算モデル模式図を図1.15、流域・河道モデル分割諸元を表1.10、表1.11に示す。

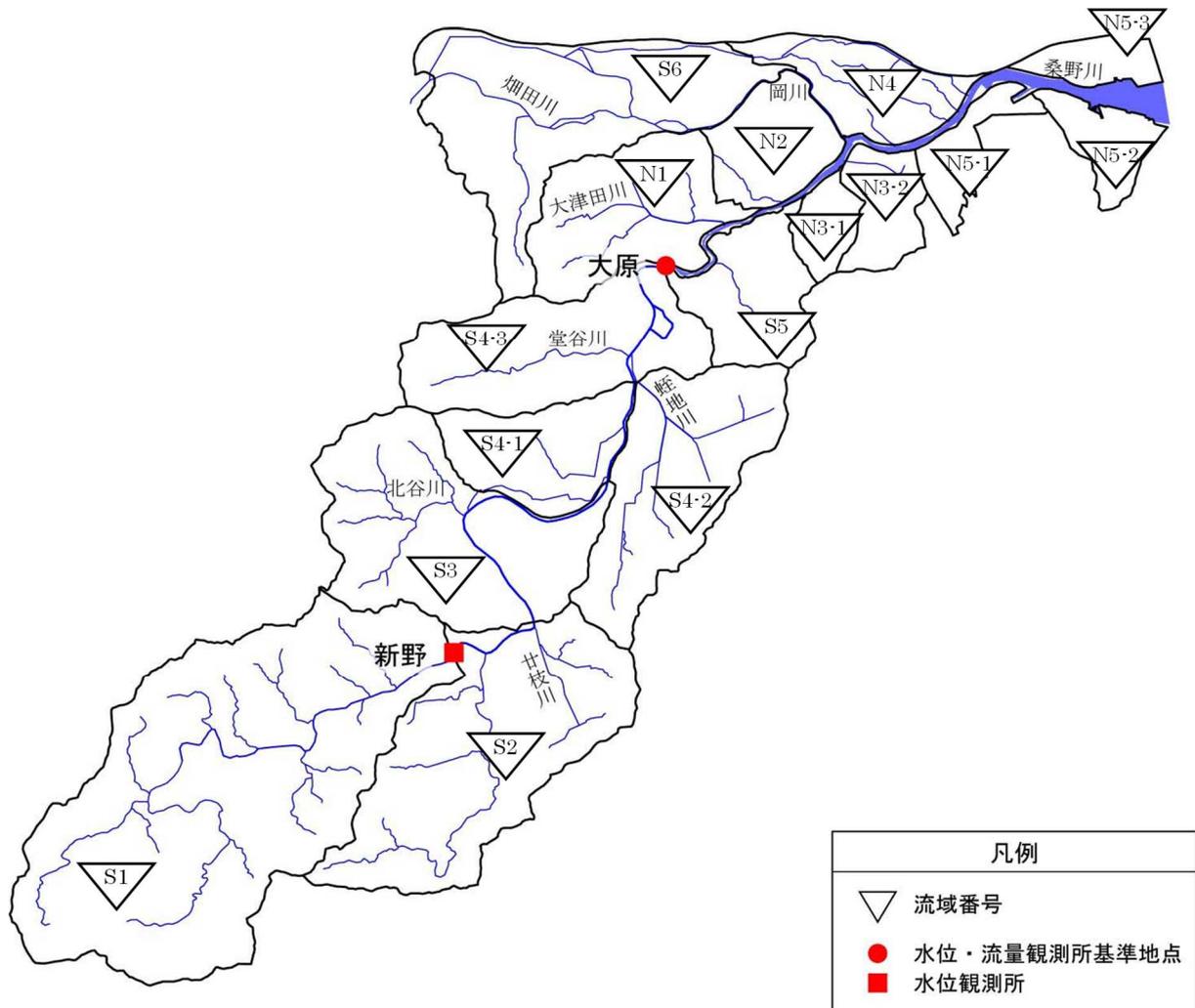


図 1.14 流域分割図

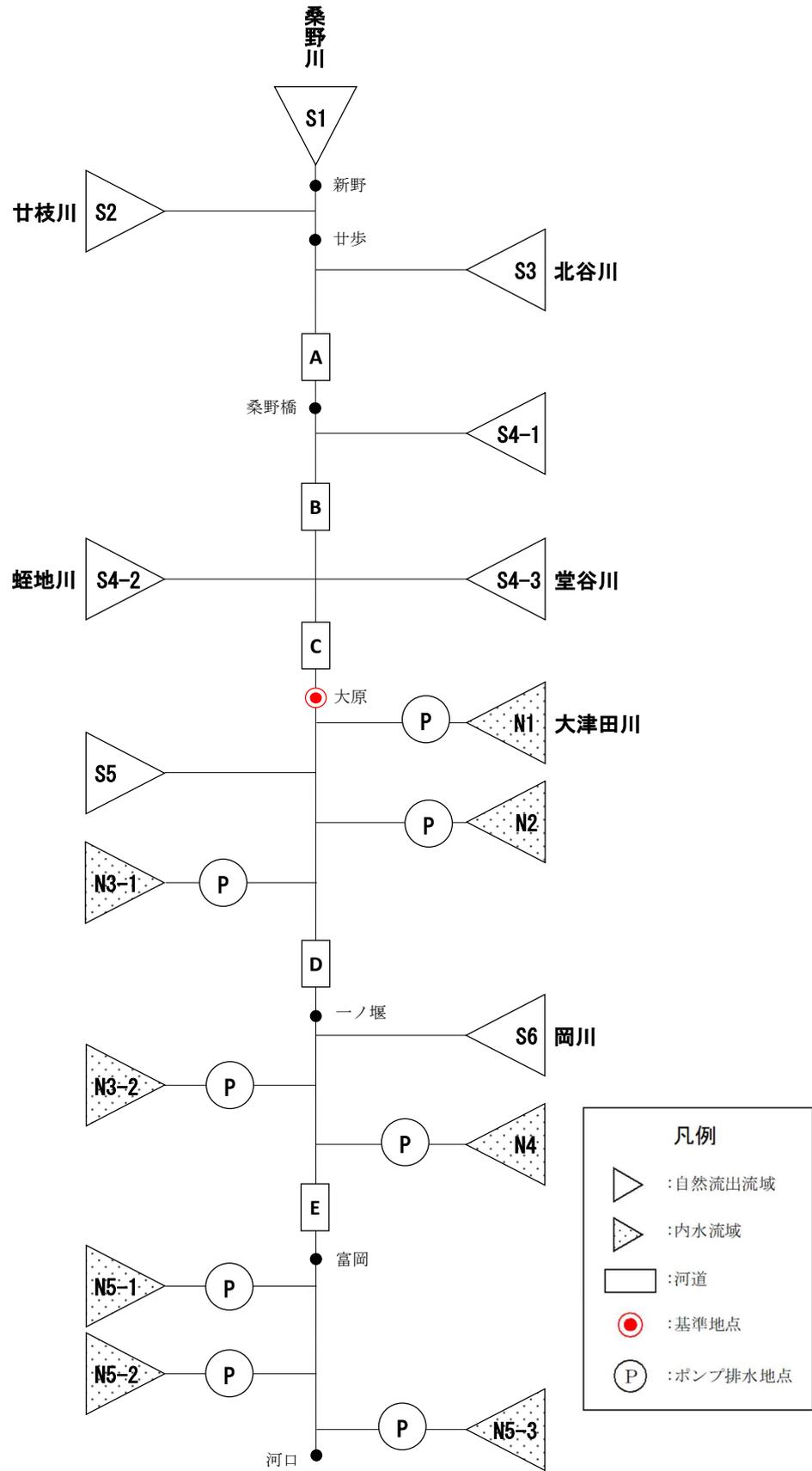


図 1.15 流出計算モデル模式図

表 1.10 流域モデル分割諸元

河川名	流域 No	流域名	流域面積 (km ²)	基準地点・主要地点等	摘要
桑野川	S-1	桑野川上流端	23.89	新野上流域 (S-1) 23.89km ²	
	S-2	廿枝川流域	11.80		
	S-3	北谷川流域	11.35		
	S-4-1		4.64		
	S-4-2	蛭地川流域	8.49		
	S-4-3	堂谷川流域	8.43	大原上流域 (S-1~S-4-3) 68.6km ²	
	S-5		3.86		
	S-6	岡川流域	10.00		
	N-1	大津田川流域	5.25		内水域
	N-2		2.74		内水域
	N-3-1		1.16		内水域
	N-3-2		1.99		内水域
	N-4		3.30		内水域
	N-5-1		1.40		内水域
	N-5-2		1.50		内水域
	N-5-3		1.20		内水域
	-	全流域 (河口)	101.00		

表 1.11 河道モデル分割諸元

河道 No.	河川名	河道区間	河道延長 (km)
A	桑野川	新野～桑野橋	6.2
B	桑野川	桑野橋～蛭地川合流点	1.6
C	桑野川	蛭地川合流点～大原	2.2
D	桑野川	大原～岡川合流点	4.2
E	桑野川	岡川合流点～河口	5.2

(2) 定数の設定

1) 流域定数 (f_1 、 Rsa) の設定

過去からの流量データの蓄積が豊富である基準地点大原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 、 Rsa を設定した。

f_1 、 Rsa の検討では、各洪水の総雨量－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、大原地点において時刻流量データが存在する昭和47年（1972年）以降の洪水を対象とした。

① 基準地点大原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20カ年程度において大原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23洪水を対象とした。

表 1.12 f_1 ・ Rsa の検討対象洪水一覧

No	洪水年月日	対象洪水	
		大原地点における実績ピーク流量上位10洪水	近20カ年程度において大原地点の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	S47. 7. 6	●	
2	H10. 5. 16	○	
3	H10. 9. 22	○	
4	H11. 6. 29	○	
5	H14. 1. 21		○
6	H15. 8. 9		○
7	H16. 10. 20	○	(○)
8	H17. 9. 7		○
9	H18. 4. 11		○
10	H19. 7. 15		○
11	H20. 4. 10	○	(○)
12	H20. 8. 27		○
13	H21. 11. 11		○
14	H22. 4. 27	○	(○)
15	H23. 9. 2		○
16	H24. 6. 22		○
17	H25. 9. 16		○
18	H26. 8. 2	○	(○)
19	H26. 8. 10	○	(○)
20	H27. 7. 17		●
21	H28. 9. 20	●	(●)
22	H29. 10. 22		○
23	H30. 9. 30		○
24	R1. 5. 21		○
25	R2. 10. 23		○
26	R3. 8. 19		○
	-	8	15(5)

注) () 書きは大原地点上位10洪水との重複を含む

注) : 近20カ年程度に該当しない

注) ● : 雨量・流量データの一部が欠測であるため対象外とした

a) 流出成分の分離

那賀川流域と同様に検討対象洪水の実績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を分離し、各時刻の直接流出と基底流量を求めた。

桑野川は、流域の約 85%が自然地形（森林・水田等）であることから、那賀川流域と同様に表面流出成分のほかに、側方浸透流（中間流出成分）、地下水流出成分に別れて流出過程をとると想定される。したがって、桑野川でもピーク流量時点以降の流量変化を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点とした。また、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。

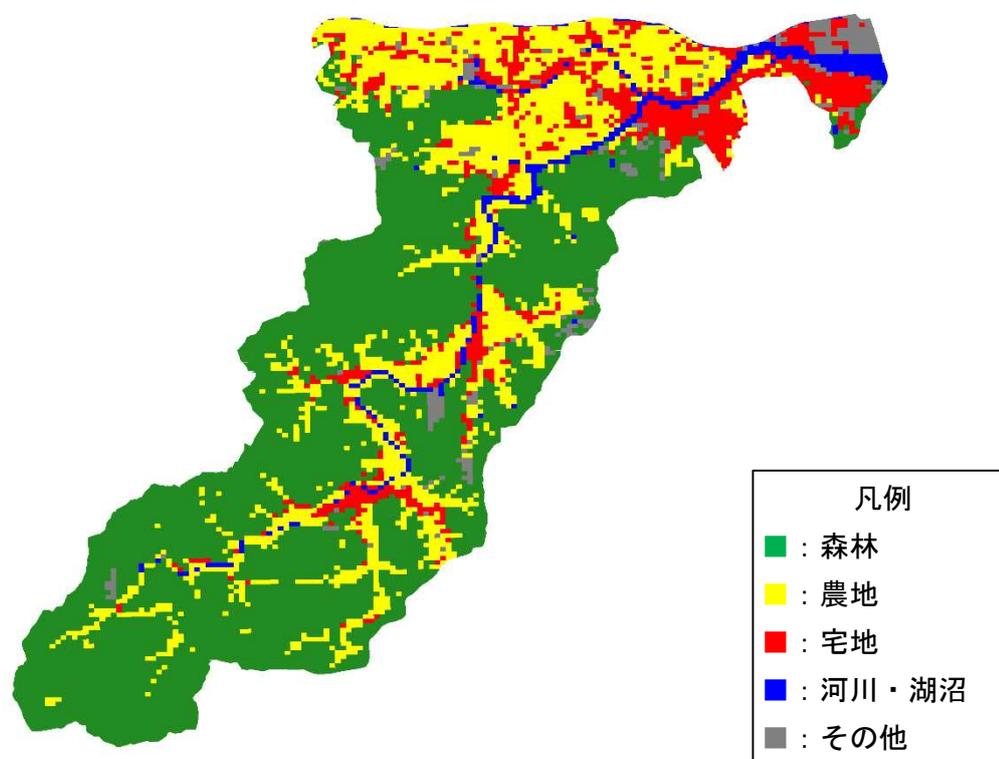


図 1.16 桑野川流域内土地利用分布

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

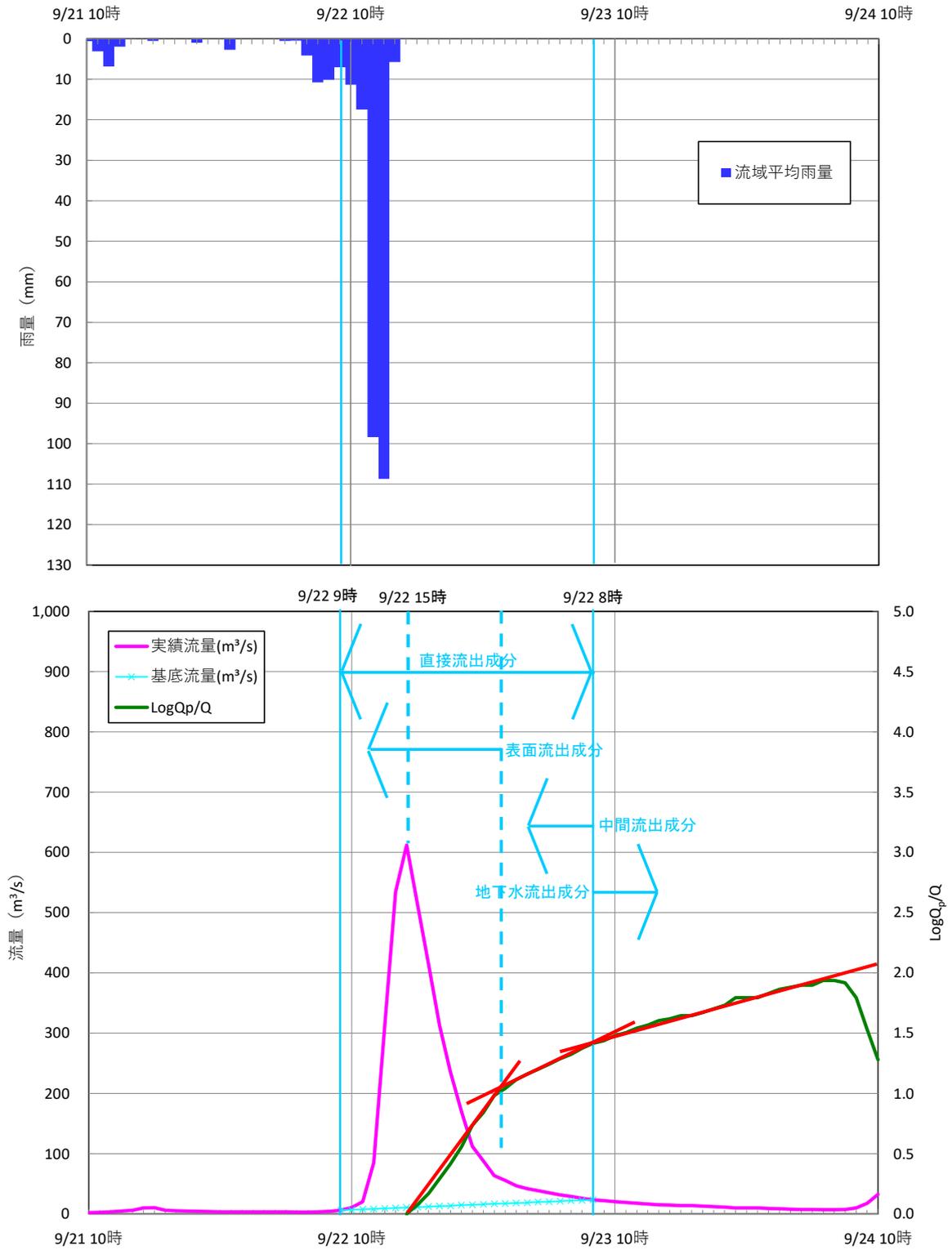


图 1.17 流出成分分離結果例 (H10.9.22 洪水)

b) 計画 f_1 、 R_{sa} の設定

流出率 f_1 及び飽和雨量 R_{sa} の計画値は以下の通りに算定した。

- ①成分分離結果と流域平均雨量を用いて、総雨量 $R(\text{mm})$ と総流出高 $q(\text{mm})$ 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、総雨量と総流出高の差の平均値が $R_{sa} \times (1 - f_1)$ となることを満足するよう、 R_{sa} を変化させて平均的な R_{sa} を算出。
- ③累加雨量が飽和雨量を上回った後の流出率（飽和流出率）は 1.00 とする

以上の手順で算定した、各解析地点における計画 f_1 及び R_{sa} の設定結果を表 1.13 に示す。この大原地点における定数を各小流域に適用した。

表 1.13 解析対象地点における計画 $f_1 \cdot R_{sa}$ の設定値

解析対象地点	f_1	$R_{sa}(\text{mm})$	備考
大原	0.6	190	各小流域に適用

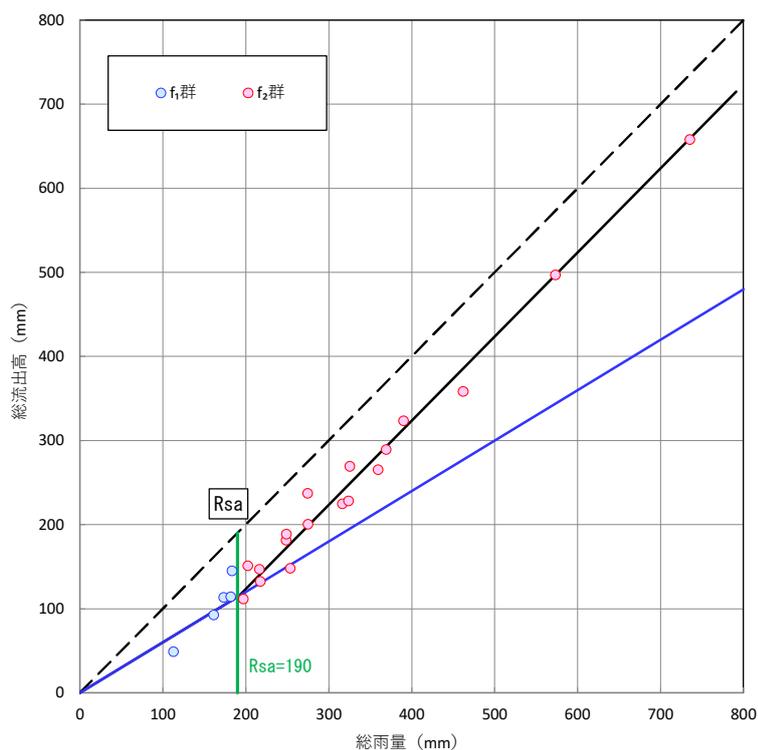


図 1.18 総雨量-総流出高の関係（大原）

2) 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。桑野川においてはダム等がなく、大原地点において自然流況を把握可能である。そこで、大原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 については最大流量となる洪水を、TI については規模の大きい洪水の平均値により求めた。大原地点における設定結果を表 1.14 に示す。

設定した大原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 値は大原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 値算定に用いた大原地点の値を一様に採用する。
- ③ TI は、大原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。

以上の手順で設定した各小流域の流域定数 K、P、TI を表 1.15 に示す。

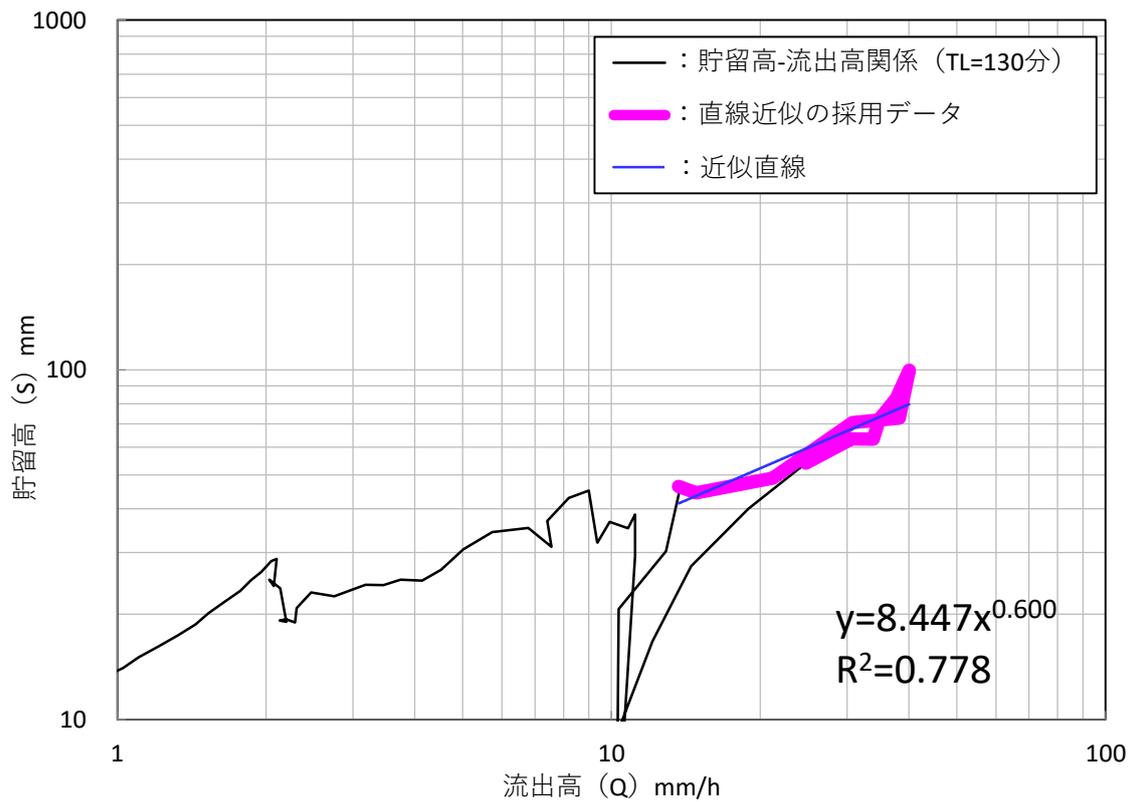


図 1.19 貯留高—流出高関係例（大原 H26. 8. 2 洪水）

表 1.14 流域定数の設定結果（K・P・TI）（大原）

No	洪水名	実績流量		ケース別対象洪水		流域定数			備考
		流量 (m ³ /s)	順位	A	B	K	P	TI (min)	
1	H10. 5. 16	672	3						ループが狭まらない
2	H10. 9. 22	612	7						ループが狭まらない
3	H11. 6. 29	773	2						大原上流で大規模に氾濫しているため検討対象外
4	H16. 10. 20	652	5	○		7. 744	0. 597	110	
5	H22. 4. 27	632	6						ループが狭まらない
6	H26. 8. 2	778	1	○	○	8. 447	0. 600	130	
7	H28. 9. 20	665	4						流量データ一部欠測
ケースA	ピーク流量最大洪水における流域定数					8. 447	0. 600	130	
ケースB	対象洪水の流域定数の平均値					8. 096	0. 599	120	
	採用値					8. 447	0. 600	120	

表 1.15 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 Tl (min)	f ₁	f ₂	Rsa (mm)
S-1	桑野川上流端	23.89	12.289	0.600	60	0.60	1.00	190
S-2	廿枝川流域	11.80	11.140	0.600	42	0.60	1.00	190
S-3	北谷川流域	11.35	5.419	0.600	18	0.60	1.00	190
S-4-1		4.64	6.510	0.600	21	0.60	1.00	190
S-4-2	蛭地川流域	8.49	9.370	0.600	27	0.60	1.00	190
S-4-3	堂谷川流域	8.43	5.398	0.600	26	0.60	1.00	190
S-5		3.86	4.986	0.600	12	0.60	1.00	190
S-6	岡川流域	10.00	14.273	0.600	49	0.60	1.00	190

3) 河道定数の設定

K、P については、流量規模別の不等流計算により各河道の流量と貯留量の関係を散布図にプロットし、流域定数の検討と同様に、切片を K、傾きを P として設定した。不等流計算に用いる河道断面は、再現検証に使用する各洪水の生起になるべく近い河道断面を用いた。

河道の遅滞時間 (Tl) は、定流の貯留関数と洪水流の関係から求めた。

$s = \frac{V}{3600}$ (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 1.16 河道定数の設定結果

No	河道名	河道延長(km)	K	P	Tl(min)	備考
1	A	5.60	9.41	0.582	4.8	平成10年5月洪水から平成16年10月洪水を対象
	B	1.78	1.54	0.688	1.8	
	C	2.39	2.14	0.663	3.0	
2	A	5.60	4.09	0.696	7.2	平成22年4月洪水から平成28年9月洪水を対象
	B	1.78	1.13	0.718	2.1	
	C	2.39	3.25	0.621	2.8	

注)No.1のTlについては推定式(Tl=7.36×L×I-1/2×10-4 I:河道の平均勾配L:河道延長(km))により算定

(3) 流出解析モデルの検証

近年、桑野川水系において大規模な被害をもたらした平成 11 年（1999 年）6 月洪水を含む大原地点における実績ピーク流量上位 5 洪水を対象に新しい流出モデルを用いて再現計算をおこない、流出モデルを検証する。

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。

なお、氾濫が発生した平成 11 年（1999 年）6 月洪水及び平成 26 年（2014 年）8 月台風第 12 号については、氾濫解析モデルにより流量低減量を算定し、この低減量を流出解析モデルによる大原流量に反映した。

基準地点大原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 1.17 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	H10. 5. 16	5. 88	672	3
2	H11. 6. 29	6. 19	773	2
3	H16. 10. 20	5. 26	652	5
4	H26. 8. 2	5. 53	778	1
5	H28. 9. 20	5. 55	665	4

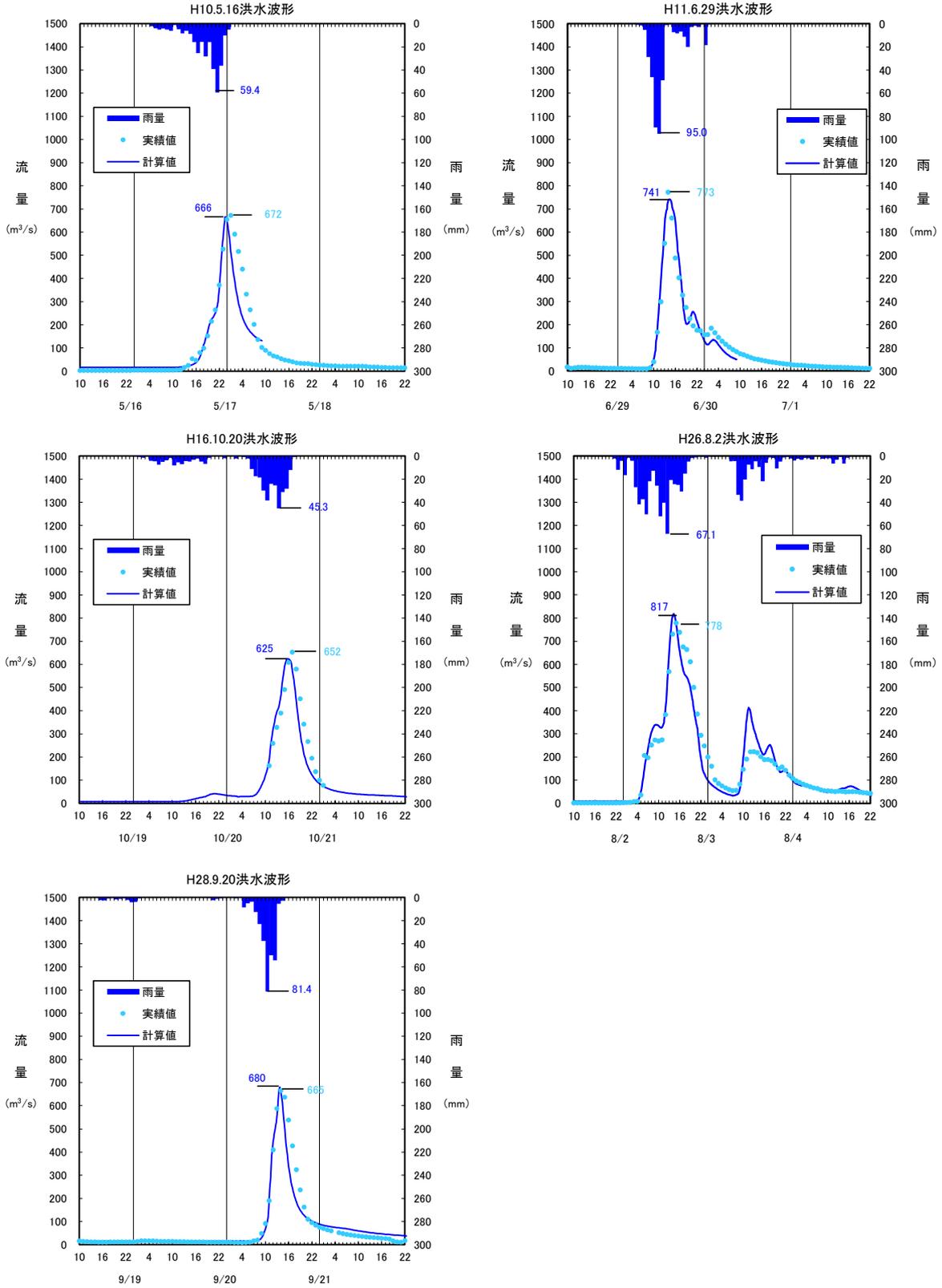


図 1.20 近年洪水の再現計算結果

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の設定の考え方

基本高水のピーク流量の設定については、最新の技術的知見に基づいて見直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

1.5.2 計画規模の設定

那賀川水系においては、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。

1.6 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

那賀川水系における対象降雨の降雨継続時間については、洪水到達時間、ピーク流量と n 時間雨量との相関関係及び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、Kinematic Wave 法に基づく式、角屋の式を用いて算定した。

基準地点古庄の対象洪水は、時間流量の存在する過去洪水（昭和 35 年（1960 年）～令和 3 年（2021 年））のうち、流量上位 10 洪水とした。また、基準地点大原の対象洪水は、時間流量の存在する過去洪水（昭和 47 年（1972 年）～令和 3 年（2021 年））のうち、流量上位 10 洪水とした。

(a) 洪水到達時間

1) kinematic wave 法に基づく式

$$T_p = t_p - \tau_p = K_1 L^p / r_e^{1-p} \quad \dots\dots\dots (1-3.4)$$

$$r_e(\tau_p) = r_e(t_p) \quad \dots\dots\dots (1-3.5)$$

ここに、 T_p ：洪水到達時間、 τ_p ：ピーク流量を発生する特性曲線の上流端での出発時刻、 t_p ：その特性曲線の下流端への到達時刻、 L ：斜面長、 r_e ： $\tau_p \sim t_p$ 間の平均有効降雨強度、 K_1 、 p ：斜面の勾配を θ とし、Manning の抵抗則を用いるとき、 $K_1 = n^{3/5} (\sin\theta)^{-3/10}$ 、 $p = 3/5$ 。

$$T_p = CA^{0.22} r_e^{-0.35} \quad \dots\dots\dots (1-3.6)$$

ここに、 T_p ：洪水到達時間 (min)、 A ：流域面積 (km^2)、 r_e ：平均有効降雨強度 (mm/h)、 C ：流域特性を表わす係数。

【解説】式 (1-3.4) と (1-3.5) は石原・高樺⁴⁾が矩形斜面上の表面流に kinematic wave 理論を適用して導いた関係である。この理論では、到達時間は「斜面上流端の雨水の擾乱が下流端に伝播する時間」と定義される。式 (1-3.5) の条件から、実測のハイドログラフとハイトグラフを用いて図 1-3.2 のように洪水到達時間が求められる。

角屋⁵⁾は、式 (1-3.4) 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 (1-3.6) を導いた。この式は、洪水規模による到達時間の変化を表現している点の特徴である。また、流域特性を表わす係数 C を次のように提示している。

丘陵山林地流域： $C = 290$ 粗造成宅地： $C = 90 \sim 120$
 放牧地・ゴルフ場： $C = 190 \sim 210$ 市街化地域： $C = 60 \sim 90$

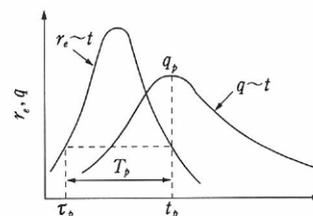


図 1-3.2 kinematic wave 法による T_p の定義

出典：土木学会；水理公式集, P. 36～P. 37

【基準地点古庄】

Kinematic Wave 法 : 13～29 時間 (平均 19 時間)

角屋式 : 6～7 時間 (平均 7 時間)

表 1.18 洪水到達時間の算定結果 (基準地点古庄)

No.	洪水年月日	古庄地点ピーク流量		Kinematic Wave法 算定結果 (hr)	角屋式	
		流量 ^{注1)} (m ³ /s)	時刻		平均 降雨強度 (mm/hr)	算定結果 (hr)
1	S 45 . 8 . 21	6,504	8/21 18:00	17	23.3	6.8
2	S 50 . 8 . 23	7,605	8/23 4:00	29	24.4	6.7
3	H 2 . 9 . 19	7,074	9/19 22:00	16	25.4	6.6
4	H 15 . 8 . 9	6,949	8/9 3:00	21	24.5	6.7
5	H 16 . 10 . 20	8,133	10/20 19:00	15	28.1	6.4
6	H 21 . 8 . 10	7,070	8/10 12:00	17	21.7	7.0
7	H 23 . 7 . 19	6,867	7/19 19:00	17	27.6	6.4
8	H 23 . 9 . 3	7,677	9/3 5:00	13	31.1	6.1
9	H 26 . 8 . 10	9,476	8/10 11:00	24	25.3	6.6
10	H 27 . 7 . 17	8,196	7/17 5:00	20	28.0	6.4
平均値		-	- - -	18.9	-	6.6

