

富士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 3 月

国土交通省 水管理・国土保全局

目 次

1 基本高水の検討	1
1-1 工事実施基本計画	1
1-2 河川整備基本方針	1
1-3 河川整備基本方針策定後の状況	2
1-4 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の考え方	28
1-6 計画規模の設定	28
1-7 対象降雨の継続時間の設定	28
1-8 対象降雨の降雨量の設定	63
1-9 雨量確率法による検討	70
1-10 アンサンブル予測降雨波形による検討	98
1-11 既往洪水による検討	125
1-12 総合的判断による基本高水のピーク流量の決定	126
2 高水処理計画	128
3 計画高水流量	129
4 河道計画	130
5 河川管理施設等の整備の現状	134

1 基本高水の検討

1-1 工事实施基本計画

昭和 49 年（1974 年）に策定された富士川水系工事实施基本計画では、洪水発生状況を考慮し、流域の社会的・経済的な重要性を総合的に勘案し計画規模を基準地点「清水端」では 1/100、「北松野」では 1/150 と設定した。基本高水のピーク流量を基準地点清水端において、 $8,800 \text{ m}^3/\text{s}$ 基準地点北松野において $16,600 \text{ m}^3/\text{s}$ と定め、これを河道に配分した。

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富士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、各河川の基本高水のピーク流量を踏襲することとし、富士川水系河川整備基本方針（以降、「既定計画」という。）を平成 15 年（2003 年）2 月に策定した。

1) 年最大降雨量と年最大流量の経年変化

既定計画を策定した昭和 49 年（1974 年）以降、計画を変更するような大きな降雨、洪水は発生していない。

2) 流量確率評価による検証

流量確率の検討の結果、基準地点清水端においては $6,800 \sim 9,200 \text{ m}^3/\text{s}$ 、基準地点北松野においては $16,200 \sim 21,000 \text{ m}^3/\text{s}$ と推定された。

3) 既往洪水による検証

明治 40 年（1907 年）8 月洪水において、鬼島地先（河口から約 59km）でのヒアリング、鰍沢付近（河口から約 63km～73km）の痕跡水位、氾濫の時間経過を示す日記等、雁堤付近でのヒアリングや痕跡等から、明治 40 年（1907 年）8 月洪水での流量は、清水端、北松野地点でそれぞれ約 $9,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、約 $17,000 \text{ m}^3/\text{s}$ であったと推定される。

1-3 河川整備基本方針策定後の状況

平成 15 年（2003 年）2 月に既定計画を策定以降、基準地点清水端および基準地点北松野においては、計画高水流量を上回る洪水は発生していない。年最大流域平均雨量及び年最大流量を図 1.1 から図 1.4 に示す。