注1) ピーク流量は、実績値を示す。

【基準地点大原】

Kinematic Wave 法 : 6～14 時間 (平均 10 時間)

角屋式 : 3～4 時間 (平均 4 時間)

表 1.19 洪水到達時間の算定結果 (基準地点大原)

No.	洪水年月日	大原地点ピーク流量		Kinematic Wave法 算定結果 (hr)	角屋式	
		流量 ^{注1)} (m ³ /s)	時刻		平均 降雨強度 (mm/hr)	算定結果 (hr)
1	S 47 . 7 . 6	586	7/5 5:00	7	23.4	4.1
2	H 10 . 5 . 16	672	5/17 1:00	14	26.8	3.9
3	H 10 . 9 . 22	612	9/22 15:00	12	43.9	3.4
4	H 11 . 6 . 29	773	6/29 14:00	8	50.1	3.2
5	H 16 . 10 . 20	652	10/20 17:00	11	28.5	3.9
6	H 20 . 4 . 10	562	4/10 8:00	14	26.9	3.9
7	H 22 . 4 . 27	632	4/27 19:00	14	34.4	3.7
8	H 26 . 8 . 2	778	8/2 15:00	6	37.8	3.6
9	H 26 . 8 . 10	578	8/10 9:00	10	28.3	3.9
10	H 28 . 9 . 20	665	9/20 14:00	8	40.7	3.5
平均値		-	- - -	10.4	-	3.7

注1) ピーク流量は、実績値を示す。

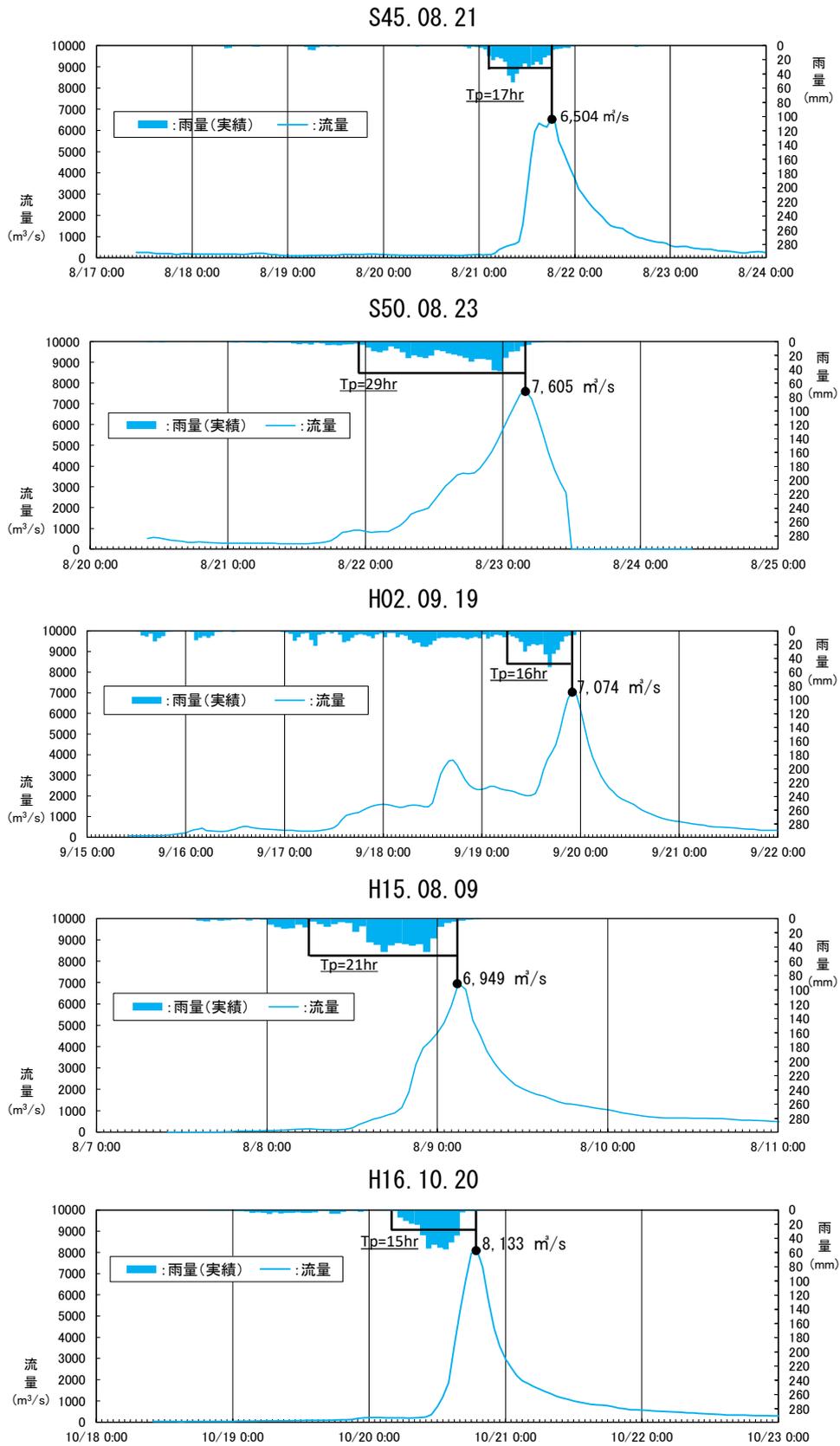


図 1.21 (1) Kinematic Wave 法による洪水到達時間の検討 (基準地点古庄)

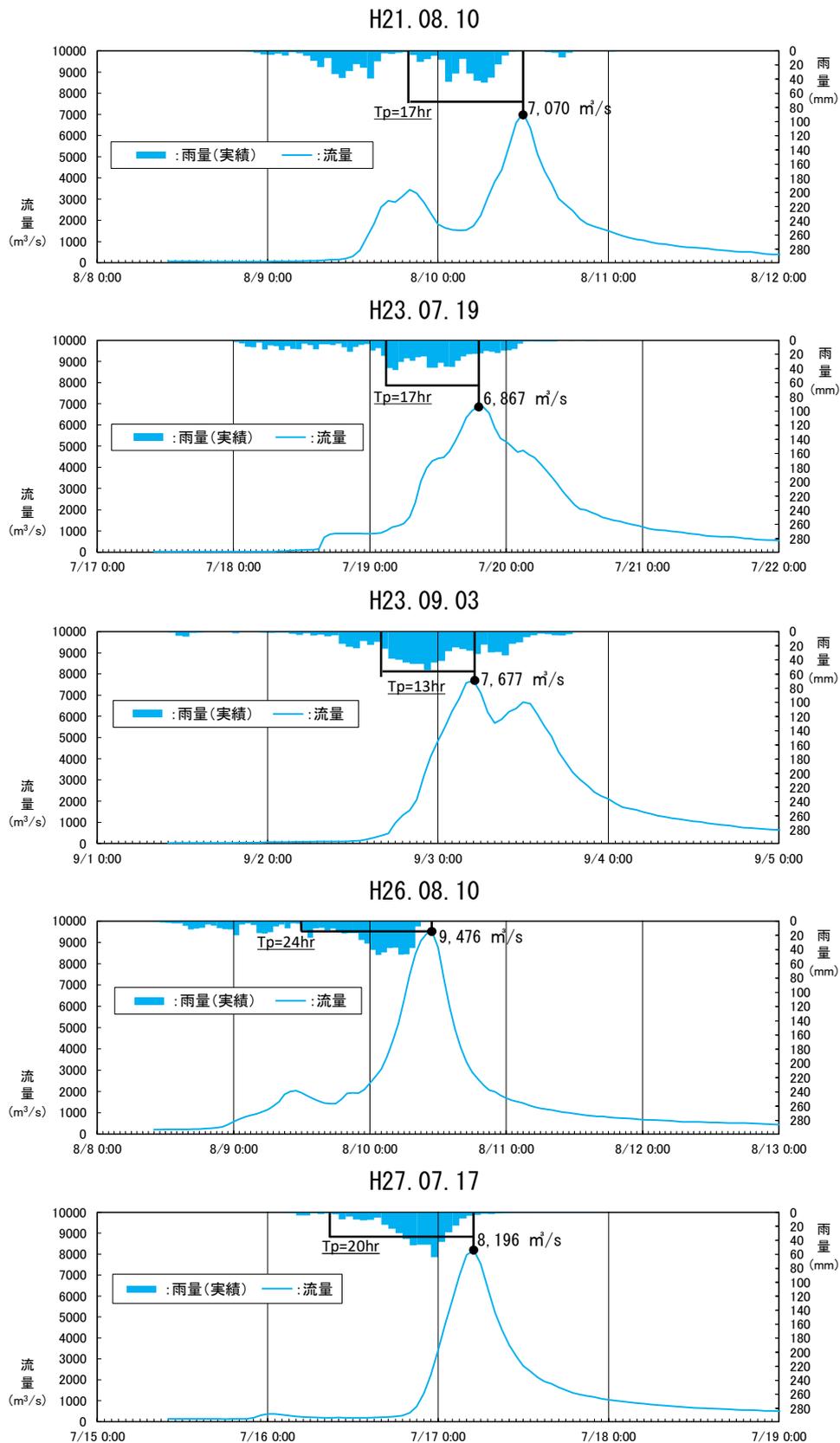


図 1.21 (2) Kinematic Wave 法による洪水到達時間の検討 (基準地点古庄)

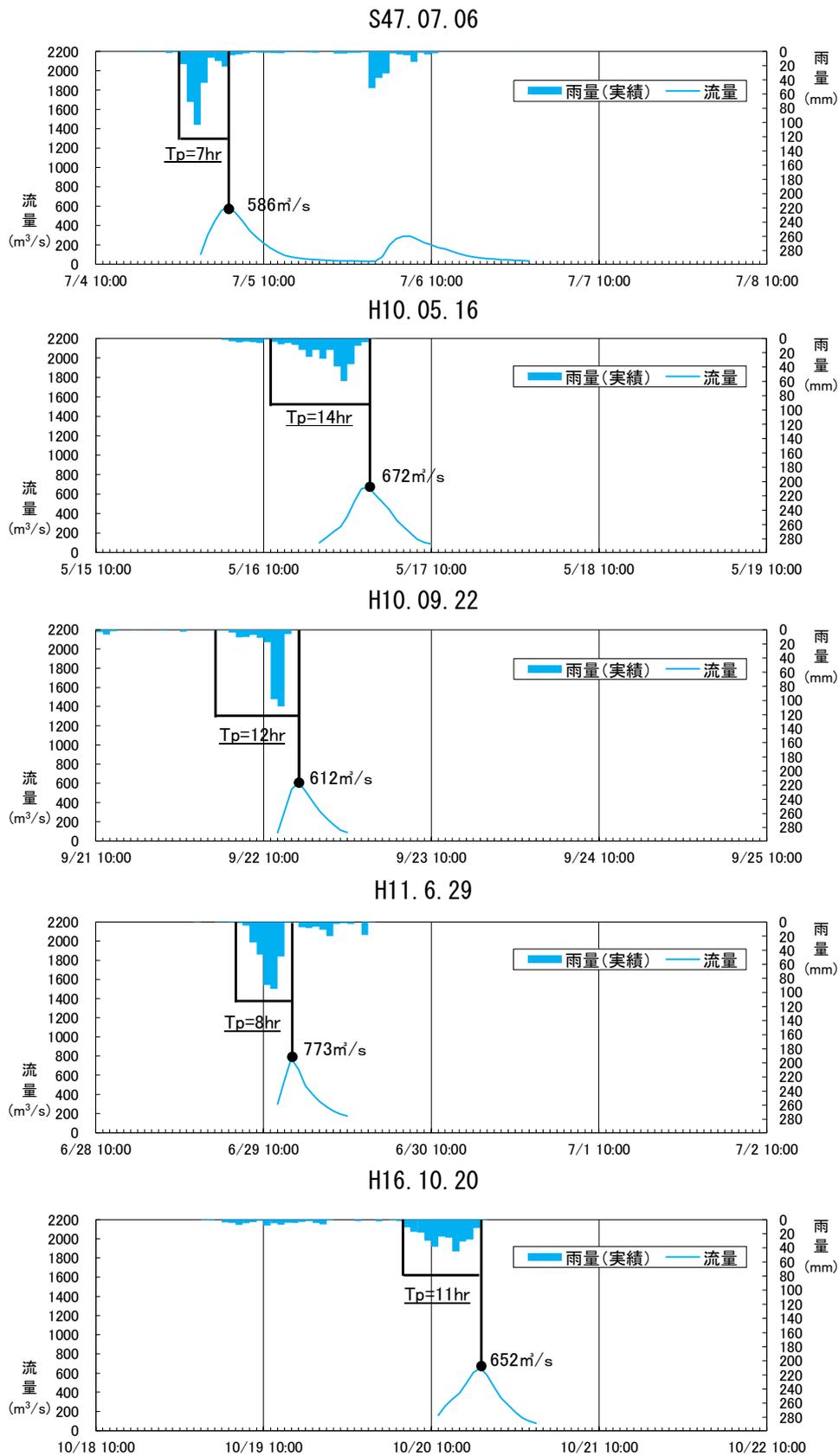


図 1.22(1) Kinematic Wave 法による洪水到達時間の検討 (基準地点大原)

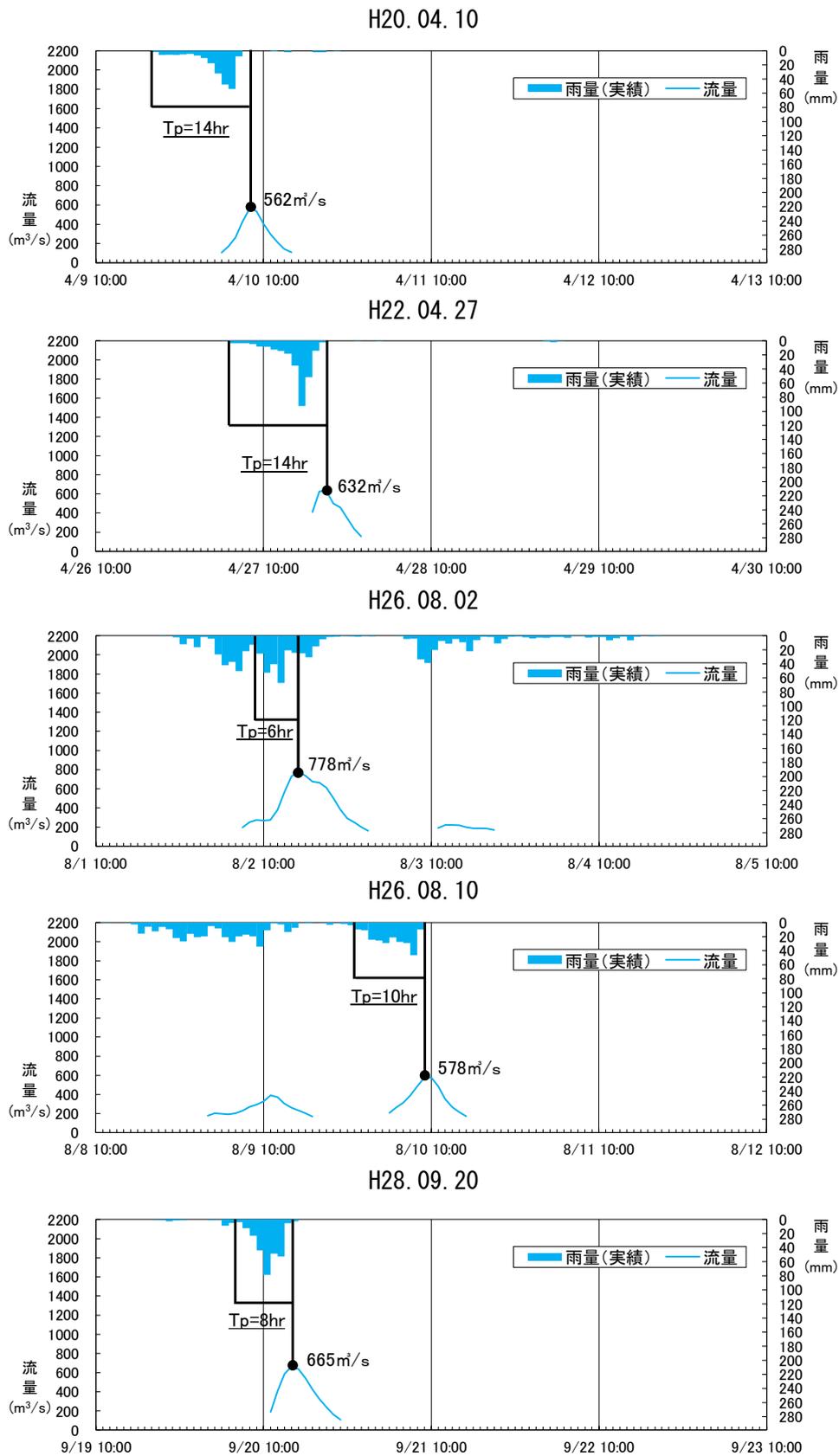


図 1.22 (2) Kinematic Wave 法による洪水到達時間の検討 (基準地点大原)

(3) ピーク流量と短時間雨量の相関

ここでは、古庄地点において昭和 35 年（1960 年）から令和 3 年（2021 年）に、大原地点において昭和 47 年（1972 年）から令和 3 年（2021 年）に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、18、24、36、48 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 1.23 に示す 2 通りについて整理を行った。

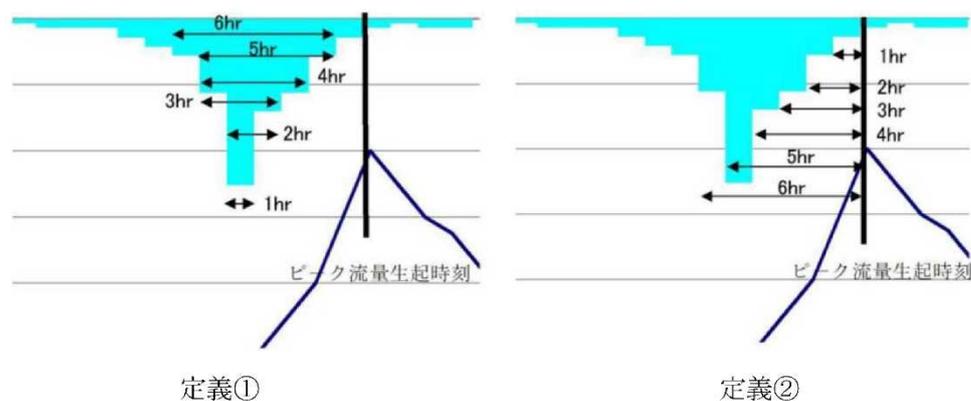


図 1.23 ピーク流量と雨量相関の定義

その結果、ピーク流量と相関が高い短時間雨量は、以下の通りとなった。

基準地点古庄：定義①は 6～36 時間、定義②は 9～24 時間で相関が高い。

基準地点大原：定義①、定義②ともに 6～9 時間で相関が高い。

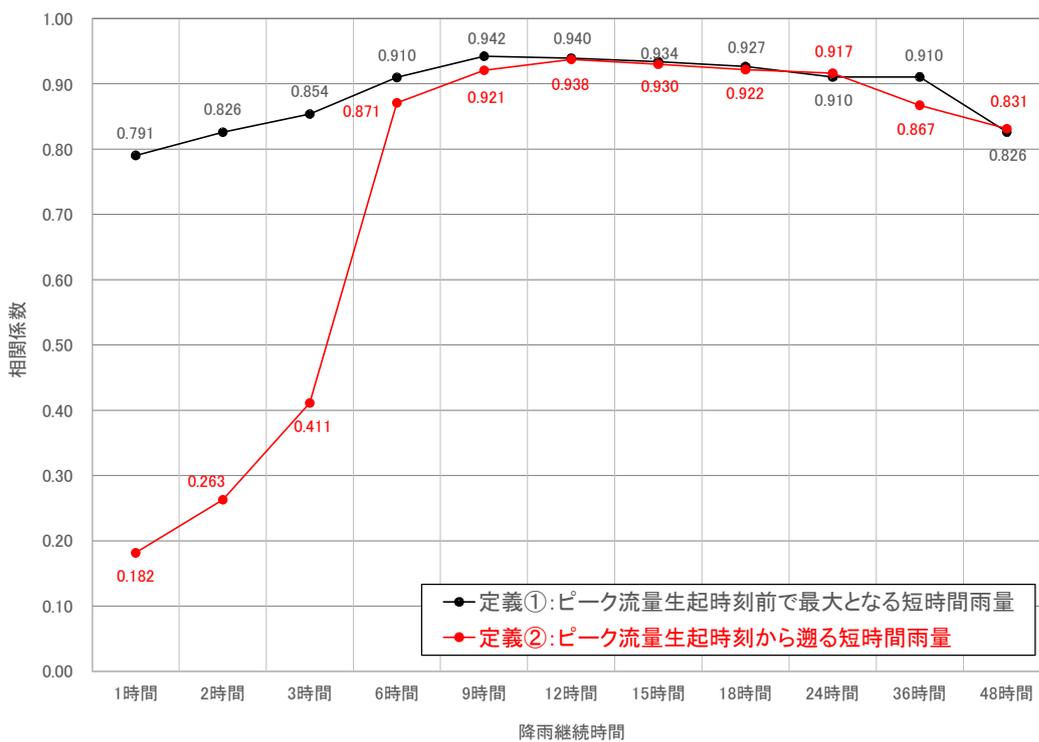


図 1.24 ピーク流量と雨量との相関係数（基準地点古庄）

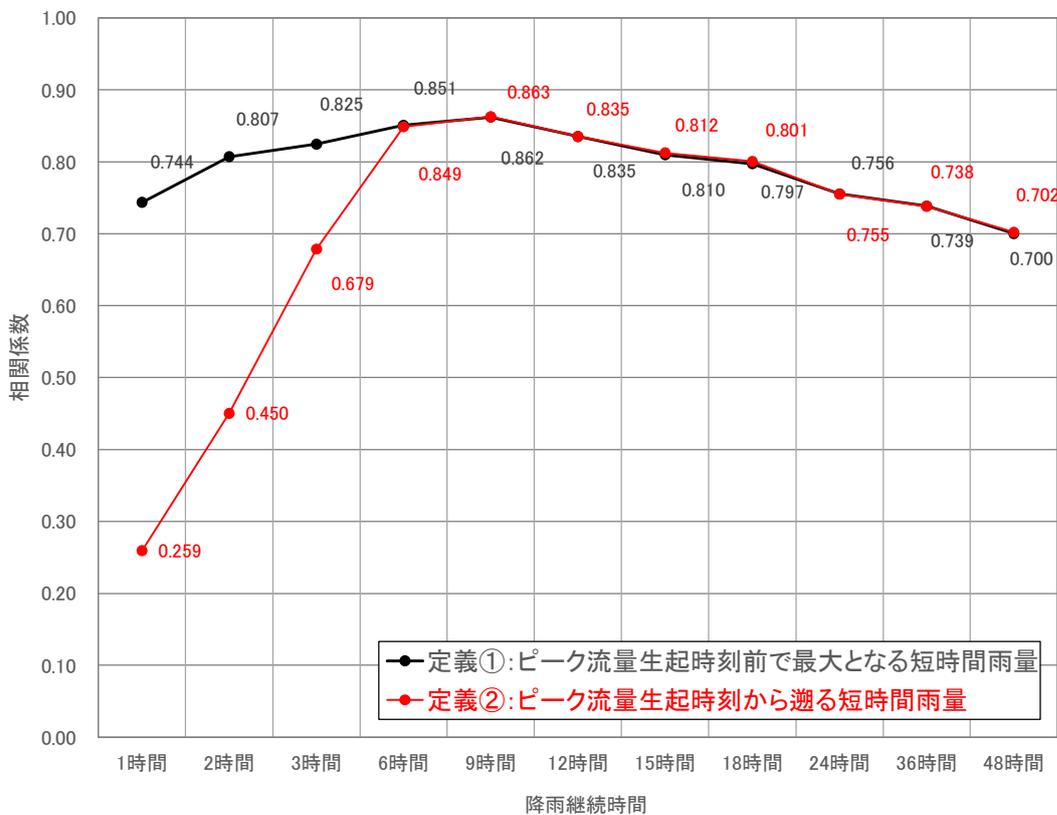


図 1.25 ピーク流量と雨量との相関係数（基準地点大原）

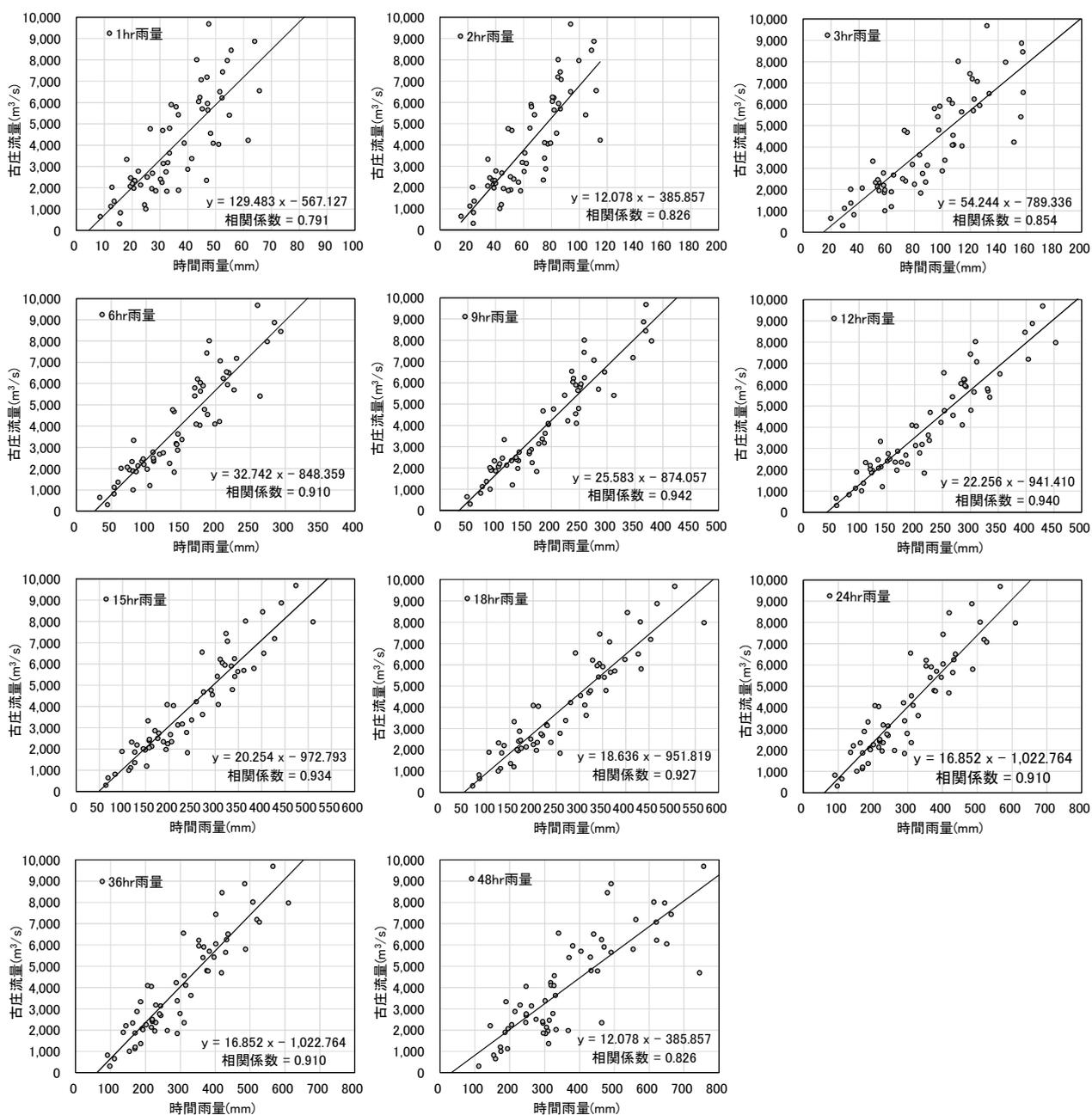


図 1.26(1) ピーク流量とピーク流量生起時刻前で最大となる短時間雨量の関係
(基準地点古庄、定義①)

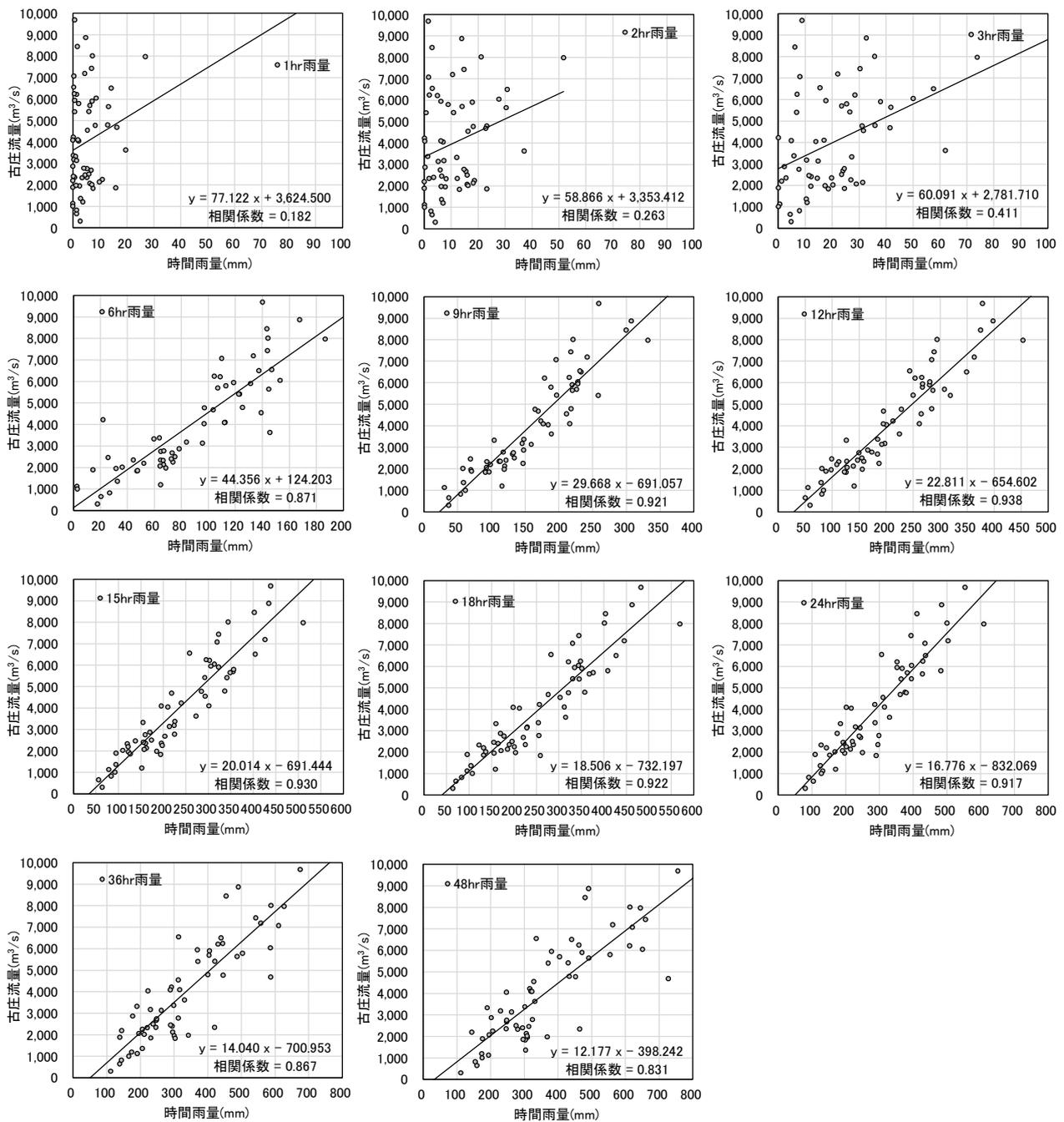


図 1.26(2) ピーク流量とピーク流量生起時刻から遡る短時間雨量の関係
(基準地点古庄、定義②)

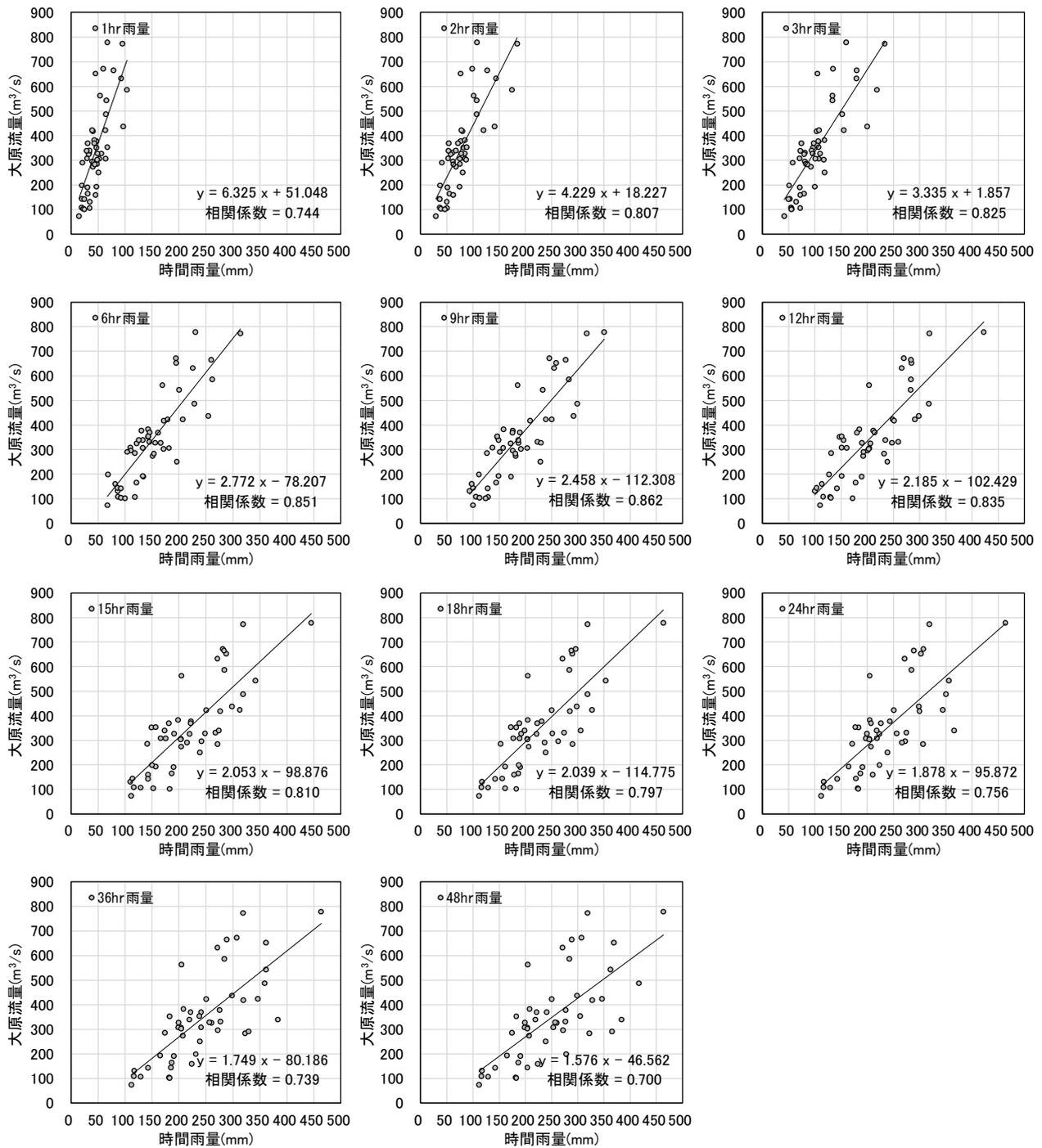


図 1.27(1) ピーク流量とピーク流量生起時刻前で最大となる短時間雨量の関係
(基準地点大原、定義①)

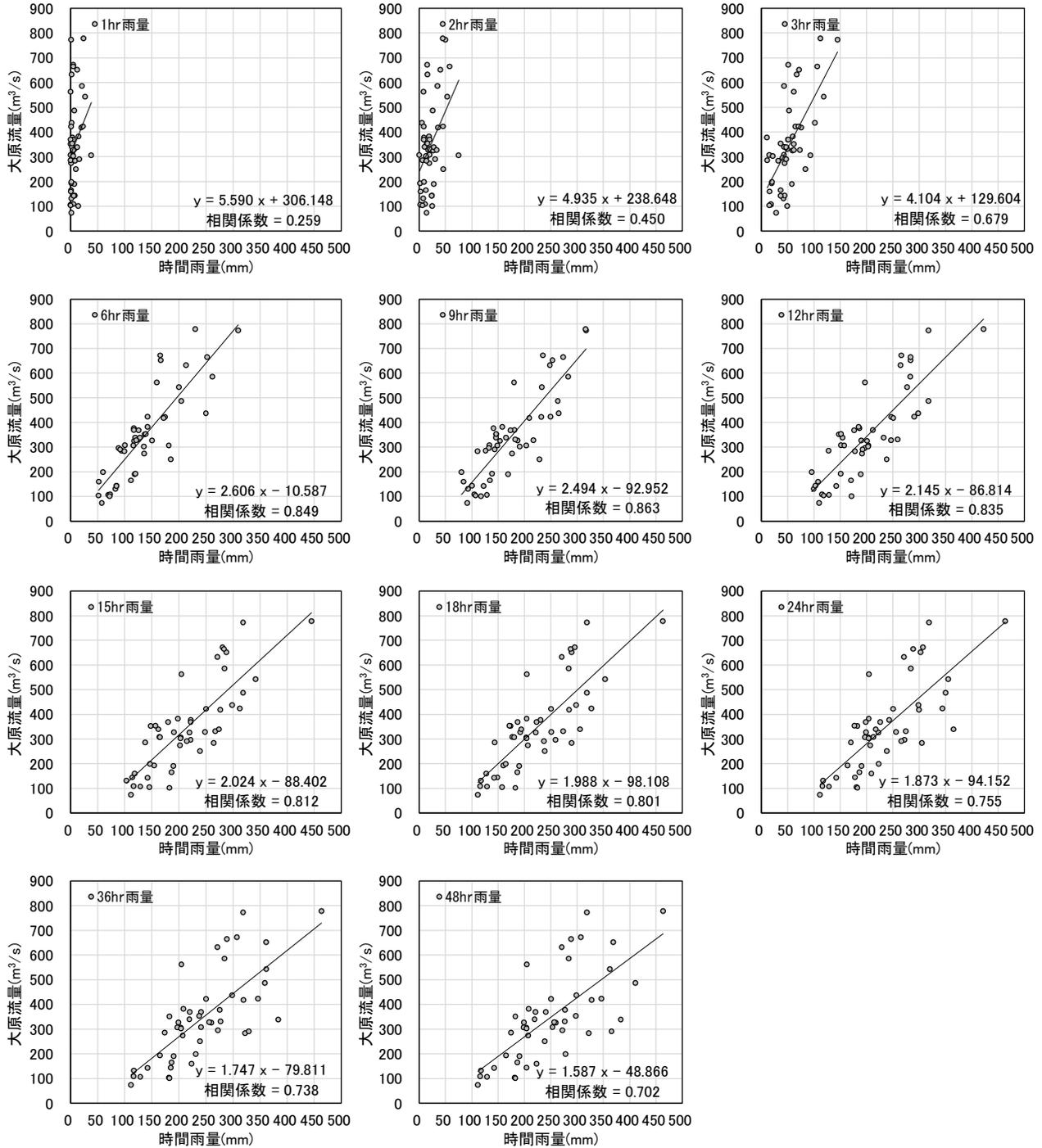


図 1.27 (2) ピーク流量とピーク流量生起時刻から遡る短時間雨量の関係
(基準地点大原、定義②)

(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、基準地点古庄及び基準地点大原上流域平均雨量を対象に行うものとする。

基準地点古庄の対象洪水は、過去洪水（昭和 35 年（1960 年）～令和 3 年（2021 年））のうち、実績流量の上位 10 洪水とした。基準地点大原の対象洪水は、過去洪水（昭和 47 年（1972 年）から令和 3 年（2021 年））のうち、実績流量の上位 10 洪水とした。

図 1.28 及び図 1.29 に集計した結果を示す。この結果、基準地点古庄における 5mm/hr 以上の降雨継続時間は 11～44 時間、平均 24 時間、10mm/hr 以上の降雨継続時間は 10～26 時間、平均 16 時間となった。また、基準地点大原における 5mm/hr 以上の降雨継続時間は 6～15 時間、平均 9 時間、10mm/hr 以上の降雨継続時間は 4～15 時間、平均 8 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、基準地点古庄では概ね 16～24 時間、基準地点大原では概ね 8～9 時間でカバーできることがわかる。

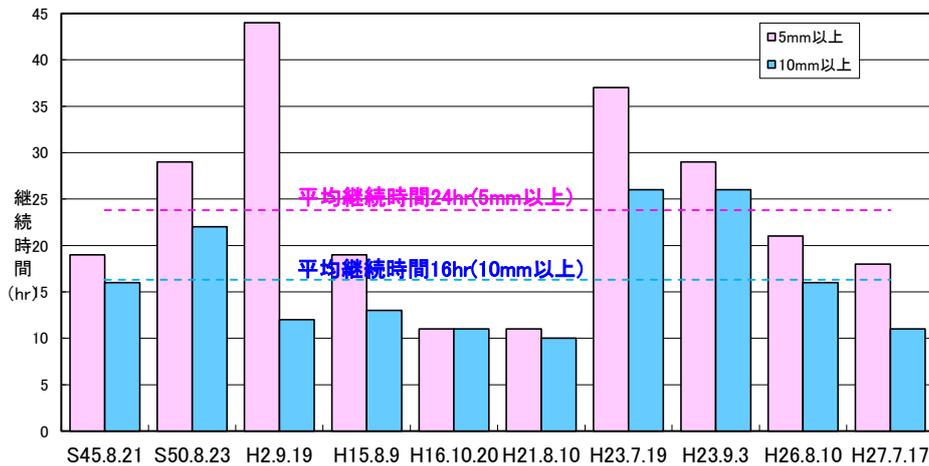


図 1.28 強い降雨強度の継続時間（基準地点古庄上流流域平均雨量）

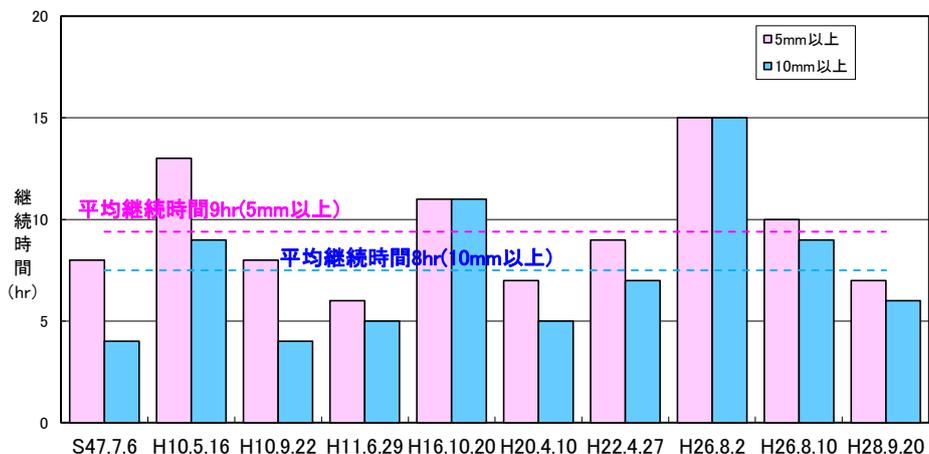


図 1.29 強い降雨強度の継続時間（基準地点大原上流流域平均雨量）

(5) 対象降雨の降雨継続時間の設定

過去の主要な洪水（基準地点古庄：昭和 35 年（1960 年）から令和 3 年（2021 年）、基準地点大原：昭和 47 年（1972 年）から令和 3 年（2021 年））を対象に、以下に示す洪水到達時間やピーク流量と雨量の相関等を総合的に判断し、対象降雨の降雨継続時間は、基準地点古庄で 12 時間、基準地点大原で 6 時間と設定した。

表 1.20 対象降雨の降雨継続時間の検討結果

項目	基準地点古庄	基準地点大原
1)Kinematic Wave 法による洪水の到達時間	13～29 時間（平均 19 時間）	6～14 時間（平均 10 時間）
2)角屋式による洪水の到達時間	6～7 時間（平均 7 時間）	3～4 時間（平均 4 時間）
3)ピーク流量と雨量の相関	定義① 6～36 時間 定義② 9～24 時間	定義① 6～9 時間 定義② 6～9 時間
4)強い降雨強度の継続時間	・ 5mm 以上 11～44 時間（平均 24 時間） ・ 10mm 以上 10～26 時間（平均 16 時間）	・ 5mm 以上 6～15 時間（平均 9 時間） ・ 10mm 以上 4～15 時間（平均 8 時間）

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

降雨量変化倍率の算定に用いているアンサンブル予測降雨波形の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 32 年（1957 年）～平成 22 年（2010 年）までの 54 年間の年最大雨量を確率処理し、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古庄で 439.4mm/12hr、基準地点大原で 334.6mm/6h 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、基準地点古庄で 483mm/12hr、基準地点大原で 368mm/6hr と設定した。

表 1.21 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
古庄	439.4mm/12hr	483mm/12hr	<ul style="list-style-type: none"> ・ SLSC\leq0.040 の手法で JackKnife 推定誤差が最小となる確率手法（古庄：対数正規分布 3 母数クォンタイル法、大原：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
大原	334.6mm/6hr	368mm/6hr	

表 1.22 基準地点古庄 12 時間雨量 1/100 確率評価結果

確率分布	計算方法	古庄			備考
		SLSC	確率1/100 12時間雨量 (mm)	確率1/100 Jackknife 推定誤差	
分布型 極値	指数分布 Exp	0.072	563.0	32.2	
	一般化極値分布 Gev	0.026	440.7	34.6	
	グンベル分布 Gumbel	0.039	497.1	27.3	
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.055	612.0	50.9	
布マガ 型分	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法) LP3Rs	0.029	410.9	25.5	
	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法) LogP3	0.024	457.7	36.1	
対数 正規 分布 型	岩井法 Iwai	0.027	473.4	32.8	
	石原・高瀬法 IshiTaka	0.027	434.9	24.6	
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.027	439.4	23.5	採用
	対数正規分布3母数(Slade II) LN3PM	0.027	434.5	24.4	
	対数正規分布2母数(Slade I, L積率法) LN2LM	—	—	—	
	対数正規分布2母数(Slade I, 積率法) LN2PM	—	—	—	
	対数正規分布4母数(SladeIV, 積率法) LN4PM	—	—	—	

注: 時間雨量の統計範囲は昭和32年～平成22年
SLSC ≤ 0.040の計算手法の中で Jackknife の推定誤差が最小になる確率雨量を採用

表 1.23 基準地点大原 6 時間雨量 1/100 確率評価結果

確率分布	計算方法	大原			備考
		SLSC	確率1/100 6時間雨量 (mm)	確率1/100 Jackknife 推定誤差	
分布型 極値	指数分布 Exp	0.050	378.8	28.1	
	一般化極値分布 Gev	0.021	331.2	32.4	
	グンベル分布 Gumbel	0.022	334.6	23.7	採用
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.035	392.6	36.3	
布マガ 型分	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法) LP3Rs	0.021	307.0	26.5	
	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法) LogP3	—	—	—	
対数 正規 分布 型	岩井法 Iwai	0.017	329.6	31.2	
	石原・高瀬法 IshiTaka	0.019	316.7	26.5	
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.018	324.1	38.5	
	対数正規分布3母数(Slade II) LN3PM	0.019	315.7	26.1	
	対数正規分布2母数(Slade I, L積率法) LN2LM	0.017	340.1	30.9	
	対数正規分布2母数(Slade I, 積率法) LN2PM	0.018	335.6	29.5	
	対数正規分布4母数(SladeIV, 積率法) LN4PM	—	—	—	

注: 時間雨量の統計範囲は昭和32年～平成22年
SLSC ≤ 0.040の計算手法の中で Jackknife の推定誤差が最小になる確率雨量を採用

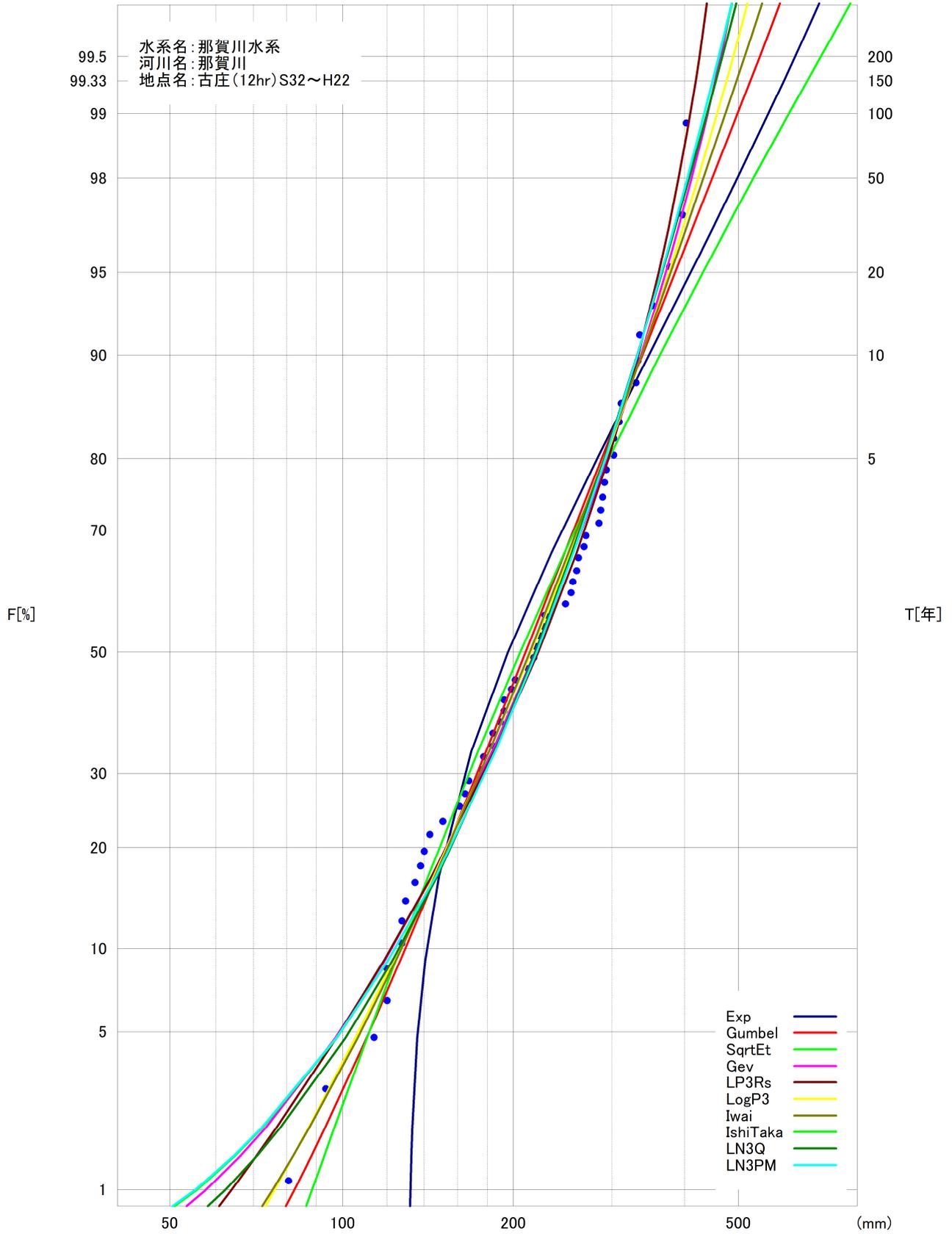


図 1.30 雨量確率計算結果 (基準地点古庄)

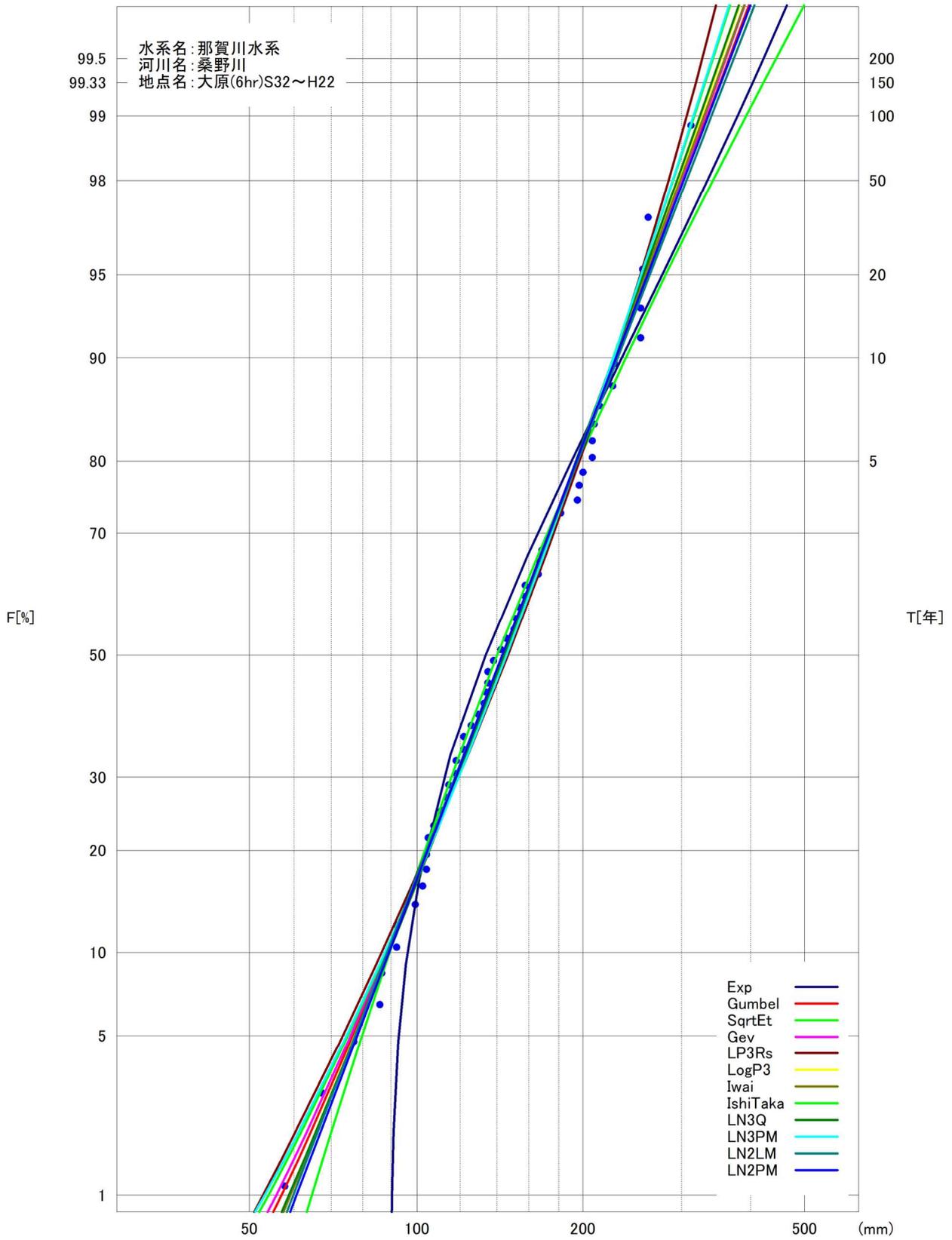


図 1.31 雨量確率計算結果 (基準地点大原)

表 1.24 年最大 12 時間雨量一覽 (基準地点古庄)

No.	西曆	洪水年月日	12時間雨量 (mm)	No.	西曆	洪水年月日	12時間雨量 (mm)
1	1957	S32. 9. 7	143.3	28	1984	S59. 8. 15	165.2
2	1958	S33. 8. 25	220.2	29	1985	S60. 6. 30	128.1
3	1959	S34. 9. 26	199.6	30	1986	S61. 5. 14	127.7
4	1960	S35. 8. 29	300.9	31	1987	S62. 10. 17	335.0
5	1961	S36. 9. 16	290.0	32	1988	S63. 6. 3	223.0
6	1962	S37. 6. 10	129.2	33	1989	H1. 8. 27	285.5
7	1963	S38. 8. 10	176.2	34	1990	H2. 9. 19	300.4
8	1964	S39. 9. 25	226.6	35	1991	H3. 9. 27	151.0
9	1965	S40. 9. 10	259.3	36	1992	H4. 8. 19	253.6
10	1966	S41. 7. 2	137.4	37	1993	H5. 8. 10	292.4
11	1967	S42. 7. 10	247.5	38	1994	H6. 7. 26	217.4
12	1968	S43. 7. 29	331.8	39	1995	H7. 9. 24	161.3
13	1969	S44. 8. 23	190.1	40	1996	H8. 8. 14	168.1
14	1970	S45. 8. 21	353.4	41	1997	H9. 9. 17	288.4
15	1971	S46. 8. 30	378.4	42	1998	H10. 5. 16	261.6
16	1972	S47. 7. 5	193.0	43	1999	H11. 9. 15	185.0
17	1973	S48. 5. 2	114.1	44	2000	H12. 9. 15	134.4
18	1974	S49. 7. 7	268.1	45	2001	H13. 10. 10	213.6
19	1975	S50. 8. 23	309.4	46	2002	H14. 9. 1	120.2
20	1976	S51. 9. 12	228.1	47	2003	H15. 8. 9	404.1
21	1977	S52. 11. 17	177.8	48	2004	H16. 10. 20	398.4
22	1978	S53. 8. 3	94.0	49	2005	H17. 9. 7	283.4
23	1979	S54. 10. 19	256.1	50	2006	H18. 4. 11	201.8
24	1980	S55. 9. 10	193.1	51	2007	H19. 7. 15	331.0
25	1981	S56. 11. 2	80.7	52	2008	H20. 6. 5	120.3
26	1982	S57. 9. 25	268.9	53	2009	H21. 8. 10	311.5
27	1983	S58. 9. 28	139.5	54	2010	H22. 6. 26	184.3

表 1.25 年最大 6 時間雨量一覽 (基準地点大原)

No.	西曆	洪水年月日	6時間雨量 (mm)	No.	西曆	洪水年月日	6時間雨量 (mm)
1	1957	S32. 9. 11	110.8	28	1984	S59. 4. 19	107.5
2	1958	S33. 10. 18	149.4	29	1985	S60. 10. 5	133.2
3	1959	S34. 9. 26	176.5	30	1986	S61. 5. 14	134.1
4	1960	S35. 8. 29	132.7	31	1987	S62. 6. 20	134.3
5	1961	S36. 6. 25	104.6	32	1988	S63. 8. 13	167.5
6	1962	S37. 8. 13	104.2	33	1989	H1. 8. 27	121.3
7	1963	S38. 8. 25	57.6	34	1990	H2. 9. 19	228.4
8	1964	S39. 6. 19	76.9	35	1991	H3. 11. 27	113.6
9	1965	S40. 9. 14	252.9	36	1992	H4. 9. 29	214.2
10	1966	S41. 7. 1	114.7	37	1993	H5. 8. 10	142.3
11	1967	S42. 10. 13	157.1	38	1994	H6. 3. 8	92.3
12	1968	S43. 7. 28	157.3	39	1995	H7. 5. 11	254.7
13	1969	S44. 6. 25	124.9	40	1996	H8. 12. 17	99.8
14	1970	S45. 8. 21	128.9	41	1997	H9. 9. 6	208.9
15	1971	S46. 8. 30	167.9	42	1998	H10. 9. 22	252.9
16	1972	S47. 7. 6	262.0	43	1999	H11. 6. 29	313.8
17	1973	S48. 5. 2	118.1	44	2000	H12. 9. 11	153.4
18	1974	S49. 9. 27	165.2	45	2001	H13. 10. 9	207.2
19	1975	S50. 3. 20	118.1	46	2002	H14. 1. 21	92.2
20	1976	S51. 11. 17	137.9	47	2003	H15. 8. 9	121.7
21	1977	S52. 8. 24	196.1	48	2004	H16. 10. 20	194.5
22	1978	S53. 3. 10	67.7	49	2005	H17. 9. 7	103.8
23	1979	S54. 9. 1	181.5	50	2006	H18. 4. 11	145.6
24	1980	S55. 11. 21	172.5	51	2007	H19. 10. 26	102.6
25	1981	S56. 4. 19	86.5	52	2008	H20. 8. 27	206.7
26	1982	S57. 11. 29	151.2	53	2009	H21. 11. 11	200.3
27	1983	S58. 9. 28	86.1	54	2010	H22. 4. 27	225.5

【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。

<基準地点古庄>

1.Mann-Kendall 検定（定常/非定常性を確認）

昭和 32 年（1957 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 3 年（2021 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した。

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（令和 3 年（2021 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 3 年（2021 年）までの雨量データを用いた場合の基準地点古庄 1/100 確率雨量は 460mm/12hr となり、データ延伸による確率雨量に大きな差がないことを確認した。

<基準地点大原>

1.Mann-Kendall 検定（定常/非定常性を確認）

昭和 32 年（1957 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 3 年（2021 年）までのデータを対象とした検定結果を確認

⇒ データを平成 28 年（2016 年）まで延伸した場合に非定常性が確認されたため平成 27 年（2015 年）までデータ延伸を実施した。

2.近年降雨までデータ延伸を実施

平成 28 年（2016 年）までデータを延伸したところ非定常性が確認されたことから、定常性が確認できる平成 27 年（2015 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。

⇒ 平成 27 年（2015 年）までの雨量データを用いた場合の基準地点大原 1/100 確率雨量は 336.4mm/6h となりデータ延伸による確率雨量は、設定した計画対象降雨量と大きな差がないことを確認した。

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、計画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計画降雨波形を設定する。

今回、計画対象洪水の選定に当たっては、那賀川については、基準地点古庄のピーク流量が避難判断水位相当流量以上、かつ基準地点古庄上流域の降雨継続時間（12時間）内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25洪水を選定した。また、桑野川については、基準地点大原のピーク流量が氾濫危険水位相当流量以上、かつ基準地点大原上流域の降雨継続時間（6時間）内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13洪水を選定した。

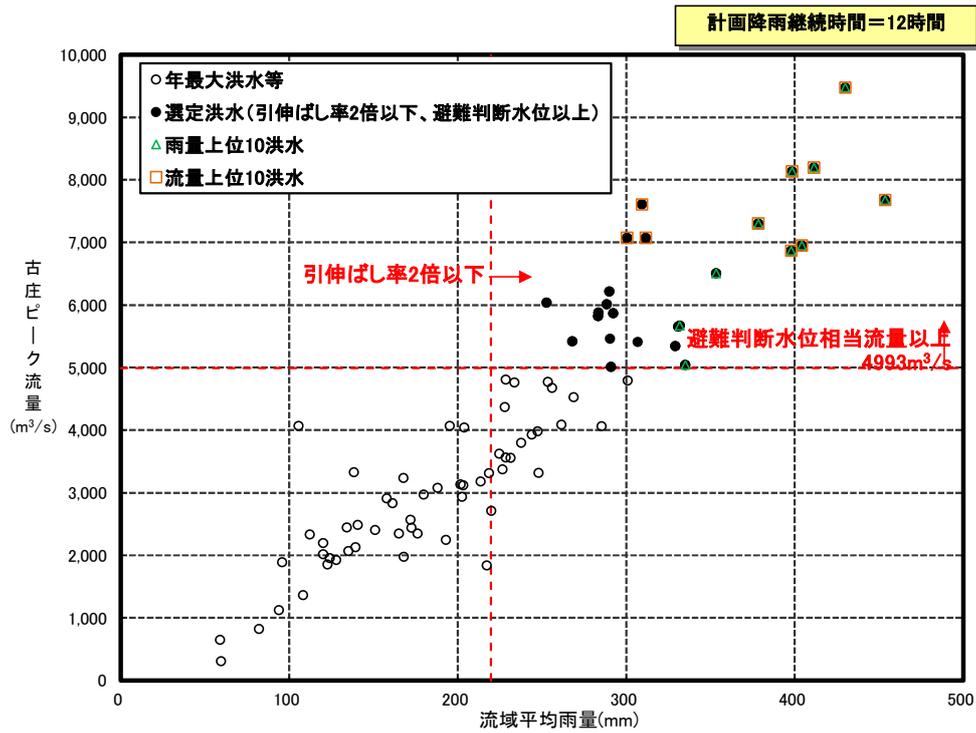


図 1.32 対象洪水の選定結果 (古庄地点)

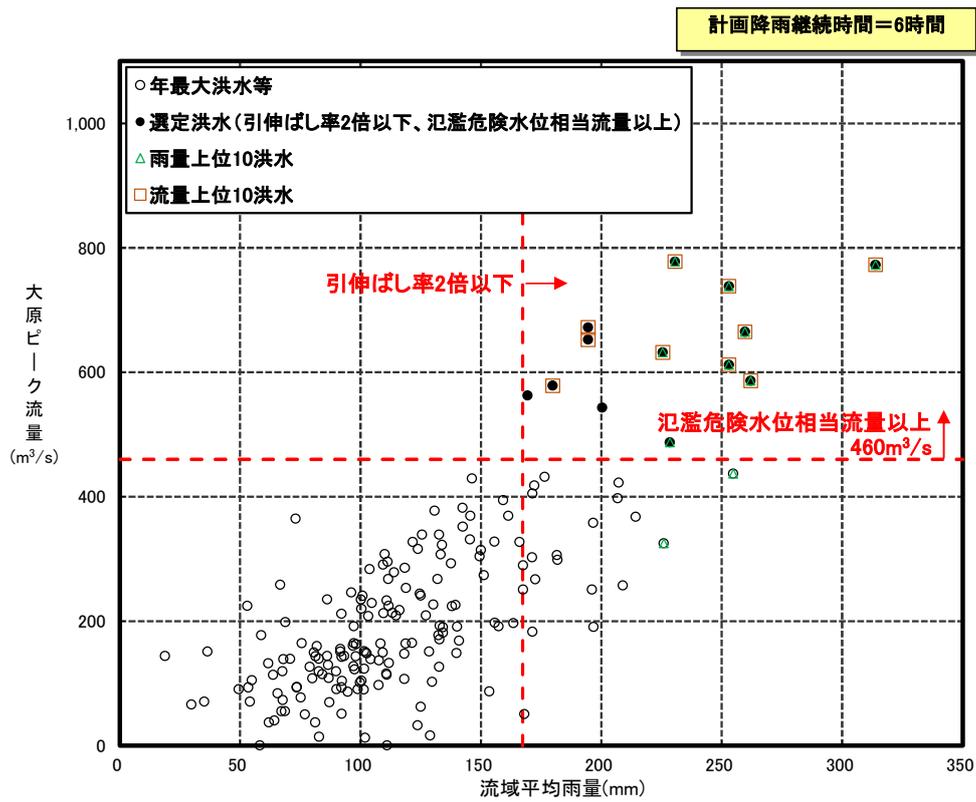


図 1.33 対象洪水の選定結果 (大原地点)

表 1.26 対象洪水の選定結果（基準地点古庄）

No.	洪水年月日			実績雨量 (mm/12hr)	実績流量 (m ³ /s)
1	S.	36.	9. 16	290.0	6,214
2	S.	36.	10. 27	283.5	5,877
3	S.	43.	7. 29	331.8	5,668
4	S.	45.	8. 21	353.4	6,504
5	S.	46.	8. 30	378.4	7,300
6	S.	49.	7. 7	268.1	5,418
7	S.	50.	8. 23	309.4	7,605
8	S.	54.	9. 30	252.7	6,037
9	S.	62.	10. 17	335.0	5,042
10	H.	2.	9. 19	300.4	7,074
11	H.	5.	8. 10	292.4	5,863
12	H.	9.	9. 17	288.4	6,011
13	H.	15.	8. 9	404.1	6,949
14	H.	16.	8. 1	329.1	5,342
15	H.	16.	8. 30	291.1	5,010
16	H.	16.	10. 20	398.4	8,133
17	H.	17.	9. 7	283.4	5,817
18	H.	19.	7. 15	331.0	5,652
19	H.	21.	8. 10	311.5	7,070
20	H.	23.	7. 19	397.9	6,867
21	H.	23.	9. 3	453.6	7,677
22	H.	26.	8. 10	430.0	9,476
23	H.	27.	7. 17	411.3	8,196
24	H.	30.	9. 30	290.5	5,458
25	R.	1.	8. 15	306.9	5,410

表 1.27 対象洪水の選定結果（基準地点大原）

No.	洪水年月日			実績雨量 (mm/6hr)	実績流量 (m ³ /s)
1	S	40.	9. 14	252.9	738
2	S	47.	7. 6	262.0	586
3	H	2.	9. 19	228.4	487
4	H	10.	5. 16	194.5	672
5	H	10.	9. 22	252.9	612
6	H	11.	6. 29	313.8	773
7	H	16.	10. 20	194.5	652
8	H	20.	4. 10	169.3	562
9	H	21.	11. 11	200.3	543
10	H	22.	4. 27	225.5	632
11	H	26.	8. 2	230.6	778
12	H	26.	8. 10	179.7	578
13	H	28.	9. 20	259.6	665

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、実績降雨波形を計画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、前項で設定した洪水について、引き伸ばし後の降雨の地域分布及び時間分布を確認し、計画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計画降雨波形を設定する。

棄却基準については、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。

なお、桑野川では、基準地点大原上流域は68km²と流域面積も小さいため、地域分布によるチェックは行わず、時間分布によるチェックを行うこととした。

1.9.2 地域分布の評価について

対象地域毎の年最大12時間雨量を用いて確率評価を行い、主要洪水における基準地点古庄上流域の最大12時間雨量が生起した時間帯の拡大雨量が1/500雨量を超過する場合、異常な引き伸ばしと評価した。