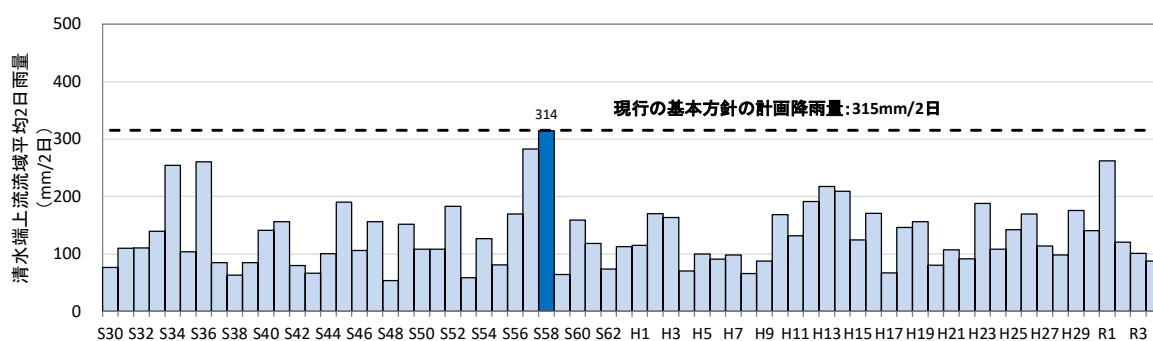


図 1.1 年最大流域平均雨量（基準地点清水端上流域）

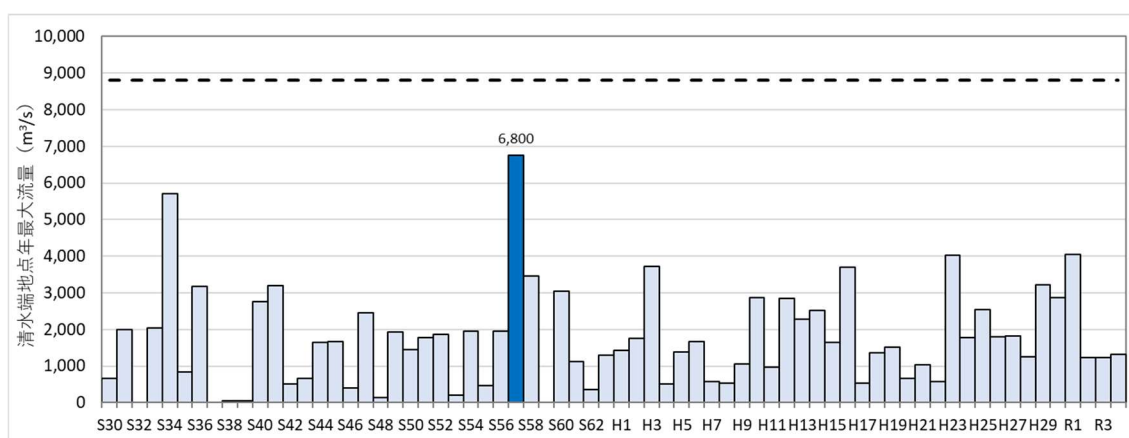


図 1.2 年最大流量（基準地点清水端）

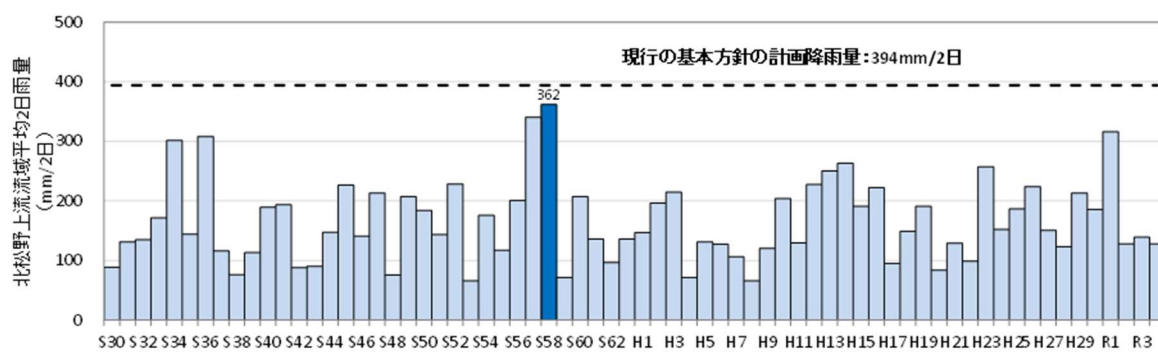


図 1.3 年最大流域平均雨量（基準地点北松野上流域）

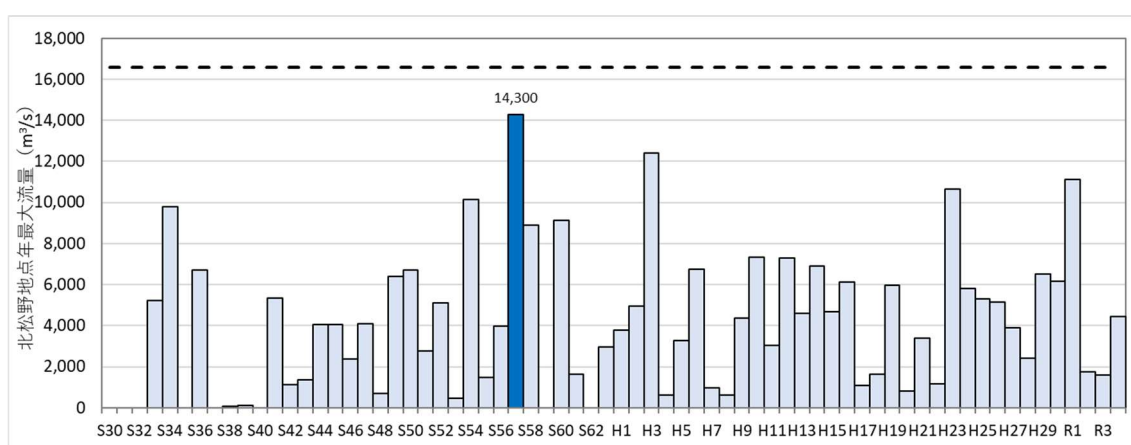


図 1.4 年最大流量（基準地点北松野）

1-4 流出解析モデルの構築

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。また、富士川の河口から大臣管理区間の上流端である釜無川 K250（武田橋）および笛吹川 F264（岩手橋）までは、河道内の流下・貯留現象を詳細に表現するため、一次元不定流でモデル化した。

1) モデルの概要

流出計算モデルの基礎式は次のとおりである。

(1) 流域の基礎式

$$\frac{ds}{dt} = f_{(t)} \cdot r_{(t)} - q_{(t+T_l)}$$

$$s_{(t)} = K \cdot q_{(t+T_l)}^P$$

$$q_{(t)} = \frac{3.6 \cdot Q_{(t)}}{A}$$

ただし、

$$\sum r_{(t)} \leq R_0 \quad \text{の場合} \quad f_{(t)} = 0.0$$

$$R_0 < \sum r_{(t)} \leq R_0 + R_{sa} \quad \text{の場合} \quad f_{(t)} = f_1$$

$$\sum r_{(t)} > R_0 + R_{sa} \quad \text{の場合} \quad f_{(t)} = 1.0$$

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 $Q_{b(t)}$ を含めて次の式で与える。