(1) 対象地域の選定

対象地域は、流域内の以下に示す3流域を選定した。

なお、この対象流域を選定した主な理由を以下に示す。

A：那賀川上流域

山間部であり、上流域（小見野々ダム上流域）のハイエトの確認用として選定。

B：那賀川中流域

山間部であり、中流域（小見野々ダム～長安口ダム地点間残流域）のハイエトの確認用として選定。

C：那賀川下流域

山間部と市街地が混合しており、下流域（長安口ダム～古庄地点間残流域）のハイエトの確認用として選定。

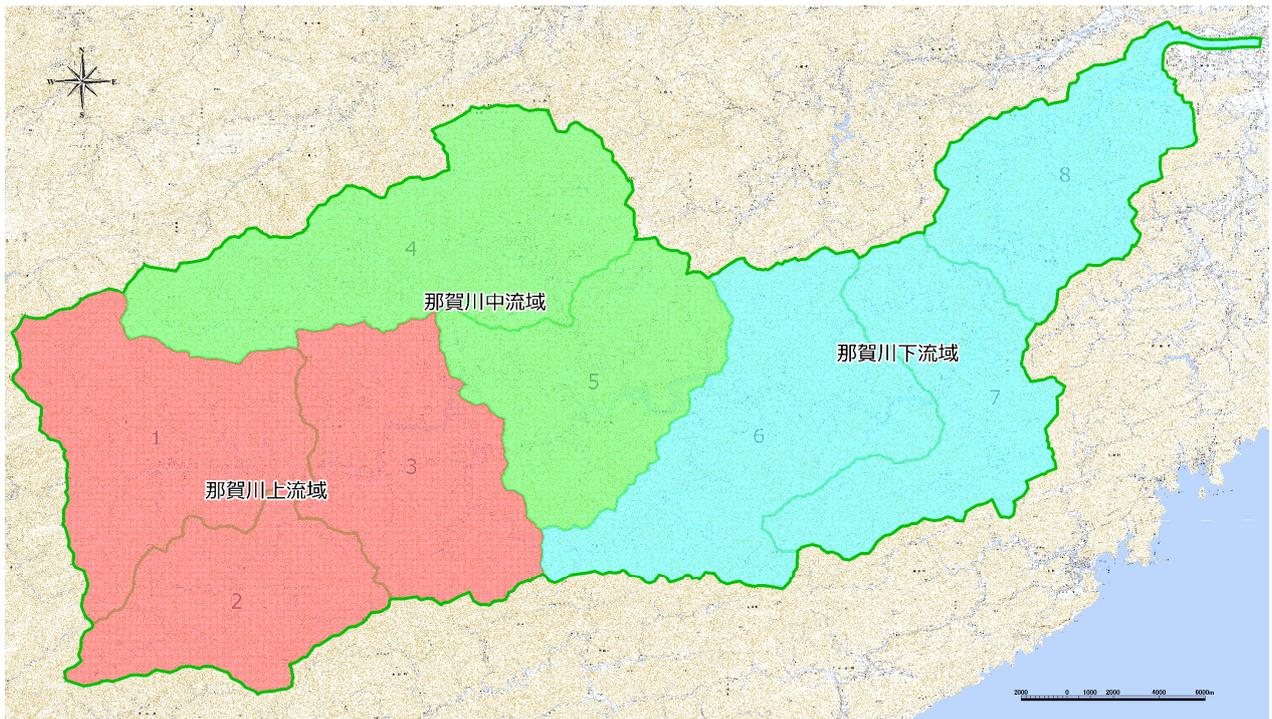


図 1.34 検討対象地域位置図

(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する。昭和 32 年（1957 年）～平成 22 年（2010 年）（54 年間）の年最大 12 時間雨量を用いて確率計算を行った結果、1/500 雨量は表 1.28 の通りとなった。

表 1.28(1) 12時間雨量 1/500 確率評価結果（那賀川上流域）

確率分布	計算方法	上流域			備考
		SLSC	確率1/500 12時間雨量 (mm)	確率1/500 Jackknife 推定誤差	
分布極値	指数分布 Exp	0.078	831	46.6	
	一般化極値分布 Gev	0.037	571	61.4	
	ゲンベル分布 Gumbel	0.048	705	38.0	
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.058	930	81.8	
布マガ型分	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法) LP3Rs	0.038	507	35.9	採用
	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法) LogP3	0.031	636	64.1	
対数正規分布型	岩井法 Iwai	0.034	630	50.0	
	石原・高瀬法 IshiTaka	0.036	569	36.5	
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.035	590	5593.2	
	対数正規分布3母数(Slade II) LN3PM	0.036	569	41.0	
	対数正規分布2母数(Slade I, L積率法) LN2LM	0.036	755	62.7	
	対数正規分布2母数(Slade I, 積率法) LN2PM	0.036	736	61.7	
	対数正規分布4母数(SladeIV, 積率法) LN4PM	—	—	—	

注: 時間雨量の統計範囲は昭和32年～平成22年
SLSC ≤ 0.040の計算手法の中で Jackknife の推定誤差が最小になる確率雨量を採用

表 1.28(2) 12時間雨量 1/500 確率評価結果（那賀川中流域）

確率分布	計算方法	中流域			備考
		SLSC	確率1/500 12時間雨量 (mm)	確率1/500 Jackknife 推定誤差	
分布極値	指数分布 Exp	0.087	804	44.4	
	一般化極値分布 Gev	0.045	518	39.5	
	ゲンベル分布 Gumbel	0.056	680	35.9	
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.069	973	91.2	
布マガ型分	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法) LP3Rs	0.031	449	29.6	
	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法) LogP3	0.027	556	65.5	
対数正規分布型	岩井法 Iwai	0.035	586	43.1	
	石原・高瀬法 IshiTaka	0.036	528	25.0	
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.036	528	103.8	
	対数正規分布3母数(Slade II) LN3PM	0.036	527	24.7	採用
	対数正規分布2母数(Slade I, L積率法) LN2LM	—	—	—	
	対数正規分布2母数(Slade I, 積率法) LN2PM	—	—	—	
	対数正規分布4母数(SladeIV, 積率法) LN4PM	—	—	—	

注: 時間雨量の統計範囲は昭和32年～平成22年
SLSC ≤ 0.040の計算手法の中で Jackknife の推定誤差が最小になる確率雨量を採用

表 1.28(3) 12時間雨量 1/500 確率評価結果（那賀川下流域）

確率分布	計算方法	下流域			備考
		SLSC	確率1/500 12時間雨量 (mm)	確率1/500 Jackknife 推定誤差	
分布極値	指数分布 Exp	0.059	642	43.6	
	一般化極値分布 Gev	0.024	497	62.6	
	グンベル分布 Gumbel	0.029	548	36.1	
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.041	683	63.5	
布マガ型分	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法) LP3Rs	0.030	446	37.2	
	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法) LogP3	—	—	—	
対数正規分布型	岩井法 Iwai	0.024	542	57.1	
	石原・高瀬法 IshiTaka	0.027	477	36.9	
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.026	487	67.2	
	対数正規分布3母数(Slade II) LN3PM	0.027	475	35.4	採用
	対数正規分布2母数(Slade I, L積率法) LN2LM	0.024	555	49.3	
	対数正規分布2母数(Slade I, 積率法) LN2PM	0.024	541	46.6	
	対数正規分布4母数(SladeIV, 積率法) LN4PM	—	—	—	

注: 時間雨量の統計範囲は昭和32年～平成22年
 SLSC ≤ 0.040の計算手法の中で Jackknife の推定誤差が最小になる確率雨量を採用

表 1.29 年最大 12 時間雨量一覽

No.	西曆	年	12時間雨量(mm)		
			那賀川上流域	那賀川中流域	那賀川下流域
1	1957	S32	172.9	139.1	135.0
2	1958	S33	235.7	215.3	236.9
3	1959	S34	188.5	216.5	225.7
4	1960	S35	352.1	369.4	205.6
5	1961	S36	348.3	331.6	303.1
6	1962	S37	124.0	131.1	148.2
7	1963	S38	268.2	208.9	142.2
8	1964	S39	303.8	240.3	148.4
9	1965	S40	390.5	276.8	356.6
10	1966	S41	175.6	153.0	154.3
11	1967	S42	304.9	238.5	202.2
12	1968	S43	349.6	346.3	303.5
13	1969	S44	214.1	200.5	184.5
14	1970	S45	406.6	393.3	284.3
15	1971	S46	387.8	394.6	366.5
16	1972	S47	261.3	188.5	213.0
17	1973	S48	159.1	104.8	122.2
18	1974	S49	296.7	380.5	238.7
19	1975	S50	335.4	396.3	226.4
20	1976	S51	444.1	250.5	204.4
21	1977	S52	176.1	149.8	223.7
22	1978	S53	137.3	118.1	128.1
23	1979	S54	288.6	303.6	310.6
24	1980	S55	261.0	224.7	181.9
25	1981	S56	103.7	97.6	107.0
26	1982	S57	334.1	310.7	258.8
27	1983	S58	165.4	128.6	176.7
28	1984	S59	202.9	201.8	118.0
29	1985	S60	149.1	145.0	151.8
30	1986	S61	116.7	119.7	156.7
31	1987	S62	409.9	385.2	229.6
32	1988	S63	209.1	218.1	265.6
33	1989	H1	300.1	304.4	264.9
34	1990	H2	294.1	312.3	311.5
35	1991	H3	180.7	212.5	140.2
36	1992	H4	306.6	281.6	238.7
37	1993	H5	352.0	321.9	250.7
38	1994	H6	262.4	245.0	160.7
39	1995	H7	164.8	205.0	179.4
40	1996	H8	213.4	227.4	184.6
41	1997	H9	333.5	319.5	227.8
42	1998	H10	199.0	241.0	336.2
43	1999	H11	248.6	247.9	172.9
44	2000	H12	192.0	148.0	168.9
45	2001	H13	178.4	207.7	256.8
46	2002	H14	143.5	197.3	132.6
47	2003	H15	475.7	411.8	335.1
48	2004	H16	414.3	387.1	392.3
49	2005	H17	404.0	297.9	164.5
50	2006	H18	205.7	202.6	281.5
51	2007	H19	404.0	329.8	264.8
52	2008	H20	137.3	108.1	179.8
53	2009	H21	396.9	387.2	266.5
54	2010	H22	228.6	180.1	210.3

(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確認する。なお、対象の時間は古庄地点における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1.30に示すとおりであり、13洪水が棄却となる。

表 1.30 地域分布の評価結果

通し No	洪水年月日	実績雨量(mm)		計画降雨 継続時間 内雨量 (mm/12hr)	拡大率	拡大後雨量(mm)			棄却 洪水
		基準地点	古庄 12時間			流域			
		12時間				那賀川 上流	那賀川 中流	那賀川 下流	
						12時間	12時間	12時間	
1	S. 36. 9. 16	290.0	439	1.514	527.7	481.2	323.8	×	
2	S. 36. 10. 27	283.5		1.549	369.7	514.0	453.4		
3	S. 43. 7. 29	331.8		1.323	462.9	458.5	401.8		
4	S. 45. 8. 21	353.4		1.242	497.7	483.5	353.4		
5	S. 46. 8. 30	378.4		1.160	447.3	458.1	424.3		
6	S. 49. 7. 7	268.1		1.637	472.2	593.7	354.4	×	
7	S. 50. 8. 23	309.4		1.419	470.2	552.7	321.5	×	
8	S. 54. 9. 30	252.7		1.737	501.9	528.0	314.3	×	
9	S. 62. 10. 17	335.0		1.310	535.3	505.4	301.2	×	
10	H. 2. 9. 19	300.4		1.461	424.7	456.9	450.0		
11	H. 5. 8. 10	292.4		1.501	495.1	466.7	376.8		
12	H. 9. 9. 17	288.4		1.522	505.2	484.8	344.0		
13	H. 15. 8. 9	404.1		1.086	517.1	447.6	363.0	×	
14	H. 16. 8. 1	329.1		1.334	469.1	431.5	416.8		
15	H. 16. 8. 30	291.1		1.508	620.3	481.7	240.3	×	
16	H. 16. 10. 20	398.4		1.102	457.0	427.0	432.7		
17	H. 17. 9. 7	283.4		1.549	626.2	461.7	250.4	×	
18	H. 19. 7. 15	331.0		1.326	536.1	437.6	349.7	×	
19	H. 21. 8. 10	311.5		1.409	556.4	546.3	266.5	×	
20	H. 23. 7. 19	397.9		1.103	487.3	497.8	348.2		
21	H. 23. 9. 3	453.6		0.968	509.7	454.3	384.3	×	
22	H. 26. 8. 10	430.0		1.021	504.5	470.2	356.2		
23	H. 27. 7. 17	411.3		1.067	473.4	424.9	419.1		
24	H. 30. 9. 30	290.5		1.511	531.3	454.5	352.9	×	
25	R. 1. 8. 15	306.9		1.430	567.8	530.0	257.9	×	
棄却基準値 【1/500雨量】		-	-	-	507	527	475		

※ : 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、①SLSC \leq 0.04以下かつ②Jackknife推定誤差が最小となる手法の値による

1.9.3 時間分布の評価

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) 対象時間の選定

対象時間の考え方については、基準地点古庄については、対象降雨の降雨継続時間である 12 時間の 1/2 である『6 時間』、角屋式から得られる洪水到達時間の平均値である『7 時間』を対象とした。基準地点大原については、対象降雨の降雨継続時間である 6 時間の 1/2 である『3 時間』、角屋式から得られる洪水到達時間の平均値である『4 時間』を対象とした。

(2) 棄却基準値の選定

昭和 32 年（1957 年）～平成 22 年（2010 年）の年最大雨量（基準地点古庄：6 時間雨量及び 7 時間雨量、基準地点大原：3 時間雨量、4 時間雨量）を用いて確率計算を行った結果、確率 1/500 雨量は以下の通りとなった。

表 1.31 6 時間雨量 1/500 確率評価結果（基準地点古庄）

確率分布	計算方法	古庄			備考
		SLSC	確率1/500 6時間雨量 (mm)	確率1/500 Jackknife 推定誤差	
分布極値型	指数分布 Exp	0.063	475	31.9	
	一般化極値分布 Gev	0.024	349	49.9	
	グンベル分布 Gumbel	0.033	404	25.9	採用
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.047	522	47.9	
布マガ型分	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法) LP3Rs	0.034	317	34.8	
	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法) LogP3	0.028	376	45.4	
対数正規分布型	岩井法 Iwai	0.029	384	42.0	
	石原・高瀬法 IshiTaka	0.030	346	32.8	
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.029	383	46.7	
	対数正規分布3母数(Slade II) LN3PM	0.030	345	32.1	
	対数正規分布2母数(Slade I, L積率法) LN2LM	0.030	424	38.3	
	対数正規分布2母数(Slade I, 積率法) LN2PM	0.030	414	37.1	
	対数正規分布4母数(SladeIV, 積率法) LN4PM	—	—	—	

注: 時間雨量の統計範囲は昭和32年～平成22年
SLSC ≤ 0.040 の計算手法の中で Jackknife の推定誤差が最小になる確率雨量を採用

表 1.32 7 時間雨量 1/500 確率評価結果（基準地点古庄）

確率分布	計算方法	古庄			備考
		SLSC	確率1/500 7時間雨量 (mm)	確率1/500 Jackknife 推定誤差	
分布極値型	指数分布 Exp	0.060	527	37.1	
	一般化極値分布 Gev	0.024	401	58.4	
	グンベル分布 Gumbel	0.030	448	30.1	採用
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.044	575	54.9	
布マガ型分	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法) LP3Rs	0.033	361	39.1	
	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法) LogP3	0.027	422	52.5	
対数正規分布型	岩井法 Iwai	0.028	440	49.1	
	石原・高瀬法 IshiTaka	0.029	391	37.5	
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.028	426	58.6	
	対数正規分布3母数(Slade II) LN3PM	0.029	389	36.6	
	対数正規分布2母数(Slade I, L積率法) LN2LM	0.028	468	44.4	
	対数正規分布2母数(Slade I, 積率法) LN2PM	0.029	458	42.7	
	対数正規分布4母数(SladeIV, 積率法) LN4PM	—	—	—	

注: 時間雨量の統計範囲は昭和32年～平成22年
SLSC ≤ 0.040 の計算手法の中で Jackknife の推定誤差が最小になる確率雨量を採用

表 1.33 3 時間雨量 1/500 確率評価結果（基準地点大原）

確率分布	計算方法	大原			備考
		SLSC	確率1/500 3時間雨量 (mm)	確率1/500 Jackknife 推定誤差	
分布極値型	指数分布 Exp	0.036	352.1	38.1	
	一般化極値分布 Gev	0.027	372.8	69.7	
	グンベル分布 Gumbel	0.037	297.8	30.8	採用
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.027	355.4	39.3	
布マガ型分	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法) LP3Rs	0.029	305.8	584.1	
	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法) LogP3	0.023	351.4	61.3	
対数正規分布型	岩井法 Iwai	0.023	333.0	53.5	
	石原・高瀬法 IshiTaka	0.023	325.7	32.0	
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.025	306.5	44.7	
	対数正規分布3母数(Slade II) LN3PM	0.023	323.0	31.8	
	対数正規分布2母数(Slade I, L積率法) LN2LM	0.027	300.0	41.1	
	対数正規分布2母数(Slade I, 積率法) LN2PM	0.027	299.4	38.2	
	対数正規分布4母数(SladeIV, 積率法) LN4PM	—	—	—	

注: 時間雨量の統計範囲は昭和32年～平成22年

SLSC ≤ 0.040 の計算手法の中で Jackknife の推定誤差が最小になる確率雨量を採用

表 1.34 4 時間雨量 1/500 確率評価結果（基準地点大原）

確率分布	計算方法	大原			備考
		SLSC	確率1/500 4時間雨量 (mm)	確率1/500 Jackknife 推定誤差	
分布極値型	指数分布 Exp	0.032	403.8	40.8	
	一般化極値分布 Gev	0.022	406.5	75.6	
	グンベル分布 Gumbel	0.028	342.4	33.0	採用
	平方根指数型最大値分布 SqrtEt	0.022	405.2	41.5	
布マガ型分	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法) LP3Rs	—	—	—	
	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法) LogP3	0.021	392.4	64.3	
対数正規分布型	岩井法 Iwai	0.022	358.7	65.9	
	石原・高瀬法 IshiTaka	0.022	363.2	43.3	
	対数正規分布3母数クォンタイル法 LN3Q	0.021	380.4	66.9	
	対数正規分布3母数(Slade II) LN3PM	0.022	360.1	42.8	
	対数正規分布2母数(Slade I, L積率法) LN2LM	0.026	342.2	42.9	
	対数正規分布2母数(Slade I, 積率法) LN2PM	0.026	338.9	39.9	
	対数正規分布4母数(SladeIV, 積率法) LN4PM	—	—	—	

注: 時間雨量の統計範囲は昭和32年～平成22年

SLSC ≤ 0.040 の計算手法の中で Jackknife の推定誤差が最小になる確率雨量を採用

表 1.35 年最大短時間雨量一覽（基準地点古庄）

No.	西曆	年	基準地点古庄年最大雨量(mm)	
			6時間雨量	7時間雨量
1	1957	S32	98.4	107.8
2	1958	S33	120.5	140.5
3	1959	S34	135.0	146.4
4	1960	S35	184.0	208.9
5	1961	S36	174.1	197.5
6	1962	S37	81.5	95.0
7	1963	S38	94.3	112.1
8	1964	S39	151.7	159.9
9	1965	S40	186.6	194.9
10	1966	S41	80.3	94.6
11	1967	S42	205.7	210.8
12	1968	S43	226.6	252.8
13	1969	S44	146.5	155.6
14	1970	S45	218.8	245.9
15	1971	S46	255.8	287.1
16	1972	S47	130.9	145.9
17	1973	S48	97.2	104.6
18	1974	S49	170.1	190.1
19	1975	S50	190.9	214.5
20	1976	S51	140.3	154.2
21	1977	S52	100.7	115.8
22	1978	S53	63.2	69.0
23	1979	S54	215.7	228.2
24	1980	S55	133.9	147.7
25	1981	S56	62.1	67.3
26	1982	S57	188.4	212.3
27	1983	S58	88.4	101.6
28	1984	S59	111.1	115.0
29	1985	S60	105.0	111.7
30	1986	S61	86.4	95.7
31	1987	S62	263.8	282.4
32	1988	S63	177.5	182.9
33	1989	H1	199.0	218.7
34	1990	H2	187.4	206.6
35	1991	H3	111.1	120.7
36	1992	H4	141.6	157.7
37	1993	H5	184.7	202.1
38	1994	H6	140.5	150.2
39	1995	H7	103.2	117.5
40	1996	H8	101.7	115.5
41	1997	H9	211.0	229.8
42	1998	H10	172.1	183.6
43	1999	H11	118.5	132.9
44	2000	H12	96.1	103.8
45	2001	H13	143.2	159.4
46	2002	H14	80.7	87.5
47	2003	H15	229.9	276.4
48	2004	H16	293.5	329.0
49	2005	H17	178.1	200.4
50	2006	H18	144.4	157.5
51	2007	H19	170.2	195.0
52	2008	H20	97.1	101.9
53	2009	H21	206.6	244.6
54	2010	H22	119.6	134.5

表 1.36 年最大短時間雨量一覽（基準地点大原）

No.	西曆	年	基準地点大原年最大雨量(mm)	
			3時間雨量	4時間雨量
1	1957	S32	77.3	94.9
2	1958	S33	88.0	114.8
3	1959	S34	107.7	131.8
4	1960	S35	94.6	114.7
5	1961	S36	70.7	78.0
6	1962	S37	87.6	97.2
7	1963	S38	57.6	57.6
8	1964	S39	42.0	61.3
9	1965	S40	152.0	186.3
10	1966	S41	76.7	91.4
11	1967	S42	96.7	114.7
12	1968	S43	105.8	115.0
13	1969	S44	93.5	104.2
14	1970	S45	99.4	117.5
15	1971	S46	99.3	124.5
16	1972	S47	218.7	236.6
17	1973	S48	84.2	94.6
18	1974	S49	104.6	132.7
19	1975	S50	81.9	97.5
20	1976	S51	113.1	130.5
21	1977	S52	118.5	154.7
22	1978	S53	56.3	62.3
23	1979	S54	107.5	145.7
24	1980	S55	111.7	134.2
25	1981	S56	64.0	75.5
26	1982	S57	92.6	116.6
27	1983	S58	52.3	63.4
28	1984	S59	80.5	96.8
29	1985	S60	100.6	115.8
30	1986	S61	71.3	90.4
31	1987	S62	104.0	120.4
32	1988	S63	104.0	139.1
33	1989	H1	79.1	99.1
34	1990	H2	151.7	182.8
35	1991	H3	74.5	85.1
36	1992	H4	169.4	187.3
37	1993	H5	118.3	123.6
38	1994	H6	58.3	72.3
39	1995	H7	200.1	244.6
40	1996	H8	61.1	82.6
41	1997	H9	145.9	169.7
42	1998	H10	224.5	235.9
43	1999	H11	233.3	279.7
44	2000	H12	85.8	104.3
45	2001	H13	155.1	166.0
46	2002	H14	49.6	67.2
47	2003	H15	88.1	100.2
48	2004	H16	114.2	133.5
49	2005	H17	70.7	81.1
50	2006	H18	74.2	97.3
51	2007	H19	90.6	95.8
52	2008	H20	133.5	159.8
53	2009	H21	133.4	160.4
54	2010	H22	179.1	197.2

(3) 時間分布の雨量評価

前項にて選定した短時間について、拡大後雨量の異常性評価を確認する。

各時間の拡大後雨量及び 1/500 雨量は表 1.37 及び表 1.38 に示すとおりであり、基準地点古庄、基準地点大原ともに棄却される洪水はなかった。

表 1.37 時間分布の評価結果（基準地点古庄）

No	洪水年月日	基準地点古庄 実績雨量 (mm)	基準地点 古庄 拡大率	拡大後雨量 (mm)	
		12時間		6時間	7時間
1	S36. 9. 16	290. 0	1. 514	263. 6	298. 9
2	S36. 10. 27	283. 5	1. 549	251. 7	288. 2
3	S43. 7. 29	331. 8	1. 323	299. 7	334. 4
4	S45. 8. 21	353. 4	1. 242	271. 8	305. 4
5	S46. 8. 30	378. 4	1. 160	296. 7	333. 0
6	S49. 7. 7	268. 1	1. 637	278. 5	311. 3
7	S50. 8. 23	309. 4	1. 419	270. 9	304. 3
8	S54. 9. 30	252. 7	1. 737	374. 8	396. 4
9	S62. 10. 17	335. 0	1. 310	345. 8	370. 2
10	H2. 9. 19	300. 4	1. 461	274. 0	302. 0
11	H5. 8. 10	292. 4	1. 501	273. 2	303. 5
12	H9. 9. 17	288. 4	1. 522	321. 3	349. 9
13	H15. 8. 9	404. 1	1. 086	249. 7	300. 1
14	H16. 8. 1	329. 1	1. 334	247. 0	272. 6
15	H16. 8. 30	291. 1	1. 508	285. 5	319. 0
16	H16. 10. 20	398. 4	1. 102	323. 4	362. 6
17	H17. 9. 7	283. 4	1. 549	275. 8	310. 3
18	H19. 7. 15	331. 0	1. 326	225. 7	258. 6
19	H21. 8. 10	311. 5	1. 409	291. 2	344. 8
20	H23. 7. 19	397. 9	1. 103	232. 8	258. 0
21	H23. 9. 3	453. 6	0. 968	265. 3	303. 7
22	H26. 8. 10	430. 0	1. 021	265. 9	306. 9
23	H27. 7. 17	411. 3	1. 067	303. 3	334. 8
24	H30. 9. 30	290. 5	1. 511	328. 2	355. 0
25	R1. 8. 15	306. 9	1. 430	255. 0	287. 7
棄却基準値 【1/500雨量】		-	-	404	448

表 1.38 時間分布の評価結果（基準地点大原）

No	洪水年月日	基準地点大原 実績雨量 (mm)	基準地点 大原 拡大率	拡大後雨量 (mm)	
		6時間		3時間	4時間
1	S. 40. 9. 14	252. 9	1. 323	201. 1	246. 5
2	S. 47. 7. 6	262. 0	1. 277	279. 3	297. 1
3	H. 2. 9. 19	228. 4	1. 465	222. 2	267. 8
4	H. 10. 5. 16	194. 5	1. 720	231. 7	258. 9
5	H. 10. 9. 22	252. 9	1. 323	297. 0	312. 1
6	H. 11. 6. 29	313. 8	1. 066	248. 7	298. 2
7	H. 16. 10. 20	194. 5	1. 720	175. 6	229. 6
8	H. 20. 4. 10	169. 3	1. 976	263. 8	298. 8
9	H. 21. 11. 11	200. 3	1. 670	222. 8	267. 9
10	H. 22. 4. 27	225. 5	1. 484	265. 8	292. 7
11	H. 26. 8. 2	230. 6	1. 451	232. 0	269. 3
12	H. 26. 8. 10	179. 7	1. 862	192. 3	232. 0
13	H. 28. 9. 20	259. 6	1. 289	232. 0	288. 6
棄却基準値 【1/500雨量】		-	-	297. 8	342. 4

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 確率規模に 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、流出計算を行うと基準地点古庄において 7,481~12,365m³/s（表 1.39、図 1.35）、基準地点大原において 1,025~1,587m³/s（表 1.40、図 1.36）となる。

なお、降雨の範囲が著しく偏った洪水については棄却した。

表 1.39 主要洪水における流出計算結果（基準地点古庄）

通しNo.	洪水				基準地点古庄上流域			基準地点古庄 基本高水の ピーク流量 (m ³ /s)	棄却	
					実績雨量 (mm/12hr)	計画規模 降雨量×1.1倍 (mm/12hr)	拡大率		時間 分布	地域 分布
1	S.	36	9	16	290.0	483	1.666	10,709		棄却
2	S.	36	10	27	283.5	483	1.704	8,197		
3	S.	43	7	29	331.8	483	1.456	8,357		
4	S.	45	8	21	353.4	483	1.367	7,481		
5	S.	46	8	30	378.4	483	1.276	9,488		
6	S.	49	7	7	268.1	483	1.802	11,629		棄却
7	S.	50	8	23	309.4	483	1.561	11,048		棄却
8	S.	54	9	30	252.7	483	1.911	12,626		棄却
9	S.	62	10	17	335.0	483	1.442	9,827		棄却
10	H.	2	9	19	300.4	483	1.608	12,365		
11	H.	5	8	10	292.4	483	1.652	10,396		
12	H.	9	9	17	288.4	483	1.675	12,118		
13	H.	15	8	9	404.1	483	1.195	8,993		棄却
14	H.	16	8	1	329.1	483	1.468	8,367		
15	H.	16	8	30	291.1	483	1.659	9,794		棄却
16	H.	16	10	20	398.4	483	1.212	9,665		
17	H.	17	9	7	283.4	483	1.704	11,735		棄却
18	H.	19	7	15	331.0	483	1.459	9,042		棄却
19	H.	21	8	10	311.5	483	1.551	12,428		棄却
20	H.	23	7	19	397.9	483	1.214	8,733		
21	H.	23	9	3	453.6	483	1.065	8,663		棄却
22	H.	26	8	10	430.0	483	1.123	10,562		
23	H.	27	7	17	411.3	483	1.174	8,527		
24	H.	30	9	30	290.5	483	1.663	10,510		棄却
25	R.	1	8	15	306.9	483	1.574	10,021		棄却

※グレー着色：短時間雨量あるいは小流域が著しい引き伸ばしとなっている洪水

表 1.40 主要洪水における流出計算結果（基準地点大原）

通しNo.	洪水				基準地点大原上流域			基準地点大原 基本高水の ピーク流量 (m ³ /s)	棄却	
					実績雨量 (mm/6hr)	計画規模 降雨量×1.1倍 (mm/6hr)	拡大率		時間 分布	地域 分布
1	S	40	9	14	252.9	368	1.455	1,196		
2	S	47	7	6	262.0	368	1.405	1,025		
3	H	2	9	19	228.4	368	1.611	1,251		
4	H	10	5	16	194.5	368	1.892	1,371		
5	H	10	9	22	252.9	368	1.455	1,587		
6	H	11	6	29	313.8	368	1.173	1,150		
7	H	16	10	20	194.5	368	1.892	1,127		
8	H	20	4	10	169.3	368	2.174	1,363		
9	H	21	11	11	200.3	368	1.837	1,373		
10	H	22	4	27	225.5	368	1.632	1,337		
11	H	26	8	2	230.6	368	1.596	1,283		
12	H	26	8	10	179.7	368	2.048	1,230		
13	H	28	9	20	259.6	368	1.418	1,199		

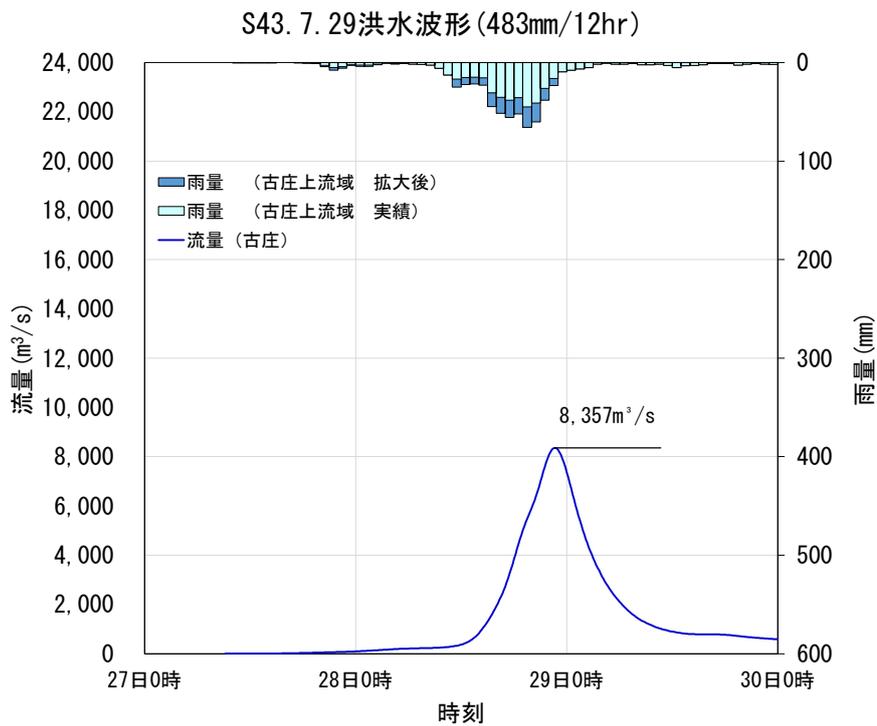
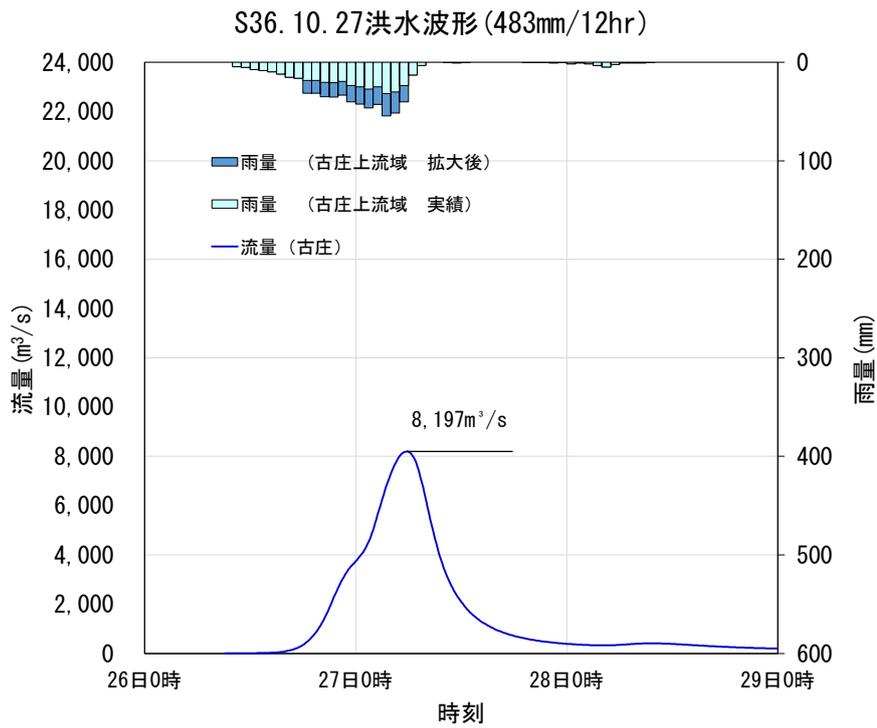
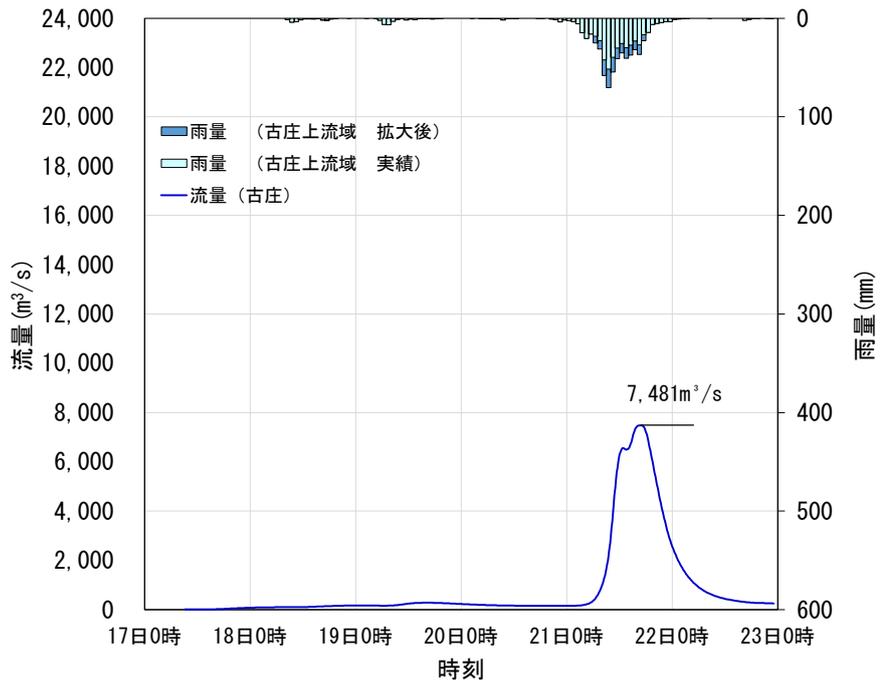


図 1. 35(1) 基本高水ハイドログラフ (基準地点古庄)

S45. 8. 21洪水波形(483mm/12hr)



S46. 8. 30洪水波形(483mm/12hr)

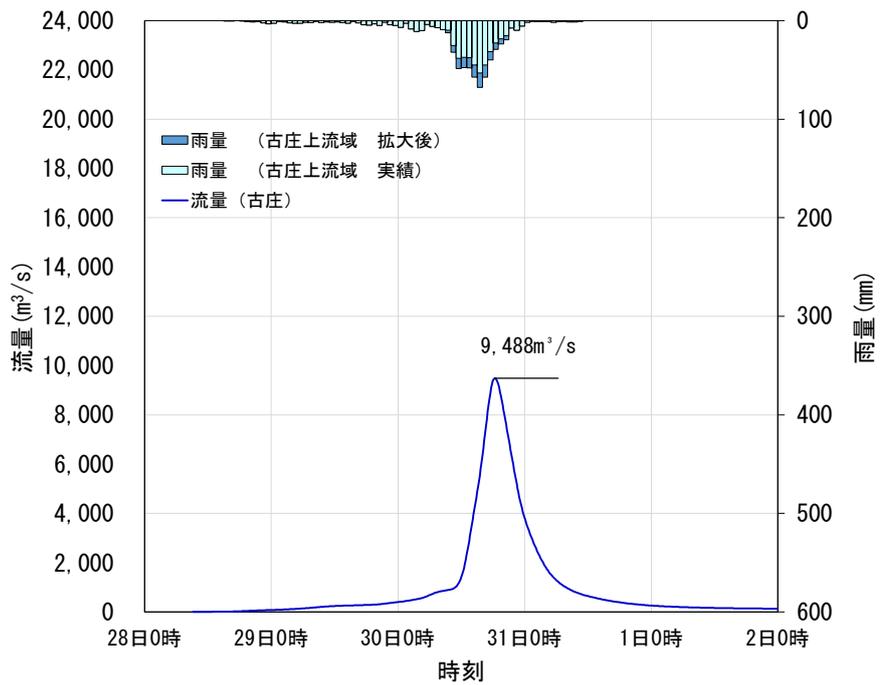
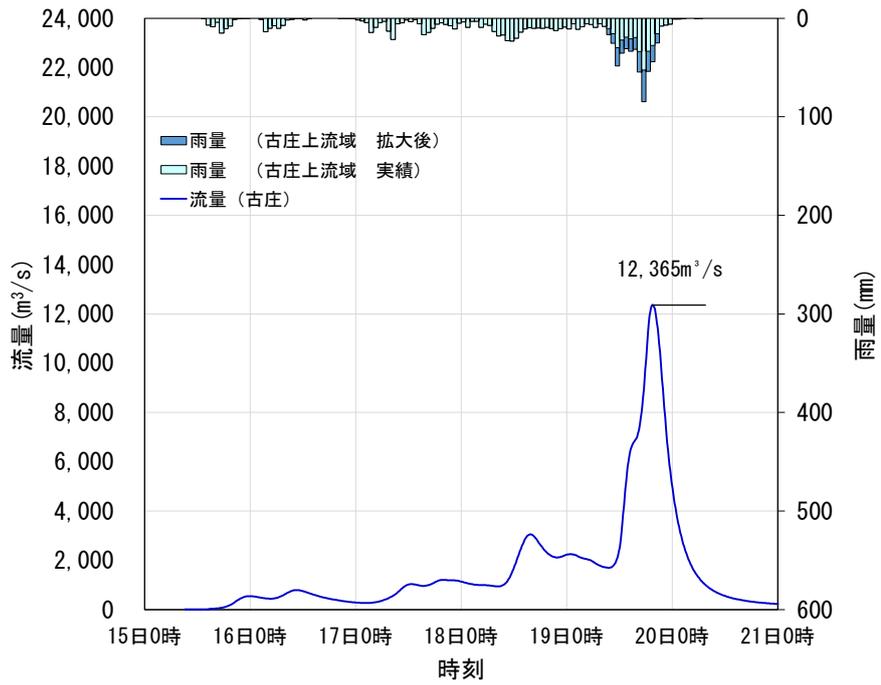


図 1.35(2) 基本高水ハイドログラフ (基準地点古庄)

H2. 9. 19洪水波形 (483mm/12hr)



H5. 8. 10洪水波形 (483mm/12hr)

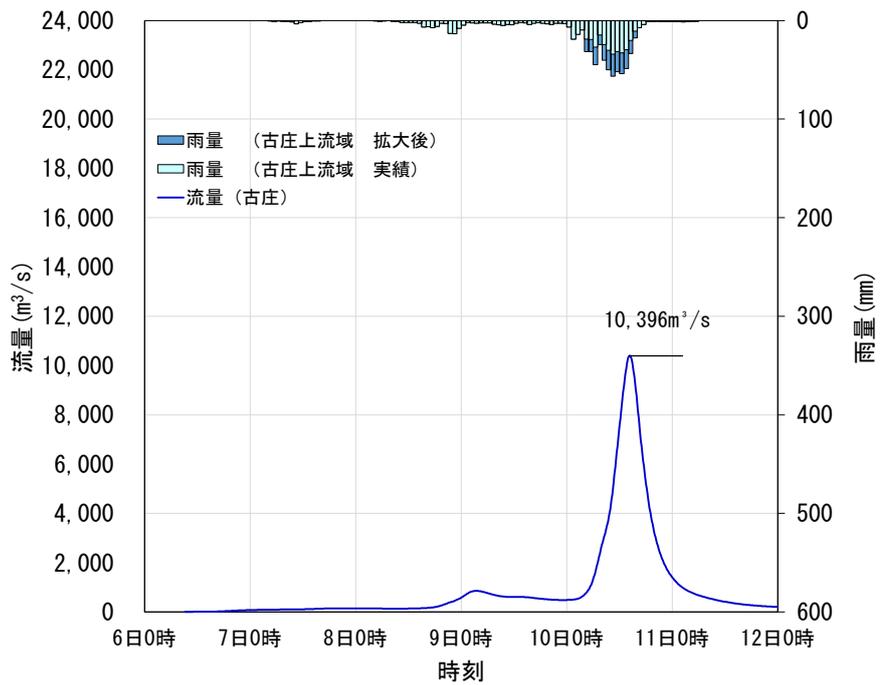


図 1.35(3) 基本高水ハイドログラフ (基準地点古庄)

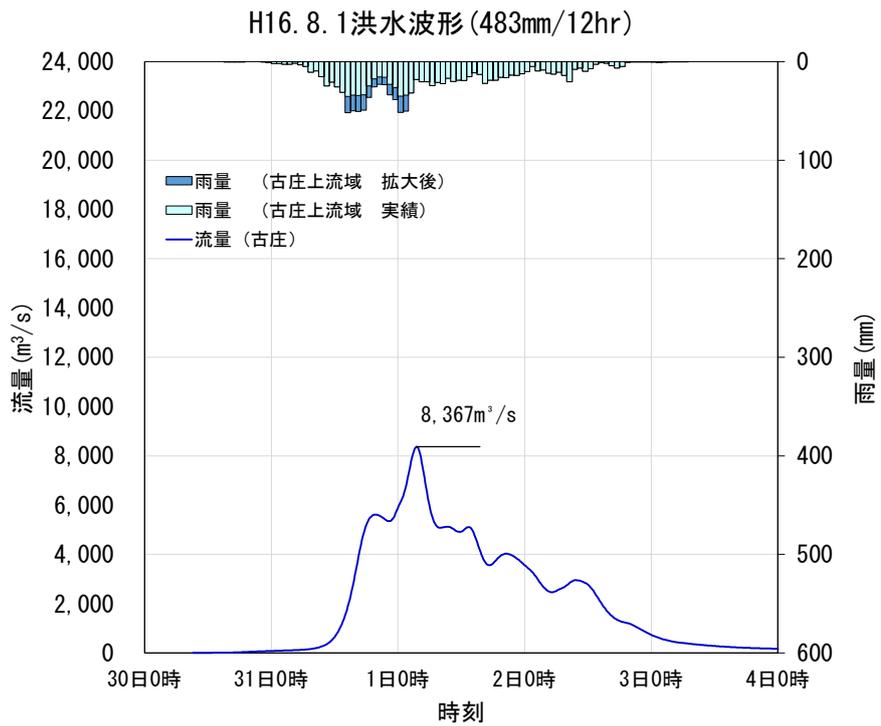
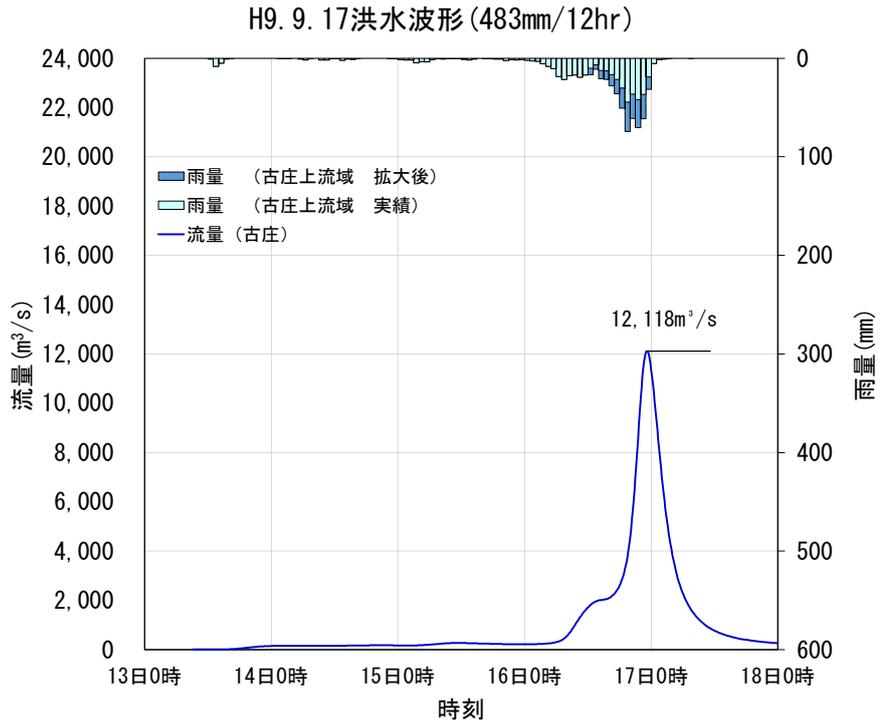


図 1.35(4) 基本高水ハイドログラフ (基準地点古庄)

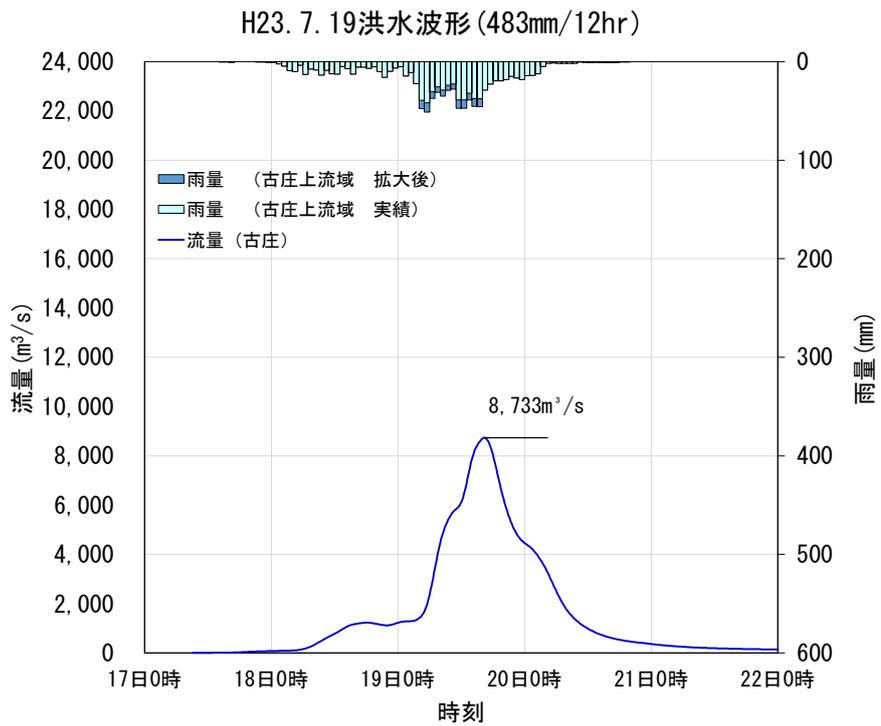
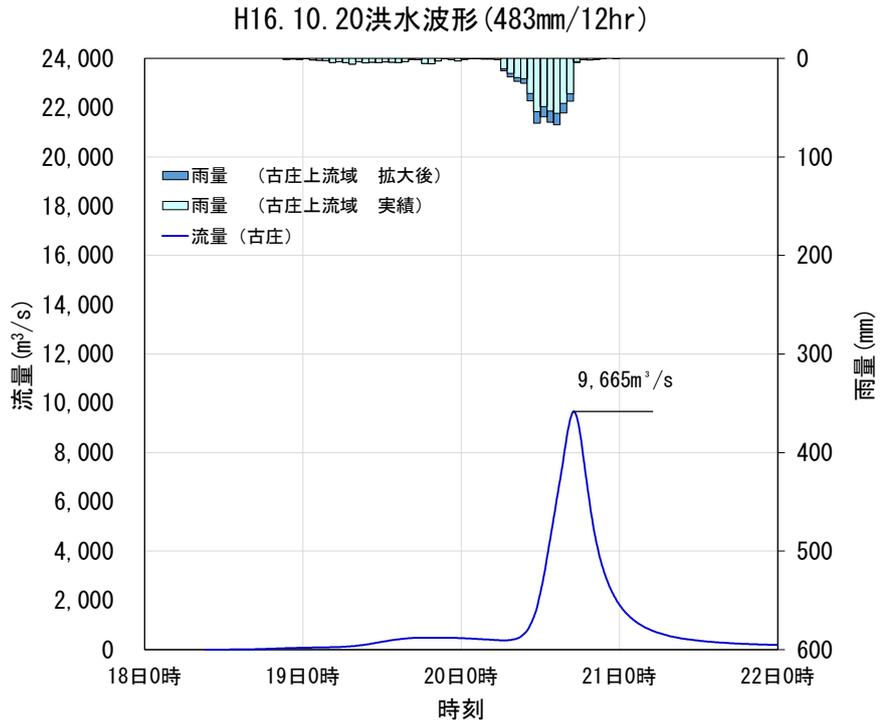


図 1.35(5) 基本高水ハイドログラフ (基準地点古庄)

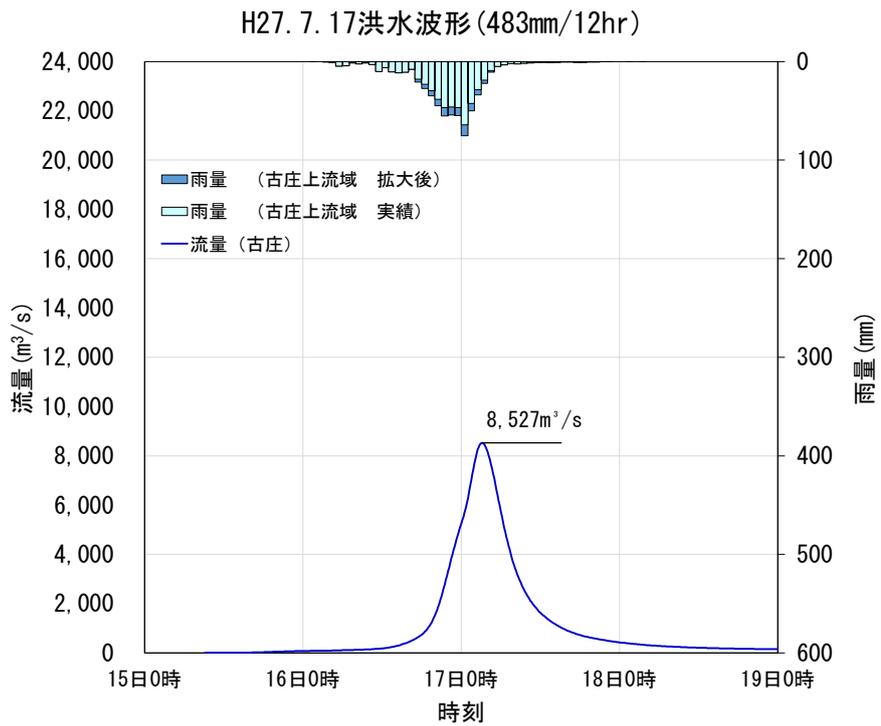
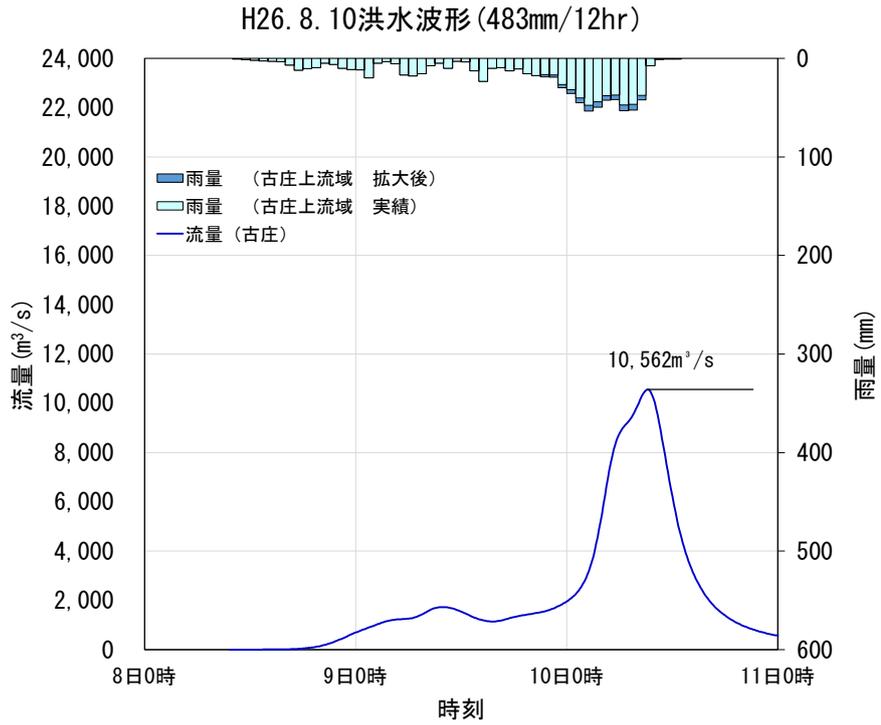


図 1.35(6) 基本高水ハイドログラフ (基準地点古庄)

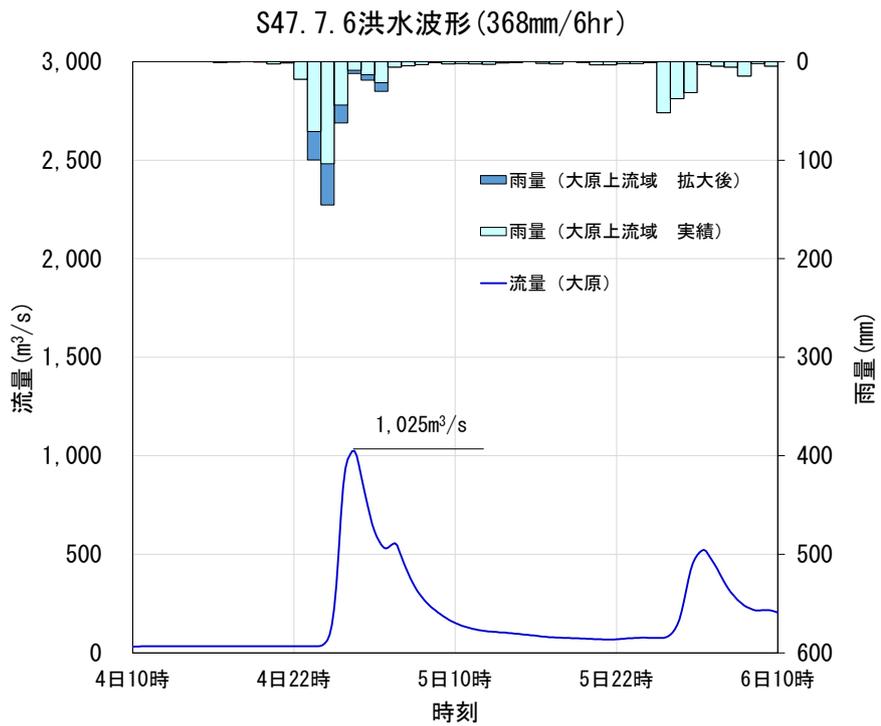
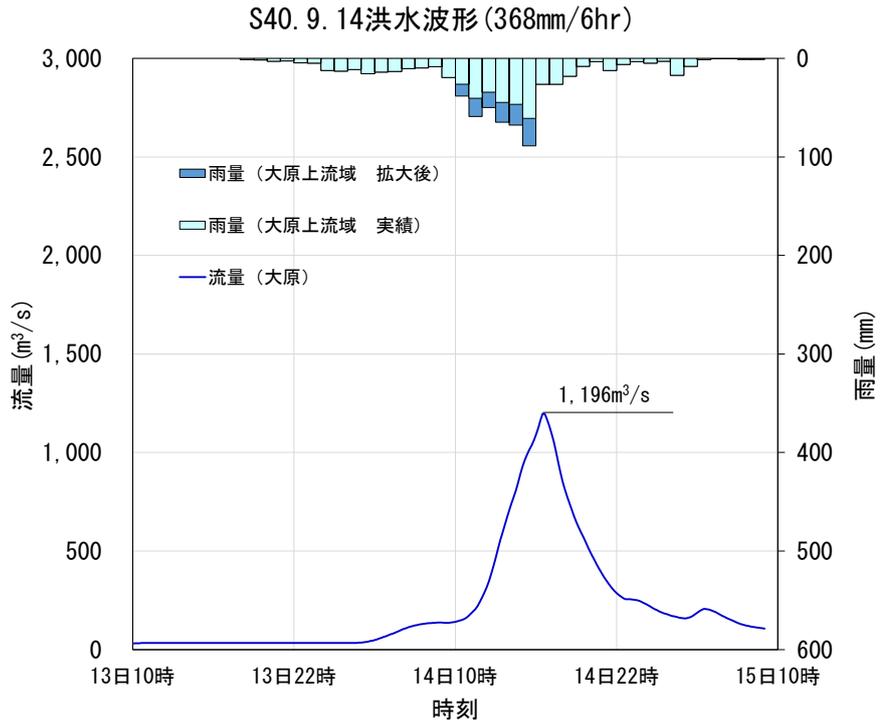


図 1.36(1) 基本高水ハイドログラフ (基準地点大原)

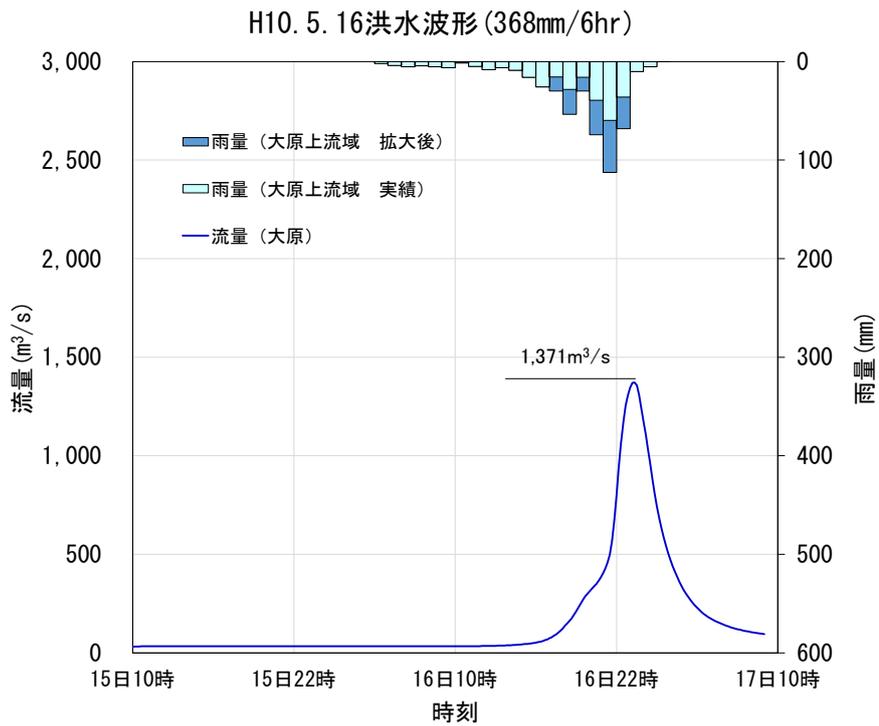
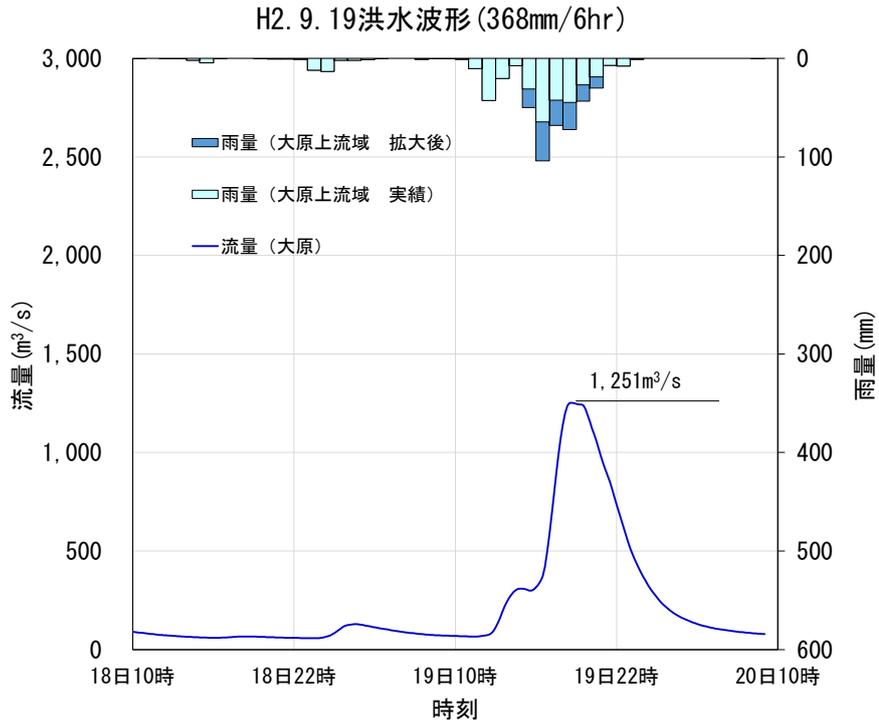


図 1.36(2) 基本高水ハイドログラフ (基準地点大原)

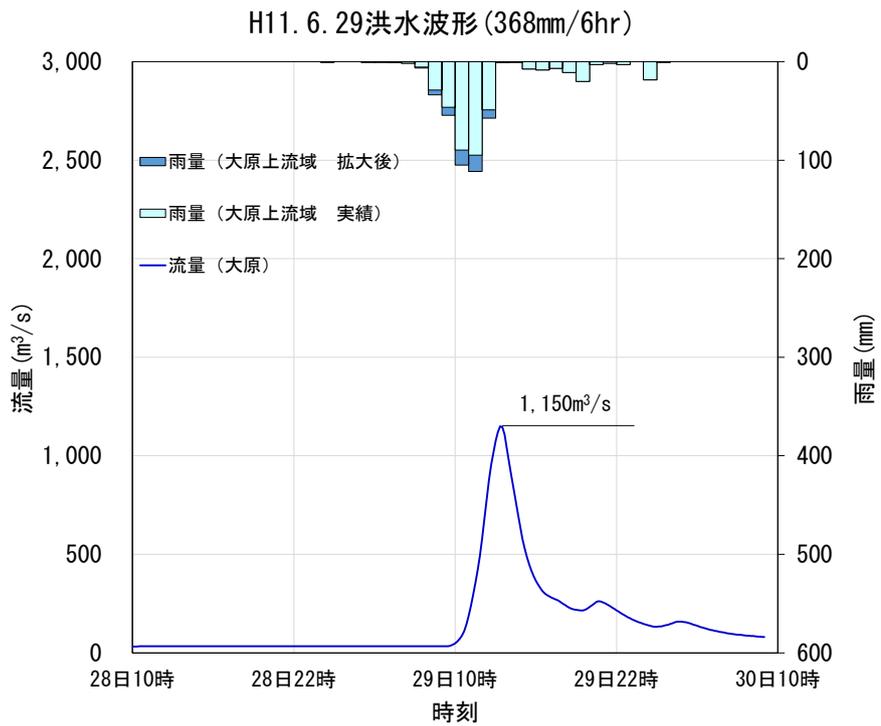
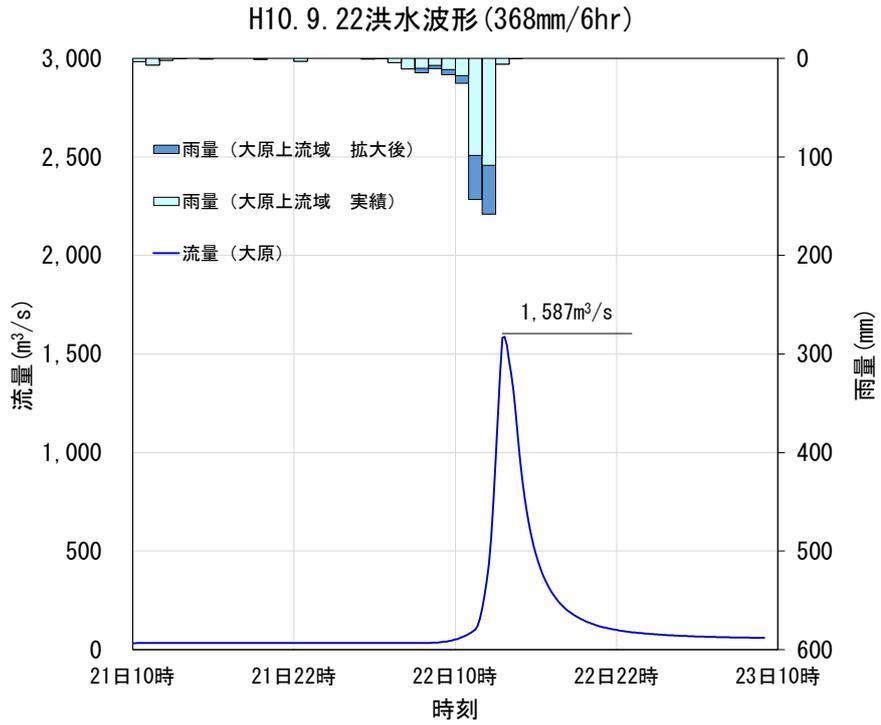


図 1.36(3) 基本高水ハイドログラフ (基準地点大原)

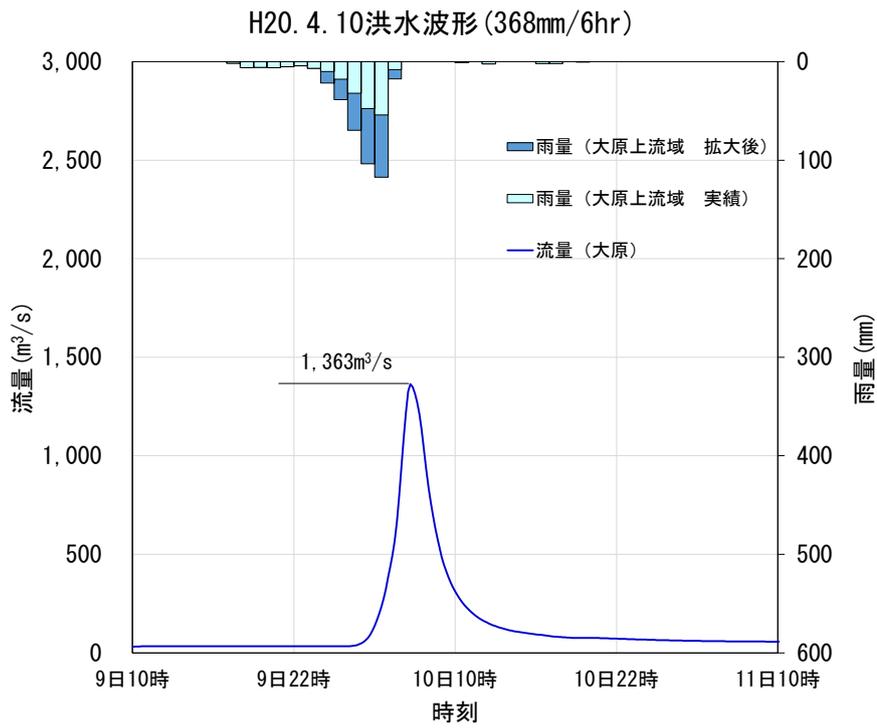
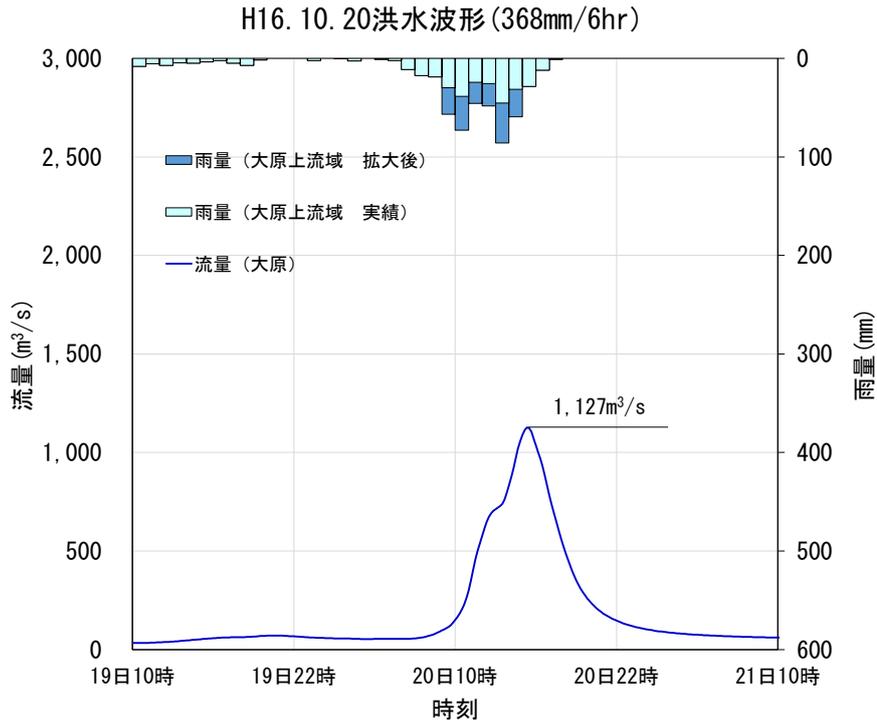


図 1.36(4) 基本高水ハイドログラフ (基準地点大原)

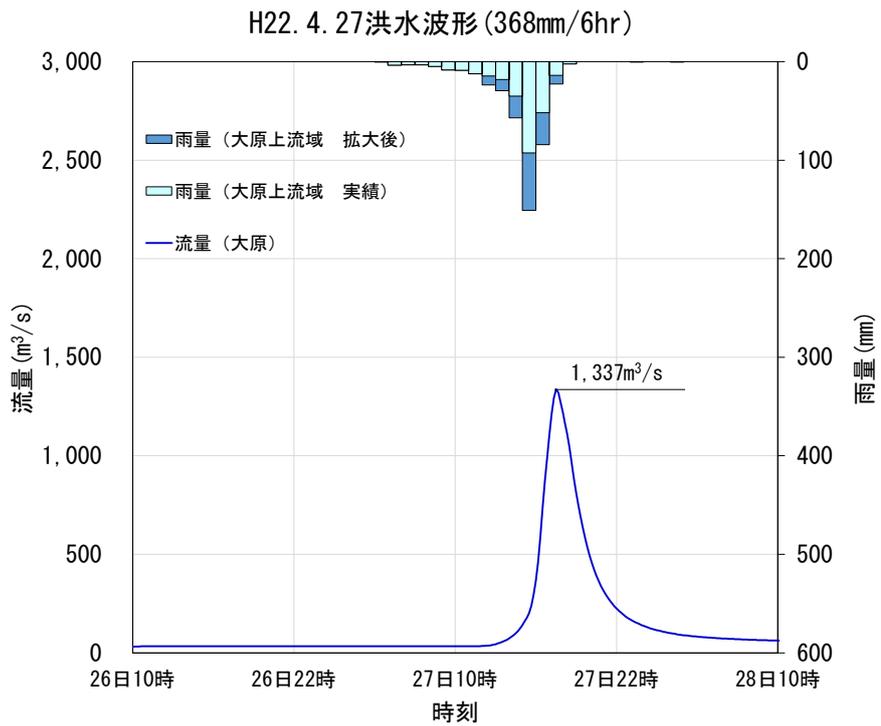
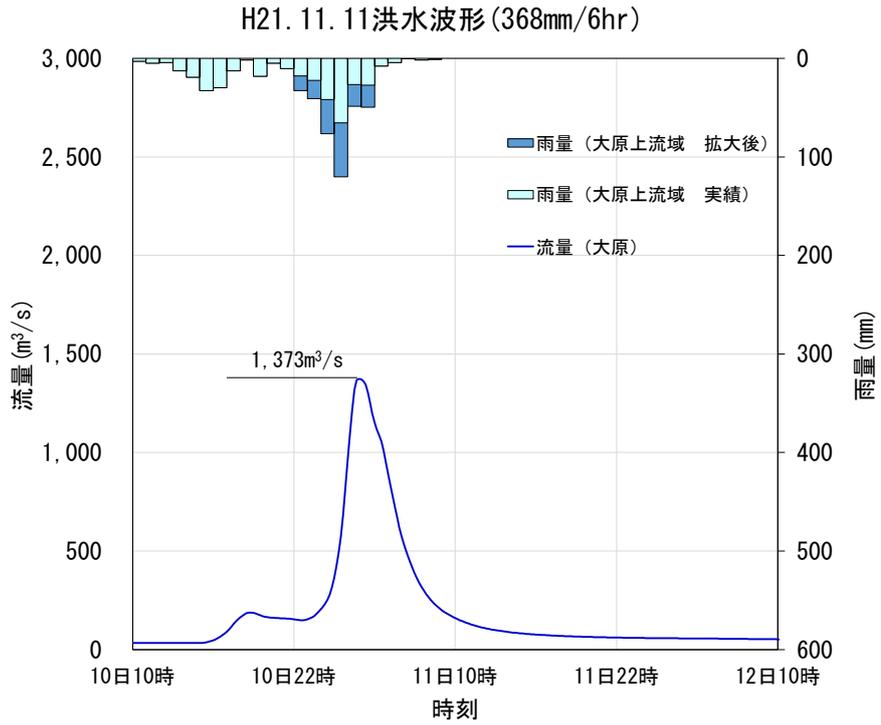


図 1.36(5) 基本高水ハイドログラフ (基準地点大原)

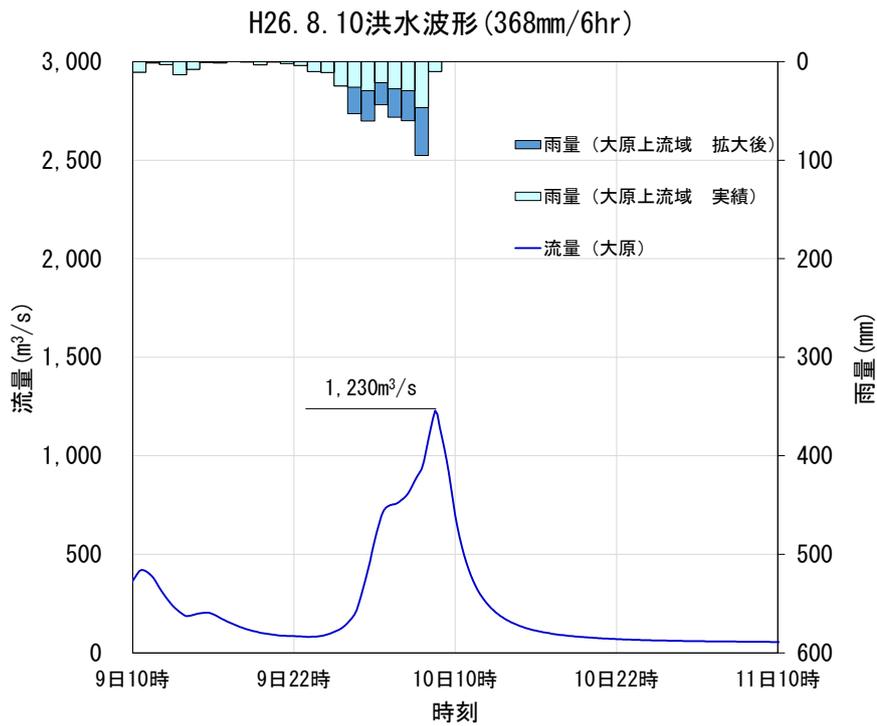
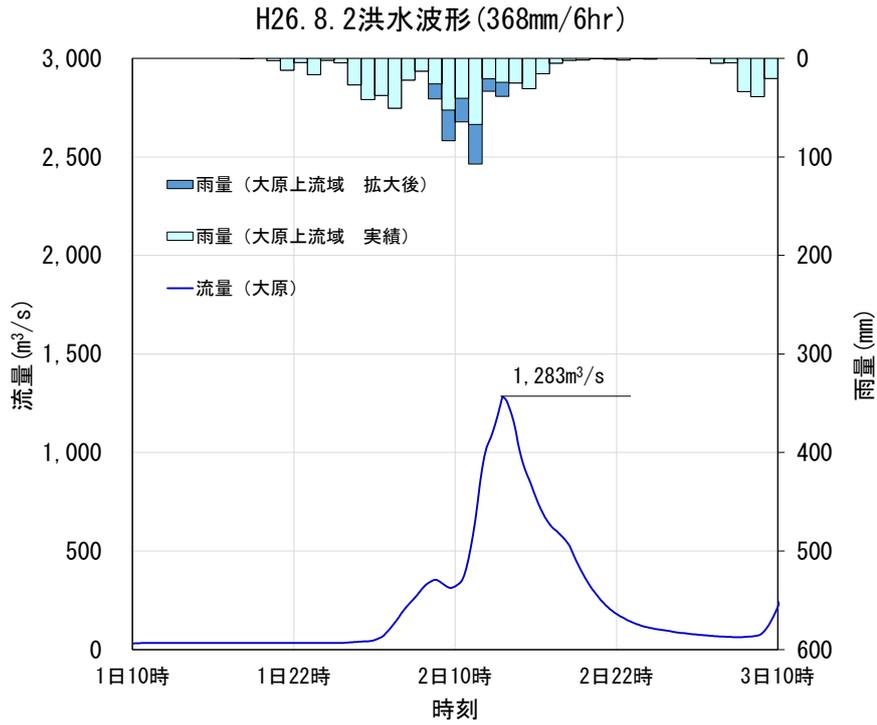


図 1.36(6) 基本高水ハイドログラフ (基準地点大原)

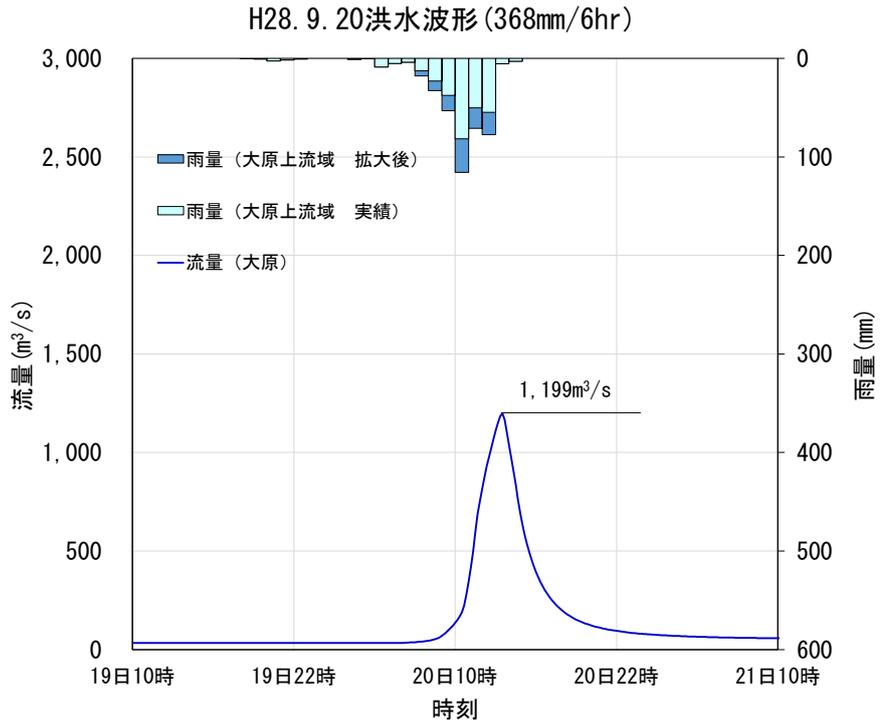


図 1.36(7) 基本高水ハイドログラフ (基準地点大原)

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（±10%）の洪水（基準地点古庄：25洪水、基準地点大原23洪水）を抽出した。

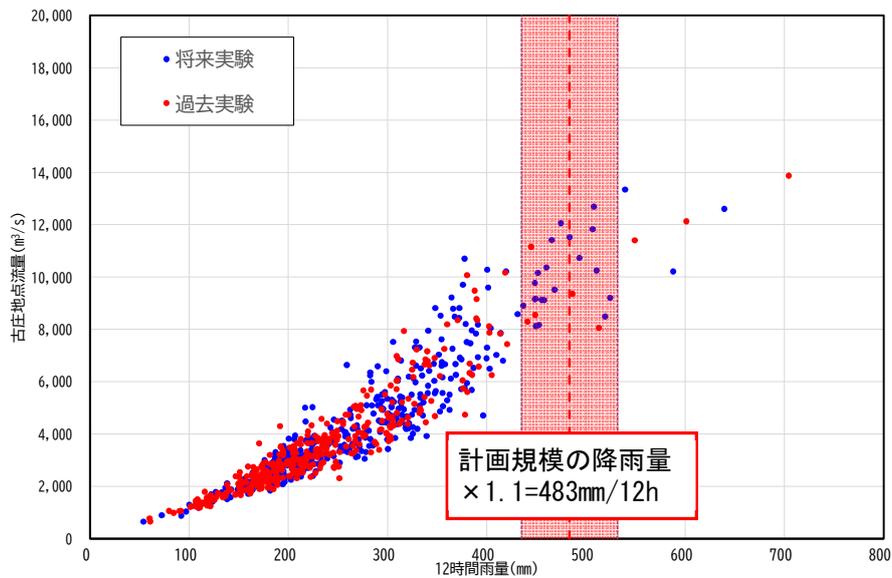


図 1.37 アンサンブル予測降雨波形による流出計算結果（基準地点古庄）

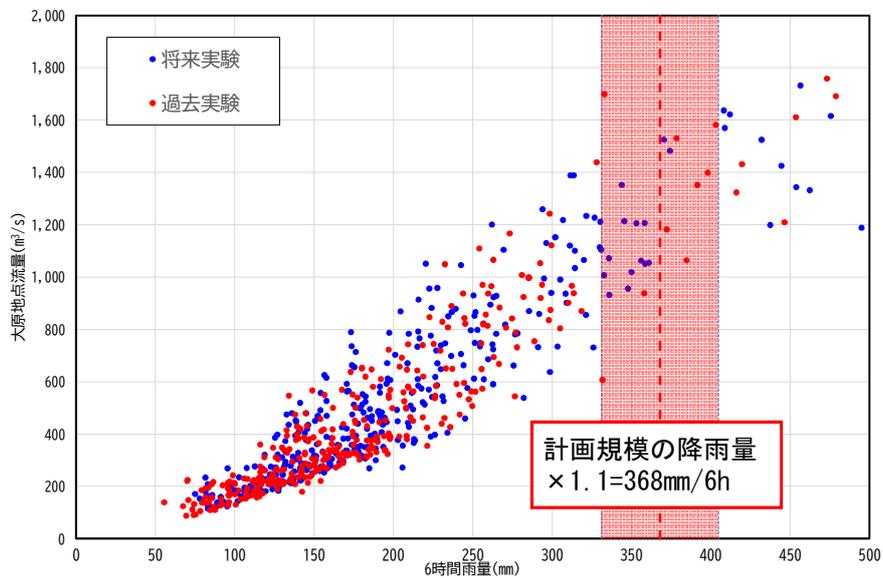


図 1.38 アンサンブル予測降雨波形による流出計算結果（基準地点大原）

1.11.2 抽出した予測降雨波形による降雨量調整後の流量

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（基準地点古庄 483mm/12hr、基準地点大原 368mm/6hr）になるように押し縮め、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古庄及び基準地点大原のピーク流量を算定する。

これにより 1/100 規模の基準地点古庄の流量は 7,441m³/s～12,538m³/s、基準地点大原の流量は 713m³/s～1,914m³/s と推定される。

表 1.41 アンサンブル予測降雨波形によるピーク流量一覧（基準地点古庄）

洪水名	古庄 12時間雨量	気候変動後 計画対象降雨 (mm)	拡大率	古庄地点 流量 (m ³ /s)
将来 実験	HFB_2K_HA_m101-2070	483	0.952	11,947
	HFB_2K_MR_m101-2068		0.954	11,028
	HFB_2K_GF_m105-2074		0.980	10,395
	HFB_2K_HA_m101-2071		1.000	11,520
	HFB_2K_MR_m101-2070		1.019	12,332
	HFB_2K_MR_m105-2070		1.032	10,082
	HFB_2K_GF_m105-2068		1.038	11,898
	HFB_2K_HA_m101-2077		1.051	11,023
	HFB_2K_MR_m105-2067		1.056	9,725
	HFB_2K_CC_m105-2088		0.922	8,230
	HFB_2K_MR_m101-2066		0.931	7,672
	HFB_2K_MR_m101-2090		0.947	9,405
	HFB_2K_HA_m101-2074		1.061	10,108
	HFB_2K_GF_m105-2073		1.068	8,971
	HFB_2K_HA_m105-2082		1.078	10,063
	HFB_2K_MP_m101-2077		1.070	10,920
	HFB_2K_ML_m101-2073		1.075	9,168
	HFB_2K_GF_m105-2070		1.076	9,916
HFB_2K_HA_m101-2089	1.078	10,659		
HFB_2K_MP_m105-2061	1.107	10,262		
過去 実験	HPB_m008-1995	486.3	0.994	9,281
	HPB_m008-2003	512.9	0.942	7,441
	HPB_m022-1994	448.7	1.077	9,511
	HPB_m009-1991	440.9	1.096	9,217
	HPB_m001-1991	444.7	1.087	12,538

最小

最大

表 1.42 アンサンブル予測降雨波形によるピーク流量一覧（基準地点大原）

洪水名	大原 6時間雨量	気候変動後 計画対象降雨 (mm)	拡大率	大原地点 流量 (m ³ /s)
将来 実験	HFB_2K_GF_m101_2066	368	1.106	1,127
	HFB_2K_GF_m101_2074		1.042	1,271
	HFB_2K_GF_m105_2070		0.983	1,452
	HFB_2K_GF_m105_2071		0.993	1,510
	HFB_2K_ML_m101_2067		1.034	1,100
	HFB_2K_ML_m101_2081		1.058	1,023
	HFB_2K_ML_m101_2089		1.026	1,098
	HFB_2K_ML_m105_2066		1.052	1,091
	HFB_2K_MP_m101_2069		1.065	1,346
	HFB_2K_MP_m101_2079		1.095	1,032
	HFB_2K_MP_m101_2082		1.096	1,206
	HFB_2K_MR_m101_2067		1.019	1,079
	HFB_2K_MR_m105_2062		1.027	1,245
	HFB_2K_MR_m105_2084		1.070	1,476
	過去 実験		HPB_m002_1987	403.1
HPB_m002_2004		391.5	0.940	1,249
HPB_m003_1983		358.0	1.028	972
HPB_m003_1991		384.7	0.957	999
HPB_m003_2009		372.2	0.989	1,166
HPB_m007_1995		332.9	1.106	1,914
HPB_m008_1989		378.4	0.973	1,475
HPB_m008_1996		331.7	1.109	713
HPB_m008_1997	398.0	0.925	1,277	

最大

最小

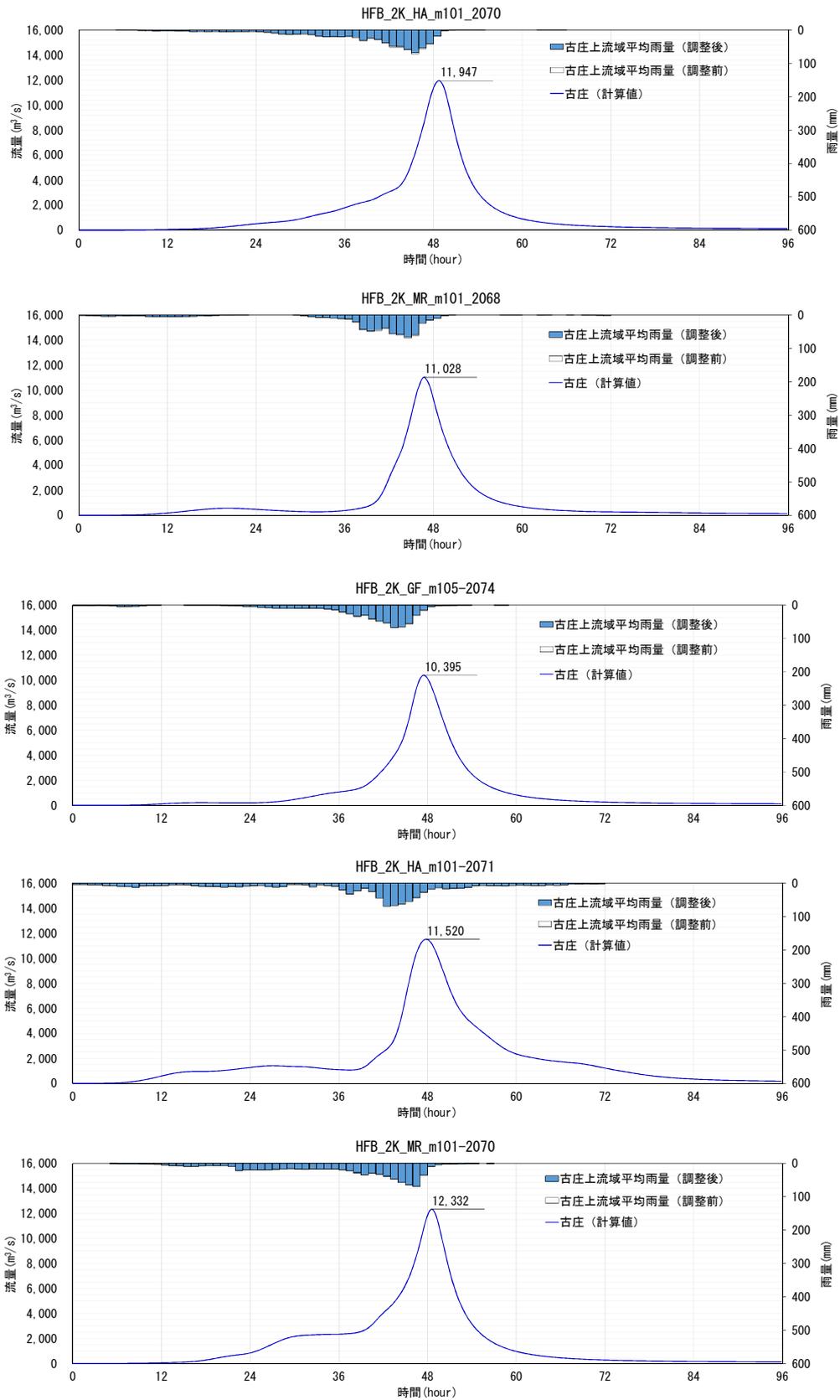


図 1.39(1) アンサンブル予測降雨波形によるハイドログラフ (基準地点古庄)

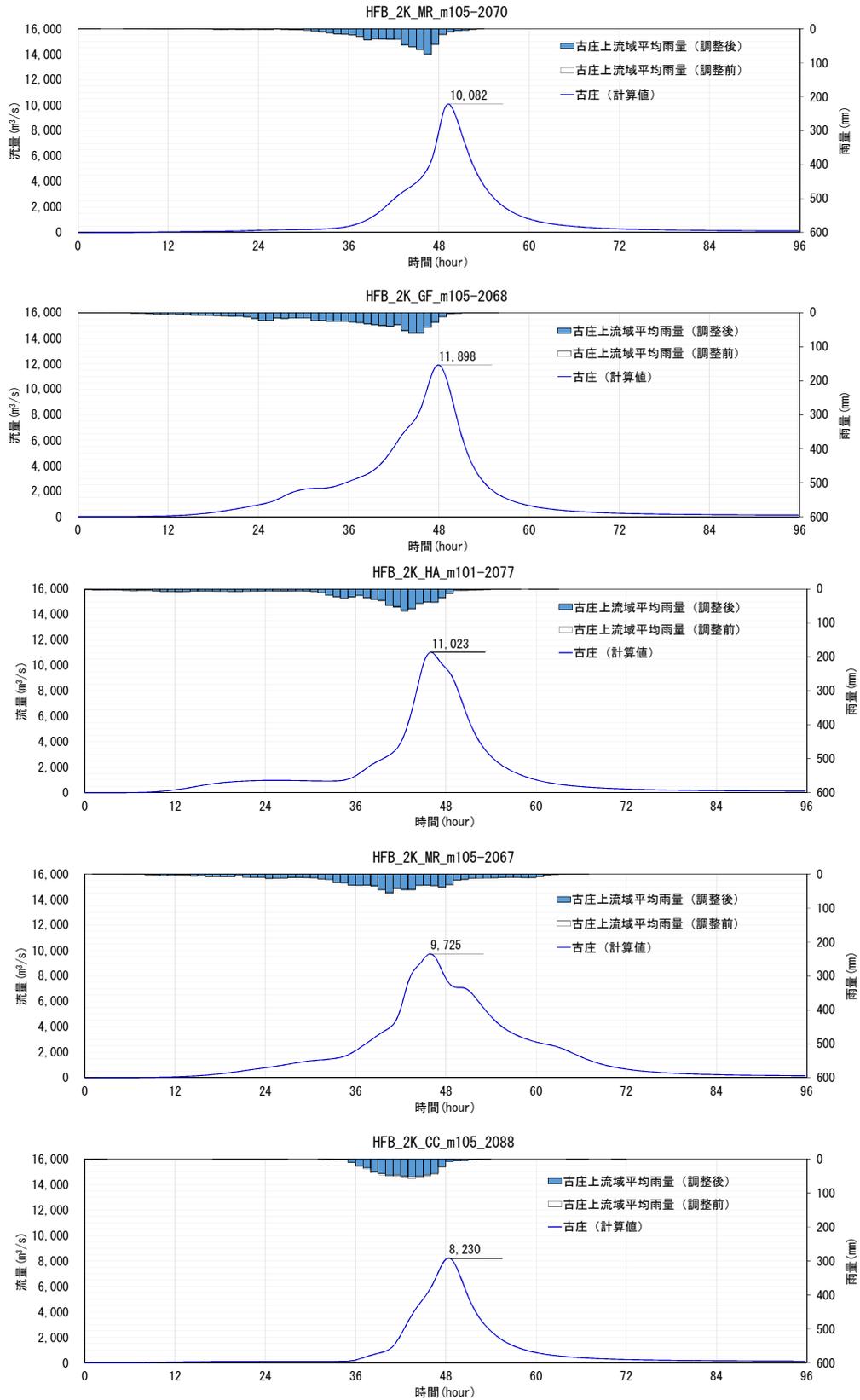


図 1.39(2) アンサンブル予測降雨波形によるハイドログラフ (基準地点古庄)

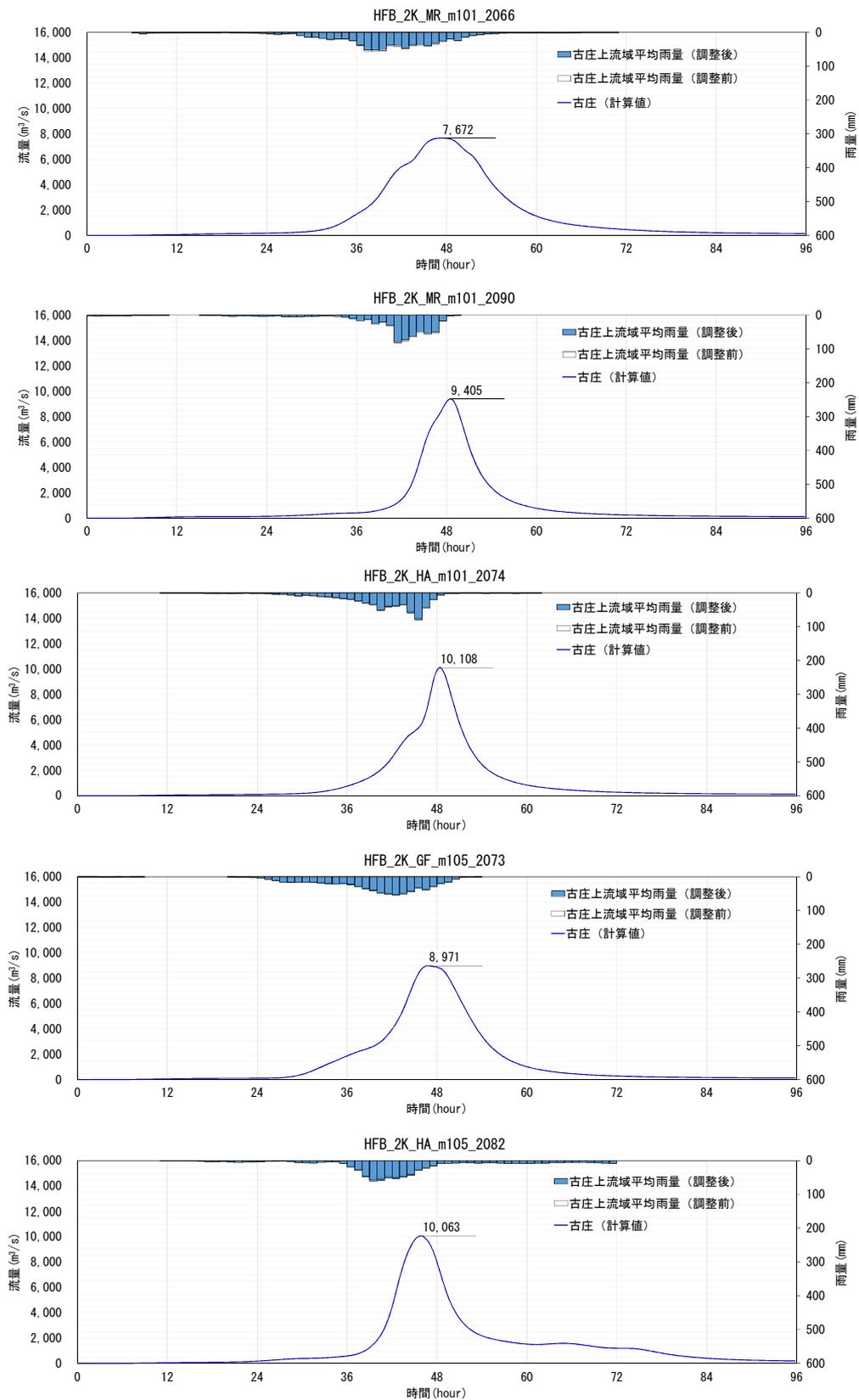


図 1.39 (3) アンサンブル予測降雨波形によるハイドログラフ (基準地点古庄)

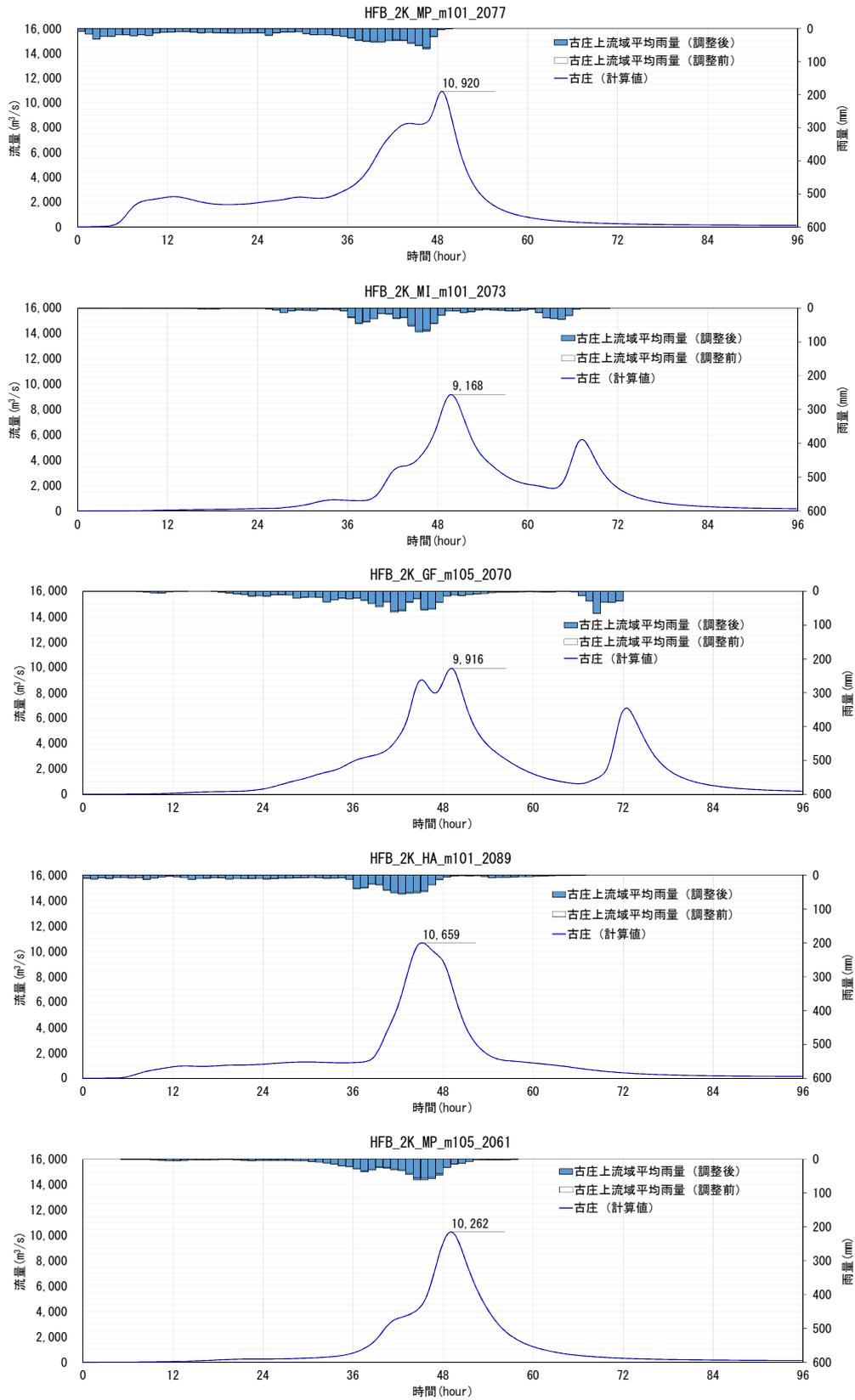


図 1.39(4) アンサンブル予測降雨波形によるハイドログラフ (基準地点古庄)

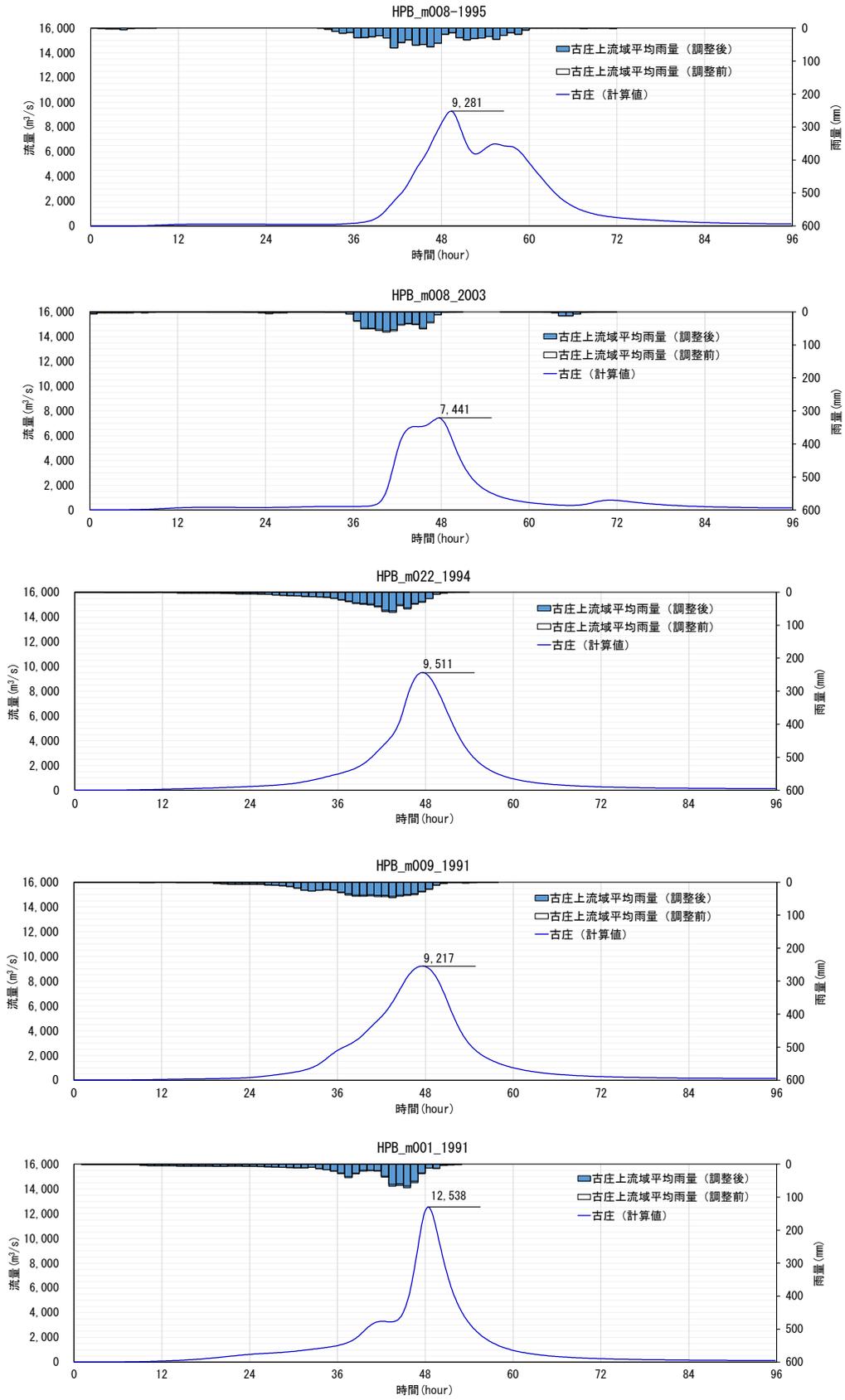


図 1.39 (5) アンサンブル予測降雨波形によるハイドログラフ (基準地点古庄)

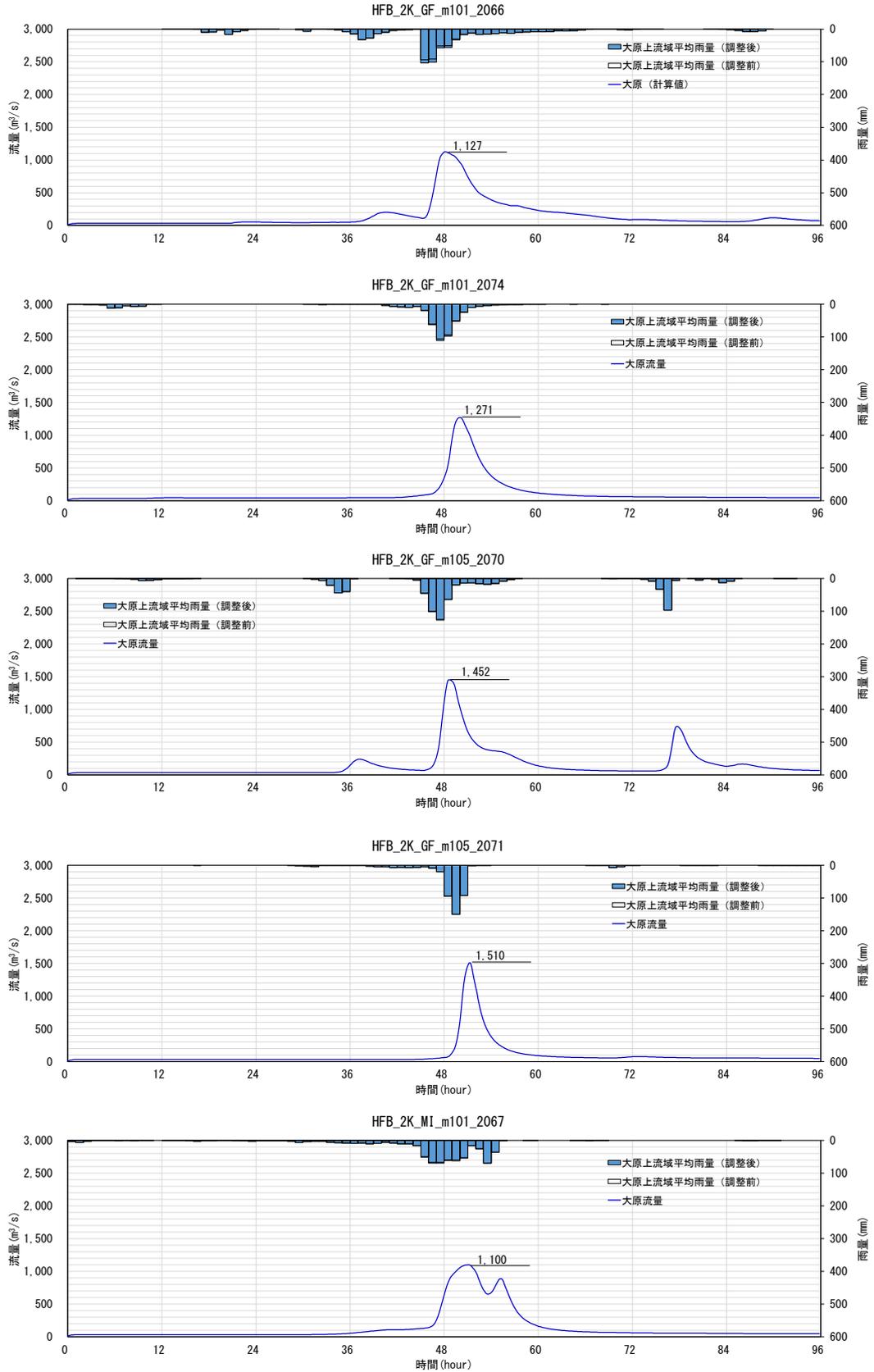


図 1.40(1) アンサンブル予測降雨波形によるハイドログラフ (基準地点大原)

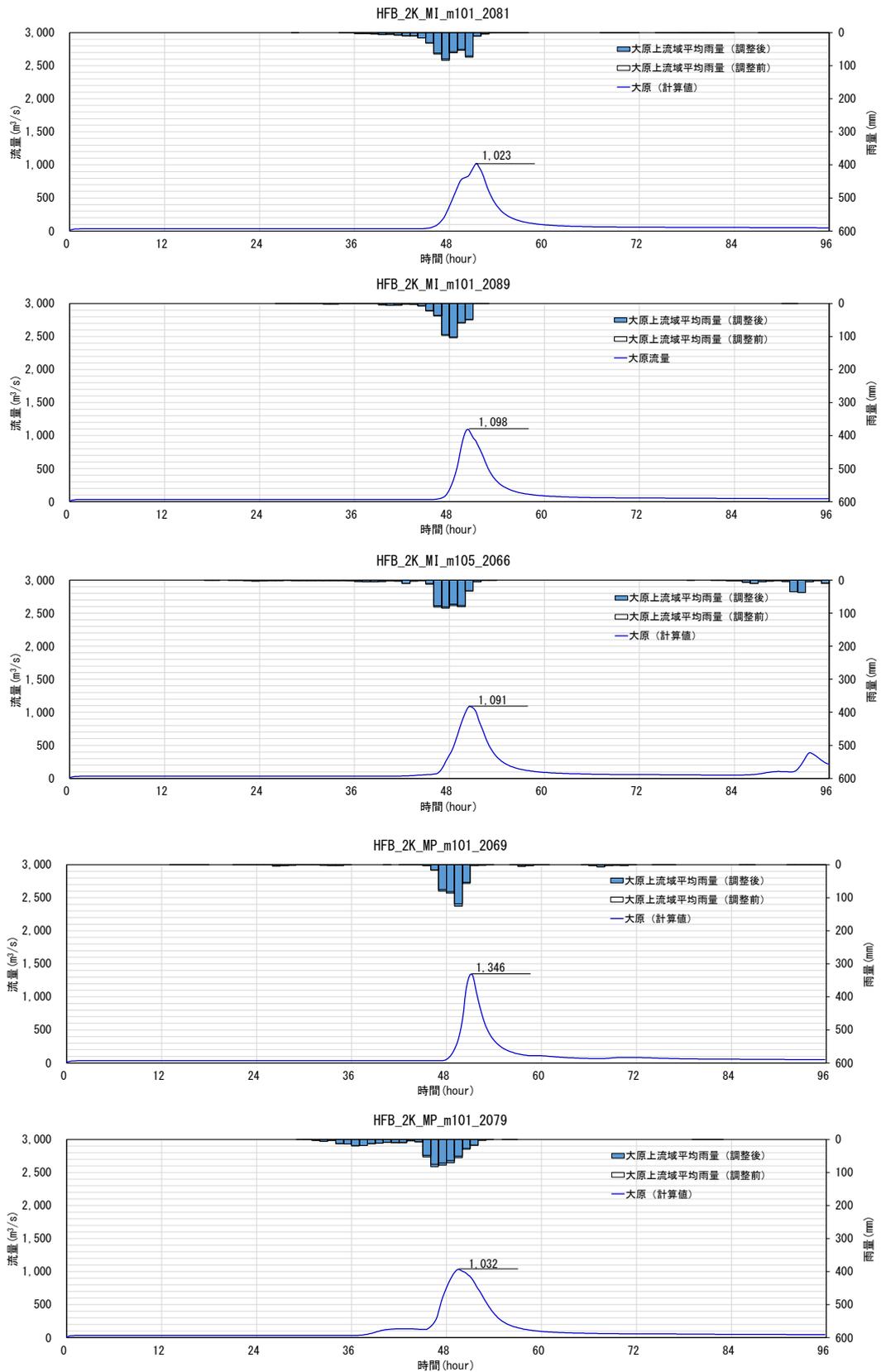


図 1.40(2) アンサンブル予測降雨波形によるハイドログラフ (基準地点大原)

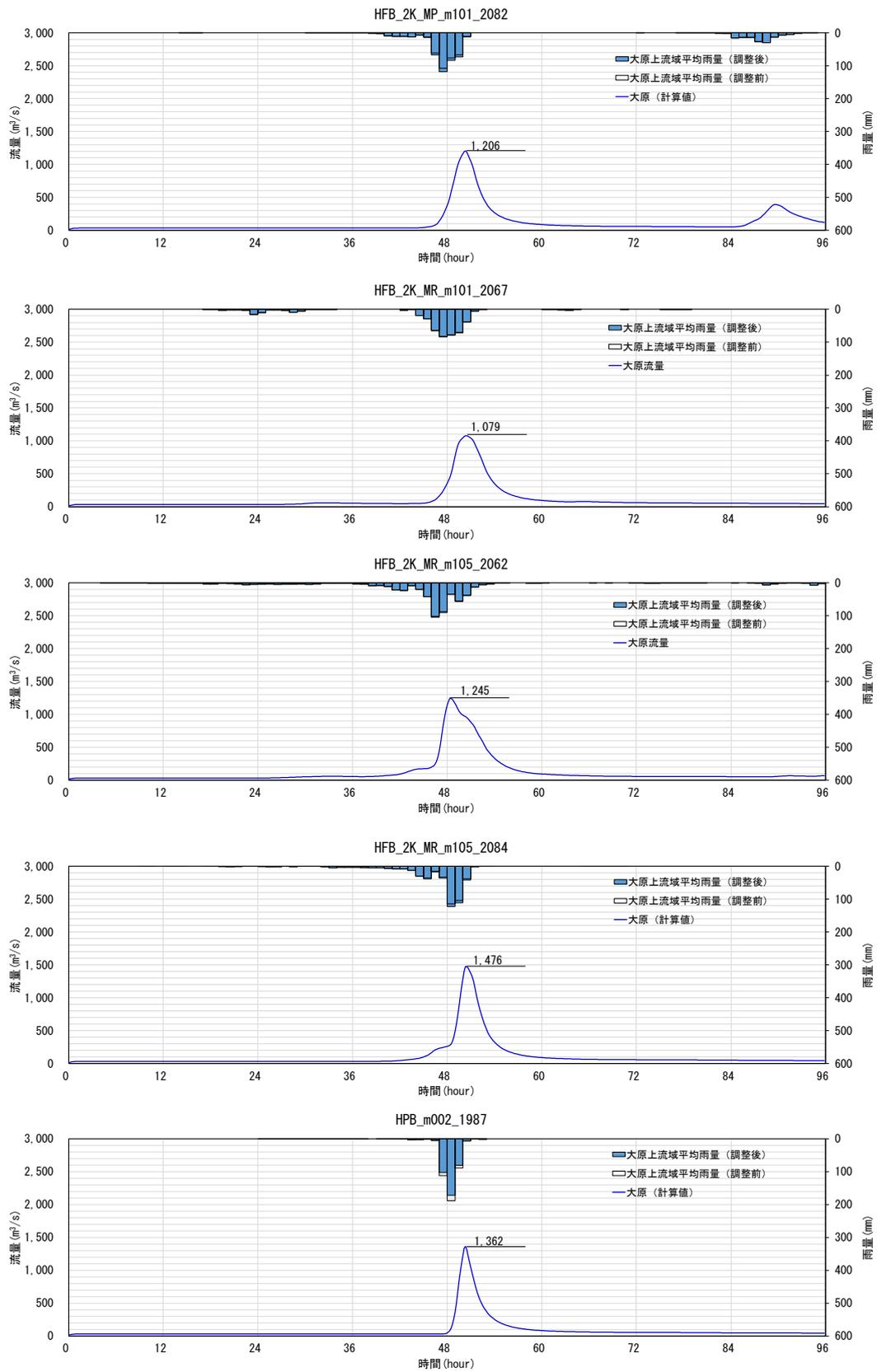


図 1.40 (3) アンサンブル予測降雨波形によるハイドログラフ (基準地点大原)

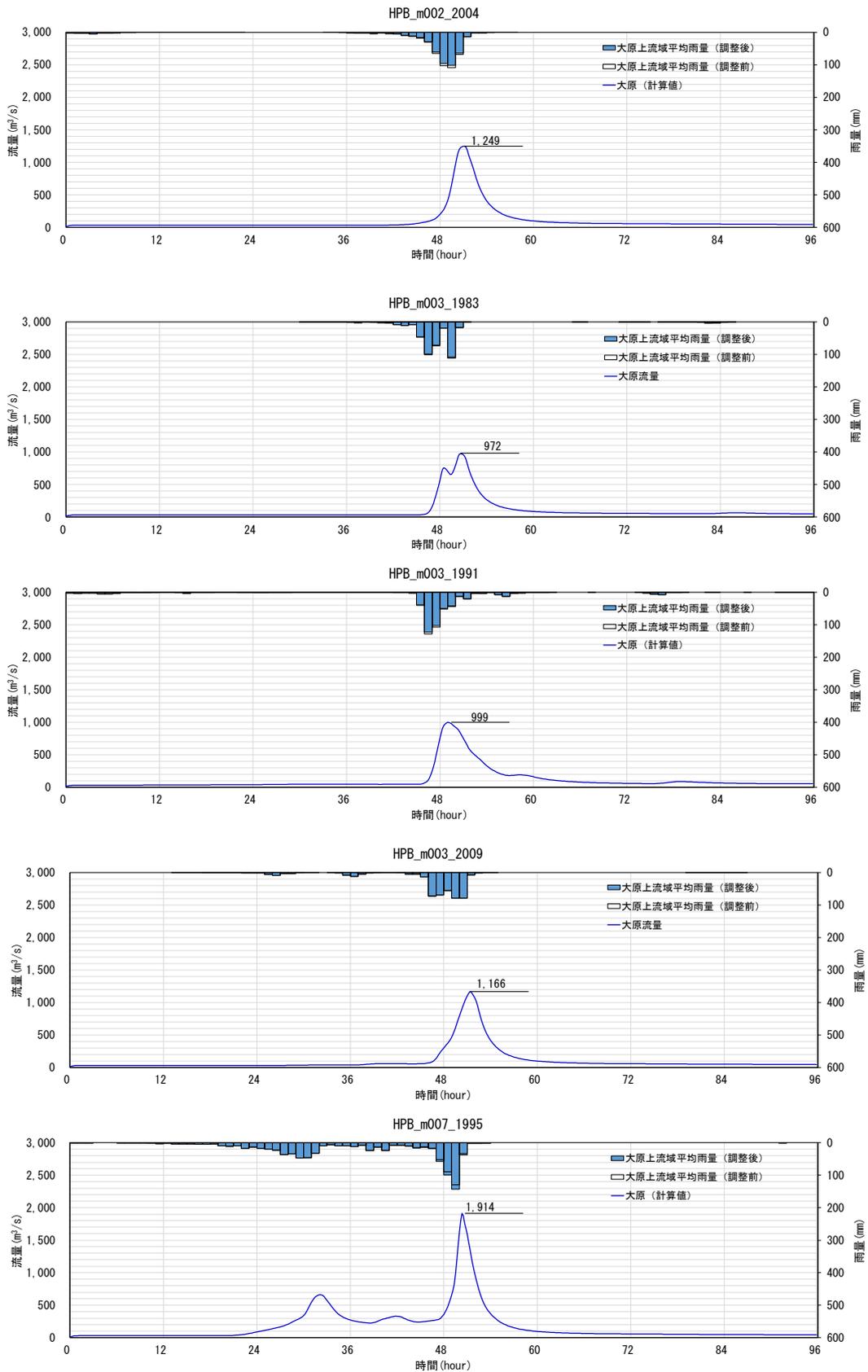


図 1.40(4) アンサンブル予測降雨波形によるハイドログラフ (基準地点大原)

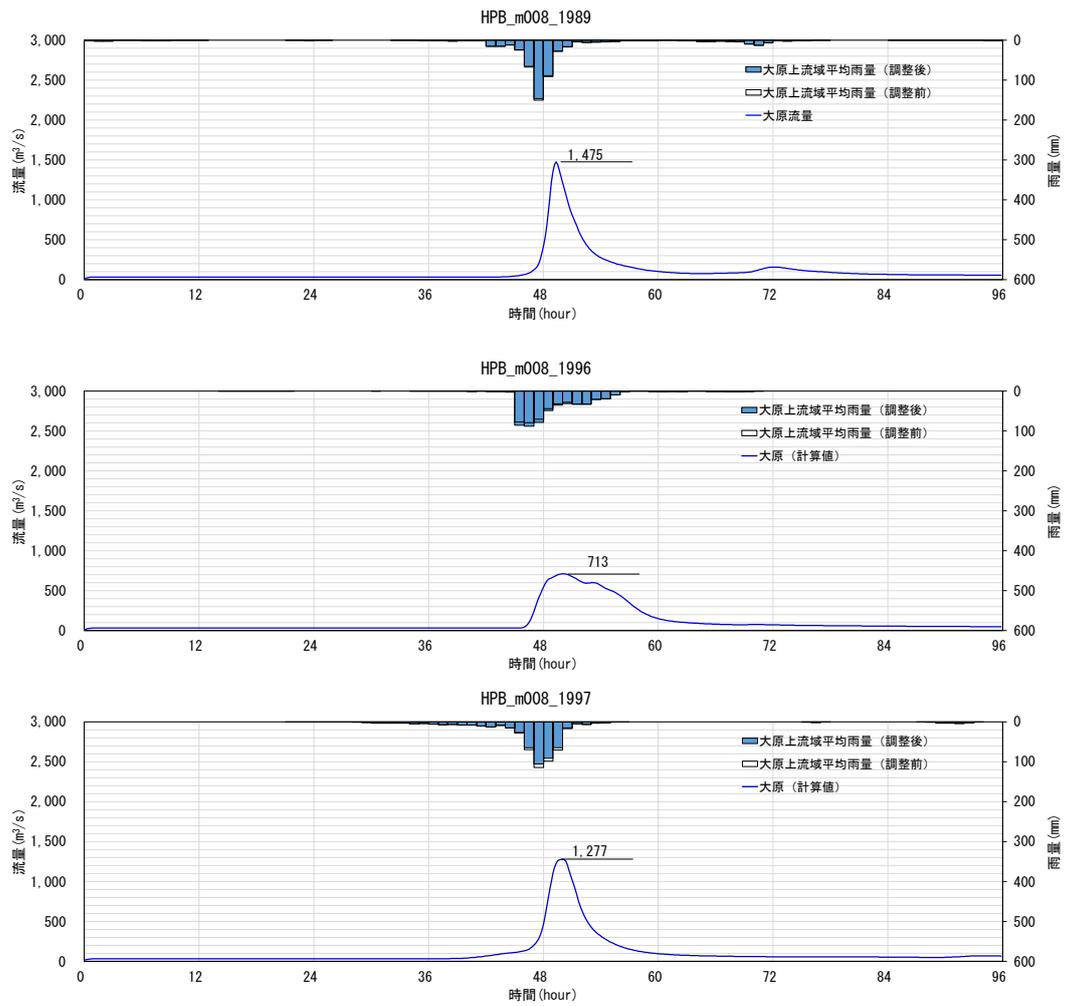


図 1.40 (5) アンサンブル予測降雨波形によるハイドログラフ (基準地点大原)

1.11.3 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、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。

その結果、基準地点古庄では棄却した 13 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）以内に収まる洪水として、9 洪水を棄却とせず、参考波形として活用する。

なお、基準地点大原上流域は 68km^2 と流域面積も小さく、アンサンブル予測降雨データの解像度（ 5km 四方メッシュ）では、桑野川流域は数メッシュしか該当しない（図 1.42）ため、アンサンブル予測降雨による地域分布の検証は実施しないものとした。また、主要降雨波形の選定において、時間分布によって棄却される降雨波形がなく、検証を行う洪水がないため、時間分布による再検証も行わないものとした。

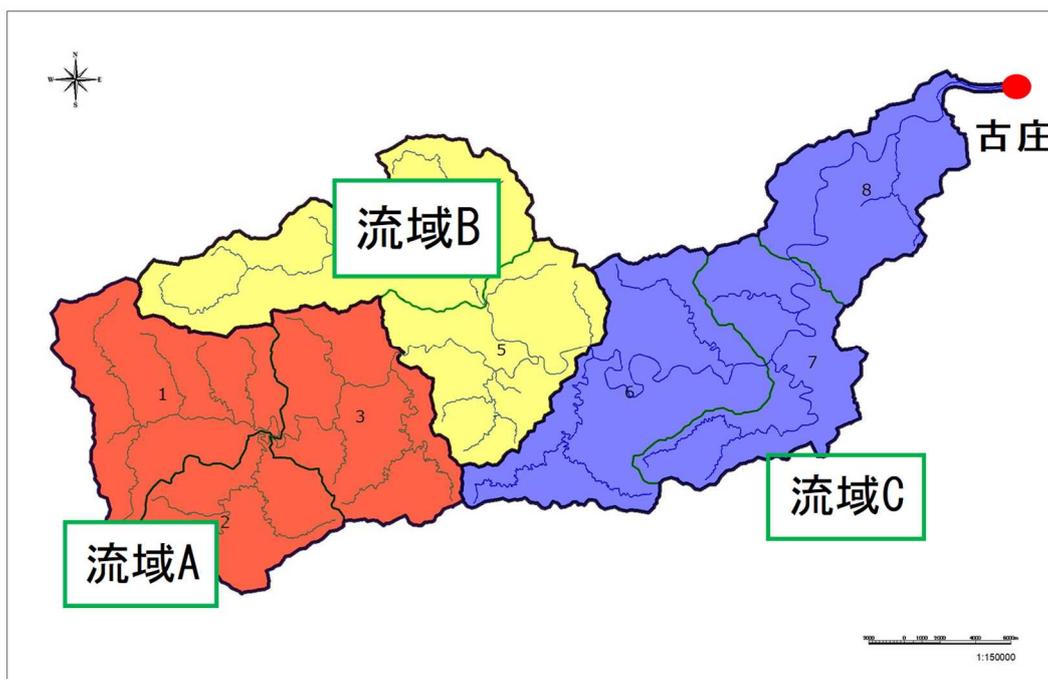


図 1.41 地域分布のチェック

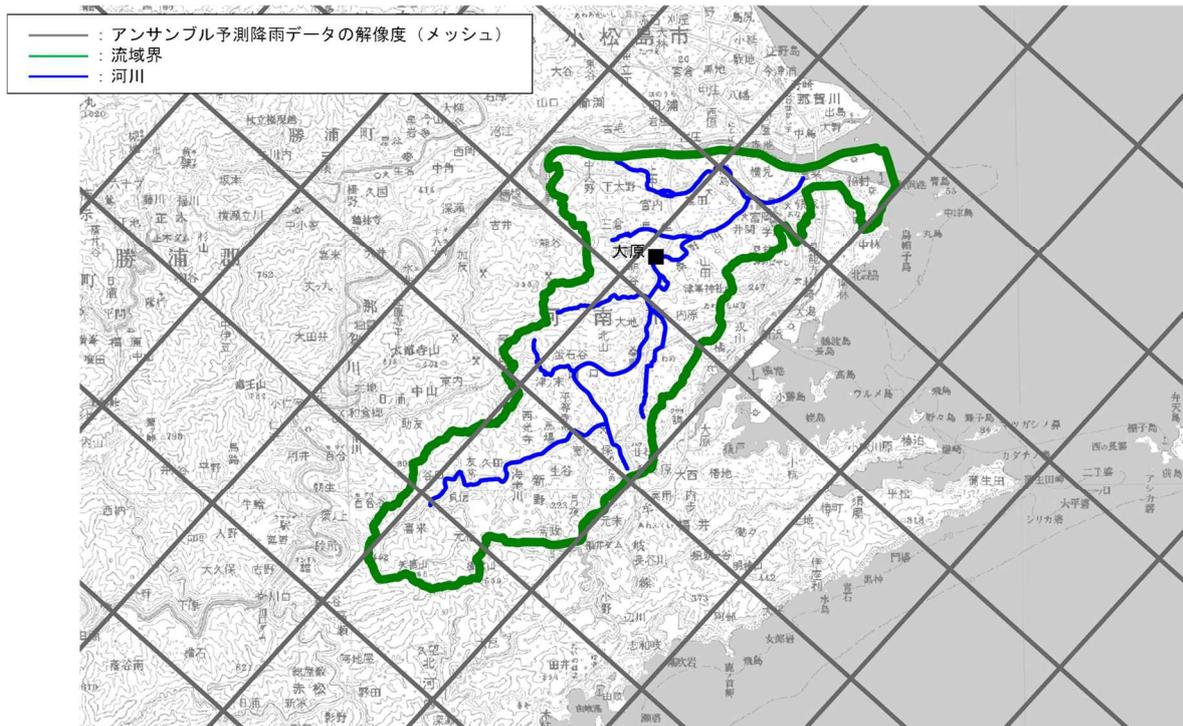


図 1.42 アンサンブル予測降雨データの解像度 (5km 四方メッシュ) と
桑野川流域の位置関係

(1) 地域分布のチェック

d2PDF（将来気候）から計画規模の降雨量近傍（20 洪水）のアンサンブル降雨波形を抽出し、各波形について、継続時間内の小流域の流域平均雨量／基準地点流域平均雨量を求める（各小流域の基準地点流域全体に対する雨量の比率）。（表 1.43）

棄却した引き伸ばし降雨波形も同様に比率を求め（表 1.44）、2 洪水の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超過する。

表 1.43 雨量の比率（アンサンブル将来予測降雨波形）

洪水				古庄上流域 (782.4km ²)			上流域 (268.3km ²)		中流域 (226.3km ²)		下流域 (287.8km ²)	
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		
HA_m101①	2070	07	21	507.8	551.1	1.09	562.7	1.11	418.0	0.82		
MR_m101①	2068	07	15	506.7	303.9	0.60	638.6	1.26	582.2	1.15		
GF_m105①	2074	07	31	493.3	579.0	1.17	576.7	1.17	338.2	0.69		
HA_m101②	2071	08	09	483.4	668.2	1.38	660.5	1.37	162.8	0.34		
MR_m101②	2070	07	09	474.5	503.6	1.06	492.6	1.04	429.7	0.91		
MR_m105①	2070	08	24	468.3	491.9	1.05	508.5	1.09	410.4	0.88		
GF_m105②	2068	08	04	465.4	464.5	1.00	519.5	1.12	418.4	0.90		
HA_m101③	2077	08	18	460.0	491.2	1.07	532.4	1.16	366.3	0.80		
MR_m105②	2067	09	18	457.8	398.2	0.87	548.2	1.20	432.3	0.94		
CC_m105	2088	09	16	524.3	451.8	0.86	846.4	1.61	328.6	0.63		
MR_m101③	2066	07	21	519.2	616.2	1.19	580.5	1.12	373.4	0.72		
MR_m101④	2090	07	06	510.6	698.4	1.37	507.9	0.99	335.4	0.66		
HA_m101④	2074	07	23	455.3	460.3	1.01	512.8	1.13	395.6	0.87		
GF_m105③	2073	09	07	452.5	483.1	1.07	525.6	1.16	357.9	0.79		
HA_m105	2082	08	12	448.4	206.9	0.46	285.9	0.64	785.8	1.75		
MP_m101	2077	06	30	451.5	375.0	0.83	533.9	1.18	447.0	0.99		
MI_m101	2073	07	24	449.4	530.3	1.18	501.5	1.12	322.4	0.72		
GF_m105④	2070	08	01	449.2	513.2	1.14	476.5	1.06	359.8	0.80		
HA_m101⑤	2089	08	11	448.4	115.5	0.26	558.9	1.25	650.1	1.45		
MP_m105	2061	07	17	436.7	517.2	1.18	502.2	1.15	305.4	0.70		

最大比率

表 1.44 雨量の比率（棄却した引き伸ばし降雨波形）

棄却した洪水				古庄上流域 (782.4km ²)			上流域 (268.3km ²)		中流域 (226.3km ²)		下流域 (287.8km ²)	
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
S36.9.16	1961	9	16	290.0	483.3	1.667	580.5	1.20	529.3	1.10	356.2	0.74
S49.7.7	1974	7	7	268.1	483.3	1.803	519.4	1.07	653.1	1.35	389.8	0.81
S50.8.23	1975	8	23	309.4	483.3	1.562	517.2	1.07	608.0	1.26	353.7	0.73
S54.9.30	1979	9	30	252.7	483.3	1.913	552.1	1.14	580.8	1.20	345.7	0.72
S62.10.17	1987	10	17	335.0	483.3	1.443	588.8	1.22	555.9	1.15	331.3	0.69
H15.8.9	2003	8	9	404.1	483.3	1.196	568.8	1.18	492.4	1.02	399.3	0.83
H16.8.30	2004	8	30	291.1	483.3	1.660	682.3	1.41	529.9	1.10	264.3	0.55
H17.9.7	2005	9	7	283.4	483.3	1.705	688.8	1.43	507.9	1.05	275.4	0.57
H19.7.15	2007	7	15	331.0	483.3	1.460	589.7	1.22	481.4	1.00	384.7	0.80
H21.8.10	2009	8	10	311.5	483.3	1.552	612.0	1.27	600.9	1.24	293.2	0.61
H23.9.3	2011	9	3	453.6	483.3	1.065	560.7	1.16	499.7	1.03	422.7	0.87
H30.9.30	2018	9	30	290.5	483.3	1.664	584.4	1.21	500.0	1.03	388.2	0.80
R1.8.15	2019	8	15	306.9	483.3	1.575	624.6	1.29	583.0	1.21	283.7	0.59

棄却洪水

□ : 参考波形として活用（地域分布及び時間分布でチェック）

(2) 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（20 洪水）のアンサンブル降雨波形を抽出し、各波形について、短時間（例えば洪水到達時間やその 1/2 の時間）の流域平均雨量／継続時間内の流域平均雨量を求める（短時間雨量と継続時間雨量との比率）。（表 1.45）

棄却した引き伸ばし降雨波形も同様に比率を求め（表 1.46）、2 洪水の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超過する。

表 1.45 雨量の比率（アンサンブル将来予測降雨波形）

洪水				古庄上流域平均		
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
HA_m101①	2070	07	21	507.8	335.9	0.66
MR_m101①	2068	07	15	506.7	337.0	0.67
GF_m105①	2074	07	31	493.3	335.5	0.68
HA_m101②	2071	08	09	483.4	340.6	0.70
MR_m101②	2070	07	09	474.5	308.6	0.65
MR_m105①	2070	08	24	468.3	307.1	0.66
GF_m105②	2068	08	04	465.4	281.1	0.60
HA_m101③	2077	08	18	460.0	292.6	0.64
MR_m105②	2067	09	18	457.8	260.8	0.57
CC_m105	2088	09	16	524.3	319.3	0.61
MR_m101③	2066	07	21	519.2	297.2	0.57
MR_m101④	2090	07	06	510.6	383.3	0.75
HA_m101④	2074	07	23	455.3	288.5	0.63
GF_m105③	2073	09	07	452.5	273.6	0.60
HA_m105	2082	08	12	448.4	299.9	0.67
MP_m101	2077	06	30	451.5	252.5	0.56
MI_m101	2073	07	24	449.4	278.6	0.62
GF_m105④	2070	08	01	449.2	266.1	0.59
HA_m101⑤	2089	08	11	448.4	285.0	0.64
MP_m105	2061	07	17	436.7	273.5	0.63

0.75:最大比率

表 1.46 雨量の比率（棄却した引き伸ばし降雨波形）

棄却した洪水				古庄上流域平均				
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
S36.9.16	1961	9	16	290.0	483.3	1.667	290.2	0.60
S49.7.7	1974	7	7	268.1	483.3	1.803	306.7	0.63
S50.8.23	1975	8	23	309.4	483.3	1.562	298.2	0.62
S54.9.30	1979	9	30	252.7	483.3	1.913	412.6	0.85
S62.10.17	1987	10	17	335.0	483.3	1.443	380.7	0.79
H15.8.9	2003	8	9	404.1	483.3	1.196	274.9	0.57
H16.8.30	2004	8	30	291.1	483.3	1.660	314.4	0.65
H17.9.7	2005	9	7	283.4	483.3	1.705	303.7	0.63
H19.7.15	2007	7	15	331.0	483.3	1.460	248.5	0.51
H21.8.10	2009	8	10	311.5	483.3	1.552	320.7	0.66
H23.9.3	2011	9	3	453.3	483.3	1.066	292.1	0.60
H30.9.30	2018	9	30	290.5	483.3	1.664	361.4	0.75
R1.8.15	2019	8	15	306.9	483.3	1.575	280.7	0.58

棄却洪水

□ : 参考波形として活用（地域分布及び時間分布でチェックした結果）

1.11.4 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る。

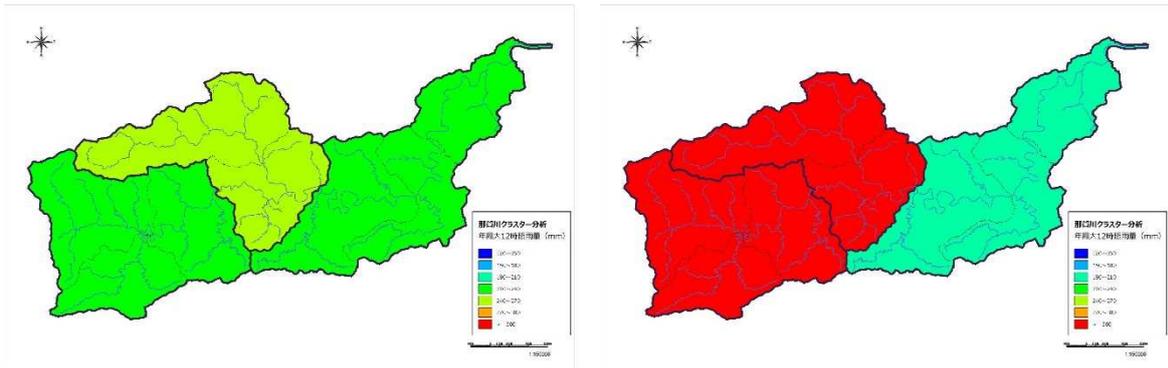
このため、アンサンブル将来予測降雨波形を用いて降雨寄与率の分析を行い、将来発生頻度が高まるものの計画対象の実績降雨波形が含まれていないパターンの確認を実施した。

基準地点古庄の主要洪水を評価したところ、均質降雨型（クラスター1）、中上流集中型（クラスター2）のみであるとされた。そのため、計画対象降雨の降雨量 483mm/12hr に近い 25 洪水のアンサンブル予測において、主要洪水に含まれない下流集中型（クラスター3）に該当する降雨波形が 4 洪水確認されたため、4 洪水を抽出した。

なお、基準地点大原については、アンサンブル予測降雨による地域分布の検証と同様に、基準地点大原上流域の流域面積が小さいため、主要洪水群に不足する降雨パターンの確認は実施しない。

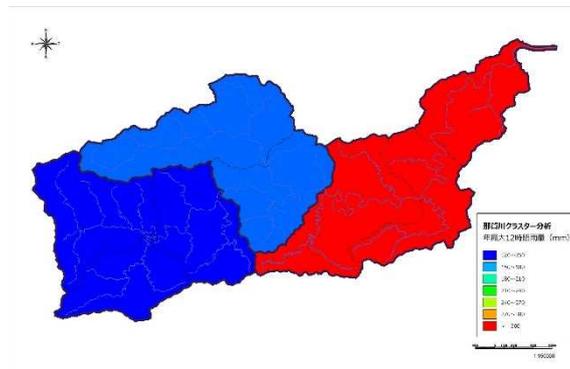
表 1.47 寄与率分析とピーク流量一覧（基準地点古庄）

洪水年月日	基準地点古庄上流域		拡大率	古庄地点 基本高水の ピーク流量 (m ³ /s)	クラスター
	実績雨量 (mm/12hr)	計画雨量 (mm/12hr)			
主要洪水群					
S36.10.27	283.5	483	1.705	8,197	1
S43.7.29	331.8		1.457	8,357	1
S45.8.21	353.4		1.368	7,481	2
S46.8.30	378.4		1.277	9,488	1
H2.9.19	300.4		1.609	12,365	1
H5.8.10	292.4		1.653	10,396	2
H9.9.17	288.4		1.676	12,118	2
H16.8.1	329.1		1.469	8,367	1
H16.10.20	398.4		1.213	9,665	1
H23.7.19	397.9		1.215	8,733	2
H26.8.10	430.0		1.124	10,562	2
H27.7.17	411.3		1.175	8,527	1
棄却洪水の内、将来降雨として起こりうる想定される降雨波形					
S36.9.16	290.0	483	1.667	10,709	2
S49.7.7	268.1		1.803	11,629	2
S50.8.23	309.4		1.562	11,048	2
H15.8.9	404.1		1.196	8,993	2
H19.7.15	331.0		1.460	9,042	2
H21.8.10	311.5		1.552	12,428	2
H23.9.3	453.6		1.065	8,663	2
H30.9.30	290.5		1.664	10,510	2
R1.8.15	306.9		1.575	10,021	2
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					
MR_m101-2068	506.7	483	0.954	11,028	3
HA_m105-2082	448.4		1.078	10,063	3
HA_m101-2089	448.4		1.078	10,659	3
m008-2003	512.9		0.942	7,441	3



【 1. 均質降雨型】

【 2. 中上流集中型】



【 3. 下流集中型】

図 1.43 アンサンブル予測降雨による分布パターン例

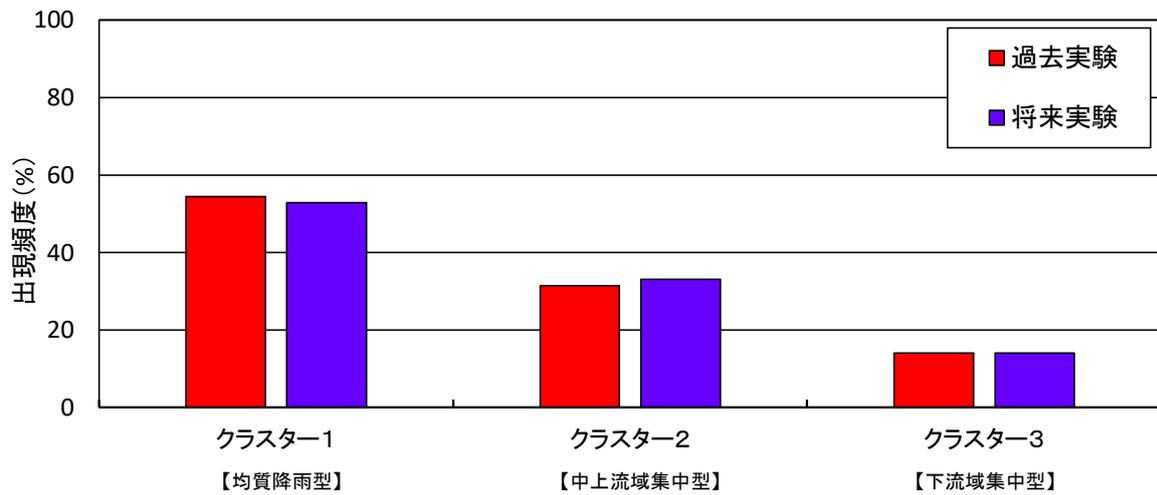


図 1.44 アンサンブル予測降雨の出現頻度 (クラスターごと)

1.12 既往洪水からの検討

<基準地点古庄>

古庄地点の戦後最大洪水となる平成 26 年 (2014 年) 8 月洪水の実績流量は $9,476\text{m}^3/\text{s}$ で、ダム・氾濫戻し流量は、 $9,686\text{m}^3/\text{s}$ と推定された。

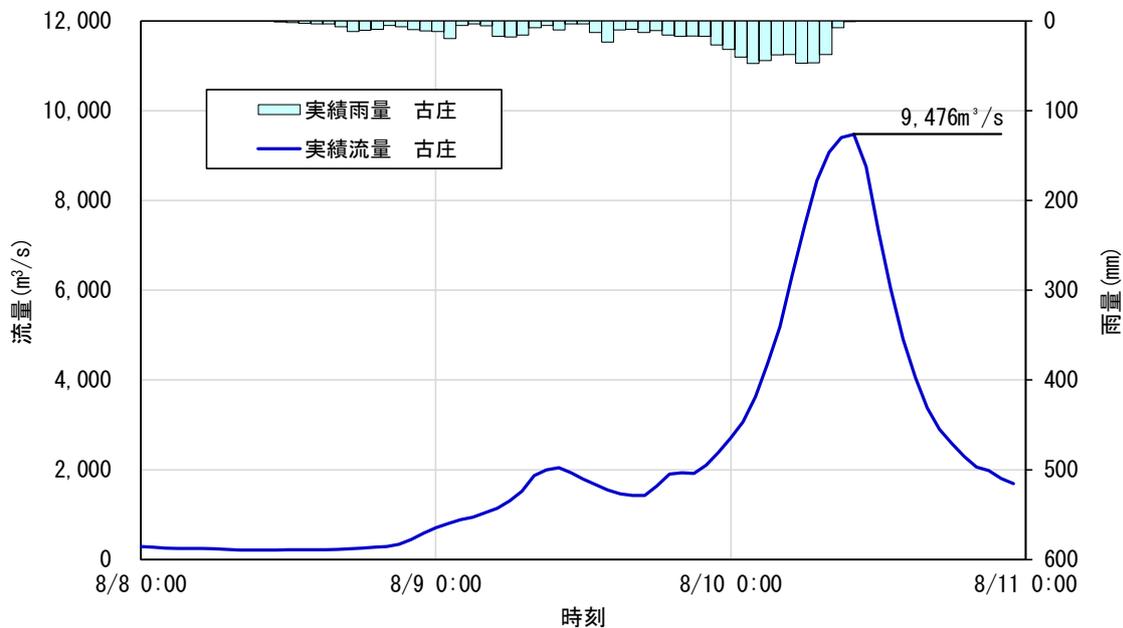


図 1.45 平成 26 年 (2014 年) 8 月洪水の実績流量

<基準地点大原>

大原地点の戦後最大洪水となる平成 11 年 (1999 年) 6 月洪水の実績流量は $773\text{m}^3/\text{s}$ で、氾濫戻し流量は $1,018\text{m}^3/\text{s}$ と推定された。

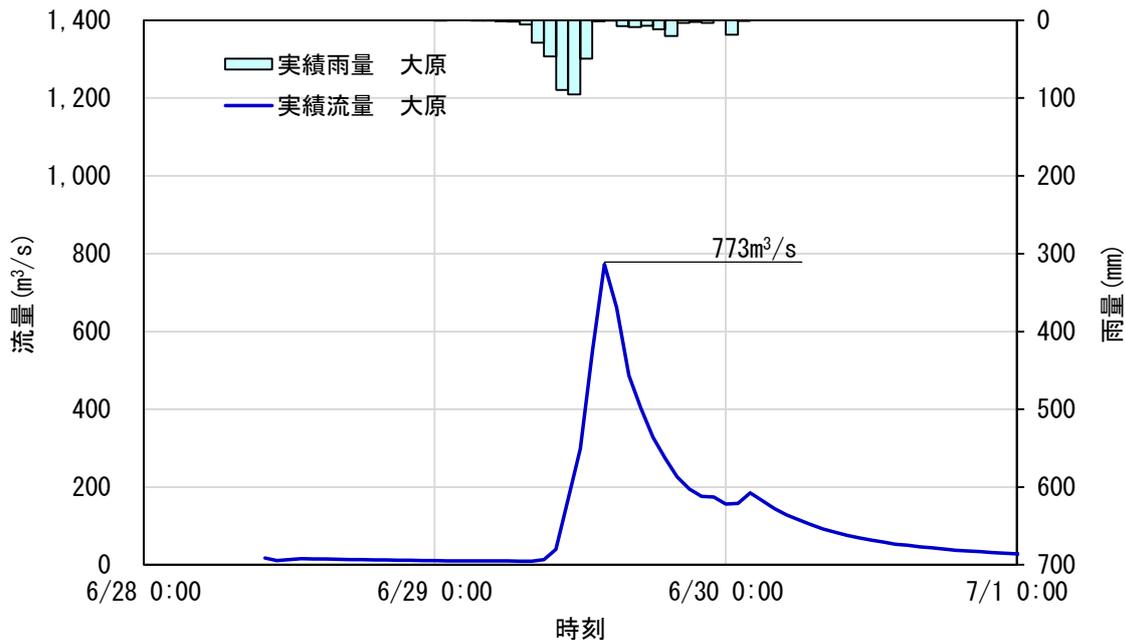
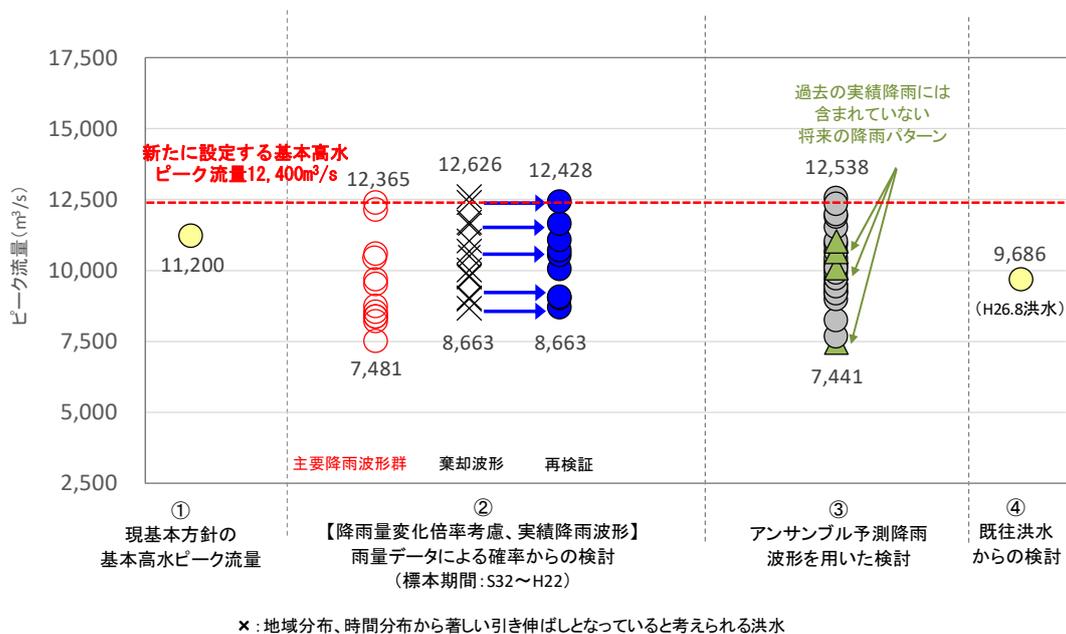


図 1.46 平成 11 年 (1999 年) 6 月洪水の実績流量

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内、短時間雨量が著しい引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。

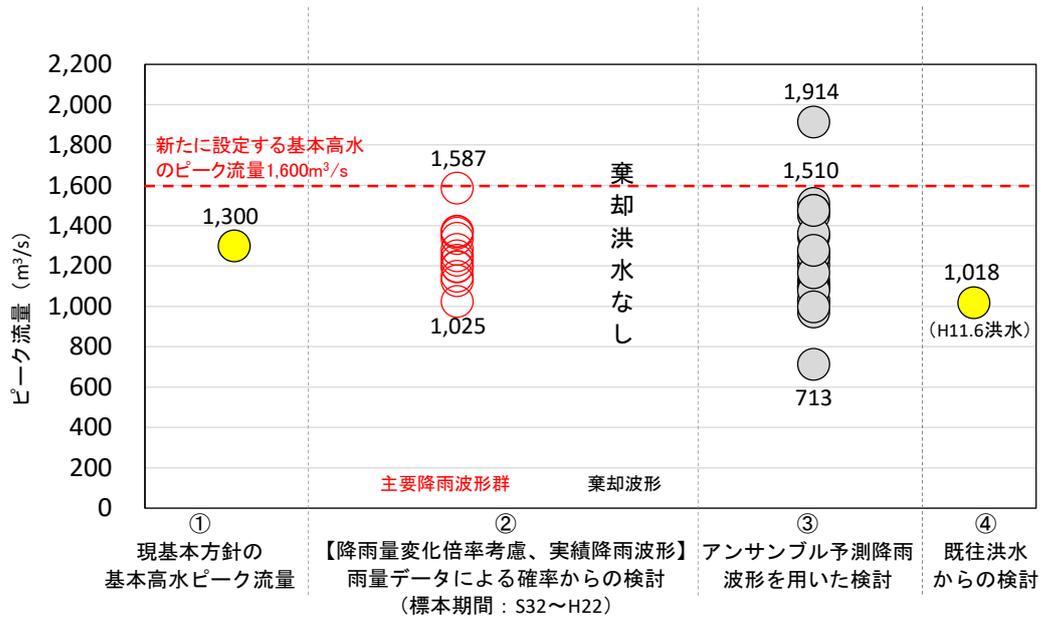
その結果、那賀川水系における基本高水のピーク流量は、基準地点古庄で 12,400m³/s、基準地点大原で 1,600m³/s となる。



【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℃上昇時の降雨量変化倍率 1.1 倍）を考慮した検討
 - x：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（x）のうち、アンサンブル予測降雨波形（過去実験、将来実験）の時空間分布から見て生じ難いとは言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（483mm/12hr）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℃上昇）のアンサンブル降雨波形
 - ▲：過去の実績降雨（主要洪水波形）には含まれていない将来増加する降雨パターン（古庄地点では、計画降雨量近傍のクラスター3に該当する4洪水を抽出）
- ④既往洪水からの検討：戦後最大となった平成26年（2014年）8月洪水

図 1.47 基本高水の設定に係る総合判断図（基準地点古庄）



【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（368mm/6h）近傍の洪水を抽出
 - ：気候変動予測モデルによる現在気候（1980～2010 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：戦後最大となった平成 11 年（1999 年）6 月洪水

図 1.48 基本高水の設定に係る総合判断図（基準地点大原）

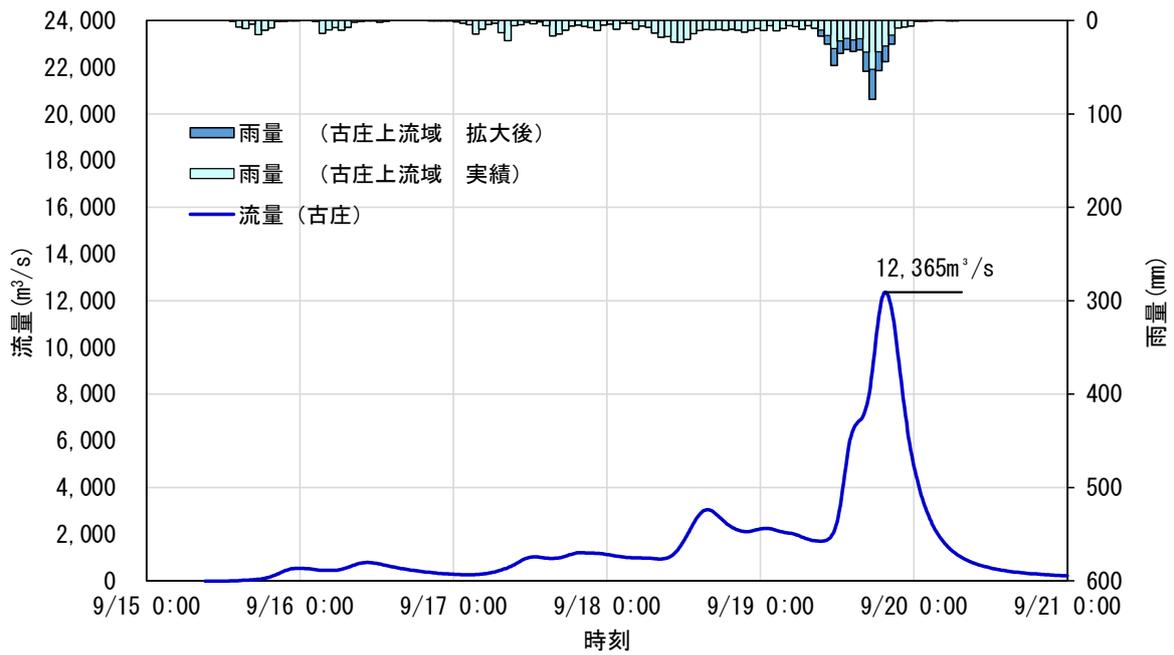


図 1.49 基本高水のハイドログラフ（平成 2 年（1990 年）9 月洪水：基準地点古庄）

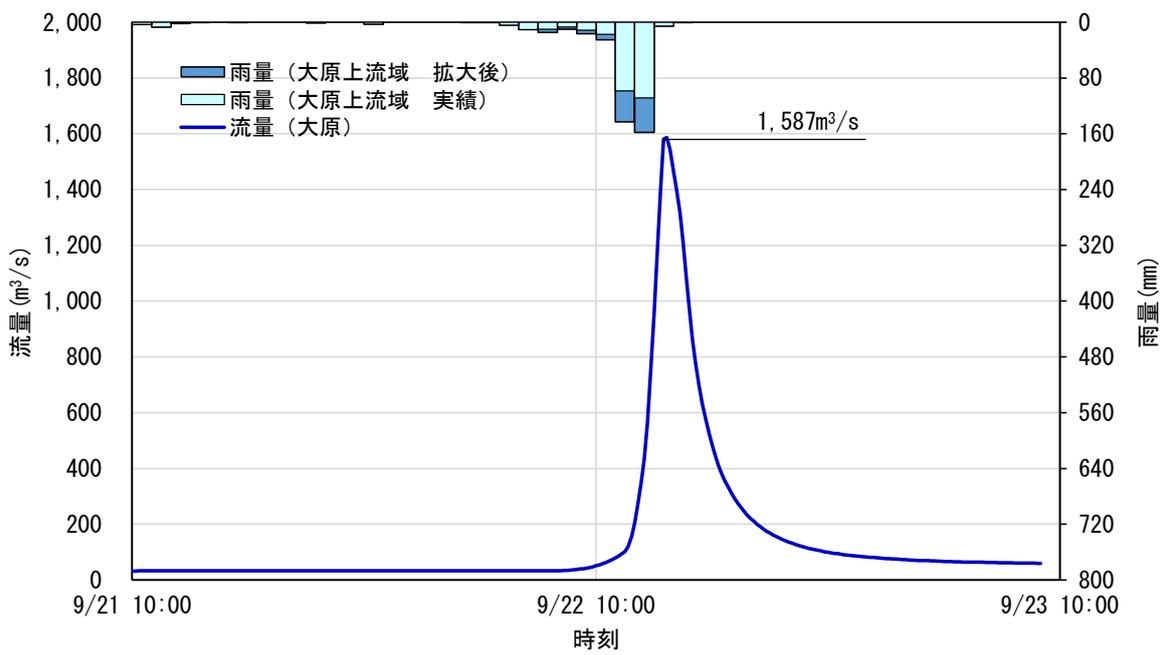


図 1.50 基本高水のハイドログラフ（平成 10 年（1998 年）9 月洪水：基準地点大原）

2. 高水処理計画

平成18年(2006年)に策定した既定計画における洪水処理計画は、那賀川基準地点古庄、桑野川基準地点大原における基本高水のピーク流量 $11,200\text{m}^3/\text{s}$ 、 $1,300\text{m}^3/\text{s}$ に対し、那賀川においては、洪水処理施設により $1,900\text{m}^3/\text{s}$ を調節し、 $9,300\text{m}^3/\text{s}$ 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、新たに那賀川基準地点古庄、桑野川基準地点大原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 $11,200\text{m}^3/\text{s}$ 、 $1,300\text{m}^3/\text{s}$ を $12,400\text{m}^3/\text{s}$ 、 $1,600\text{m}^3/\text{s}$ 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。

外力の増大に対応した河道計画を検討するにあたり、流下能力が不足する区間において、堤防の嵩上げや再引堤等が現状の地域に与える社会的影響、河道掘削量の増加による河川環境の負荷等を考慮した上で、河道断面の拡幅の検討を行い、那賀川、桑野川において、 $9,900\text{m}^3/\text{s}$ 、 $1,400\text{m}^3/\text{s}$ の流下断面の確保が可能であることを確認した。

このため、高水処理計画は、那賀川基準地点古庄、桑野川基準地点大原における河道への配分流量を $9,900\text{m}^3/\text{s}$ 、 $1,400\text{m}^3/\text{s}$ とし、既存ダムの有効活用及び新たな洪水調節機能の確保により、対応することとした。

なお、高水処理計画上の洪水調節等施設については、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

計画高水流量は、基準地点古庄において $9,900\text{m}^3/\text{s}$ 、基準地点大原において $1,400\text{m}^3/\text{s}$ とする。

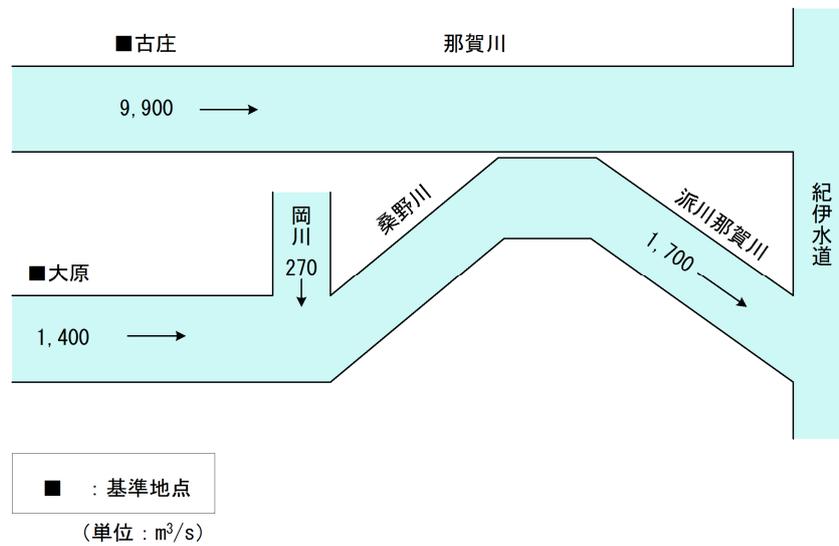


図 3.1 計画高水流量配分図

4. 河道計画

河道計画は、以下の理由により縦断勾配を尊重し、流下能力が不足する区間においては、周辺の社会的影響や河川環境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国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現行の河川整備基本方針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するため、避けるべきであること。
- ④河道の安定を考慮した掘削高さ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	河口からの距離 (km)	計画高水位 (T.P.m)	川幅 (m)
那賀川	古庄	河口から 7.0	11.080	350
桑野川	大原	河口から 9.0	6.934	140

注) T.P.: 東京湾中等潮位

【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。

那賀川及び桑野川では、流下能力の算定条件として、朔望平均満潮位に密度差等を考慮して河口の出発水位を設定している。仮に出发水位が上昇（RCP2.6 シナリオの平均値 43cm）したとしても、概ね H.W.L.以下になっていることを不等流計算にて確認した。

5. 河川管理施設等の整備の状況

那賀川及び桑野川における河川管理施設等の整備状況は下記のとおりである。

(1) 堤防

堤防整備の現状（令和6年（2024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

河川名	計画堤防断面	今後整備が必要な区間
那賀川	24.1km (84.1%)	4.6km (15.9%)
桑野川	15.9km (86.3%)	2.5km (13.7%)

※延長は、国管理区間左右岸の計である。

(2) 洪水調節施設

<那賀川>

完成施設 : 長安口ダム（治水容量 16,800 千 m³）

残りの必要容量 : 概ね 60,000 千 m³～102,000 千 m³

<桑野川>

完成施設 : 0 千 m³

残りの必要容量 : 概ね 800 千 m³

(3) 排水機場等

<那賀川>

河川管理施設 : 7.0 m³/s

許可工作物 : 0.76 m³/s

※国管理区間のみである。

<桑野川>

河川管理施設 : 15.9 m³/s

許可工作物 : 3.49 m³/s

※国管理区間のみである。

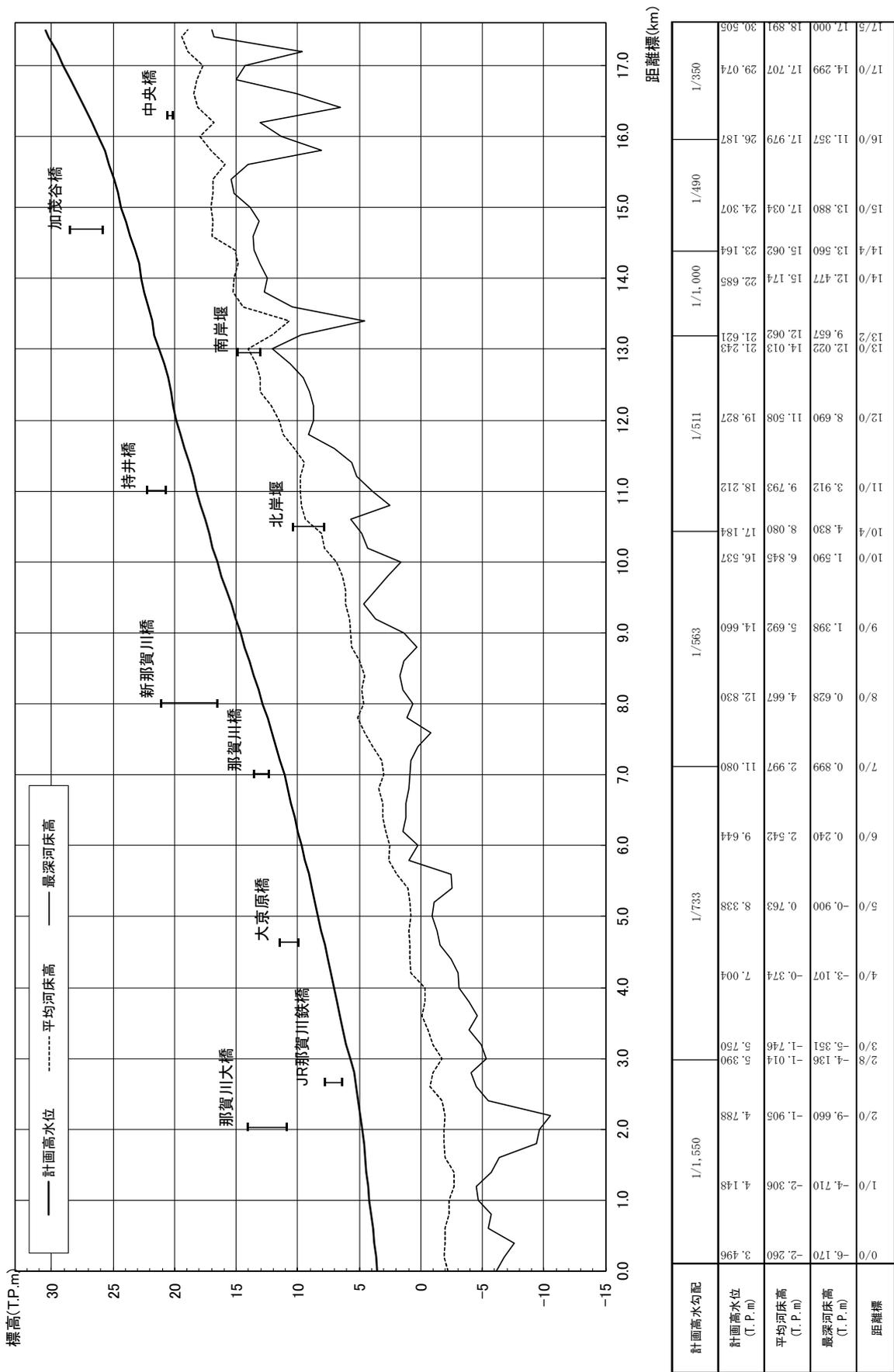


図 5.1 那賀川計画縦断面図

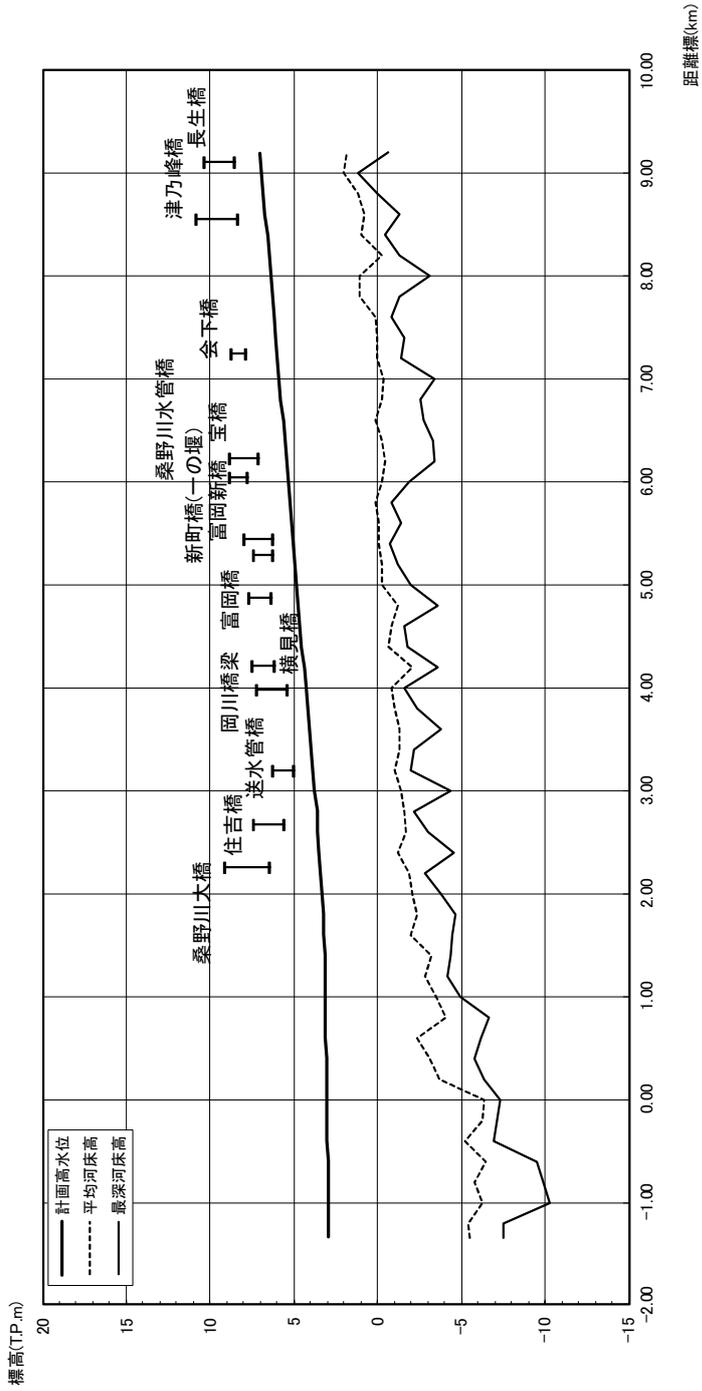


図 5.2 桑野川計画縦断面図

計画高水勾配	1/9,950		1/1,940										
計画水位 (T. P. m)	-1/340	-1/0	0/0	1/0	1/8	2/0	3/0	4/0	5/0	6/0	7/0	8/0	9/0
平均河床高 (T. P. m)	-7.483	-10.291	-6.287	-6.393	-4.627	-3.812	-4.396	-1.595	-2.007	-1.886	-3.426	-3.102	1.147
最深河床高 (T. P. m)	-5.466	-2.917	-2.369	-3.52	-2.369	-2.115	-1.415	-0.811	-0.275	-0.307	-0.362	1.088	2.046
距離標	2.884	2.917	3.021	3.115	3.194	3.276	3.744	4.290	4.810	5.323	5.852	6.348	6.934
													7.030