$$Q_{ca(t)} = \frac{q_{(t)} \cdot A}{3.6} + Q_{b(t)}$$

$s_{(t)}$: 貯留高【mm】、 $f_{(t)}$: 流入係数【無次元】、

$r_{(t)}$: 流域平均降雨強度【mm/h】^{*1}、 $q_{(t)}$: 直接流出高【mm/h】、

T_l : 遅滞時間【h】、 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当該時刻までの流域平均降雨強度の和【mm】、

R_0 : 初期損失雨量【mm】、 R_{sa} : 飽和雨量【mm】、

R_{sum} : 総降雨量【mm】^{*2}、 Q_{sum} : 総直接流出量【m³】、

f_1 : 一次流出率【無次元】、 $Q_{ca(t)}$: 流域からの流出量【m³/s】、

$Q_{b(t)}$: 基底流量【m³/s】

*1 地点観測雨量からテューセン分割を用いて計算された流域平均時間雨量。初期損失雨量分も含む。

*2 降り始めからの雨量より初期損失雨量を控除したもの。

(2) 河道の基礎式

① 貯留関数法

$$S_{l(t)} = K \cdot Q_{l(t)}^P - T_l \cdot Q_{l(t)}$$

$$\frac{dS_{l(t)}}{dt} = I_{(t)} - Q_{l(t)}$$

$$Q_{l(t)} = Q_{(t+T_l)}$$

$S_{l(t)}$: みかけの貯留量 【 (m³/s) ・ h 】 、

$Q_{l(t)}$: 遅れ時間 T_l を考慮した流出量 【m³/s】 、

$Q_{(t)}$: 流出量 【m³/s】 、 $I_{(t)}$: 流入量 【m³/s】 、 T_l : 遅滞時間 【h】 、

K : 定数、 P : 定数

② 一次元不定流計算

連続の式

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

運動方程式

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\int u^2 dA \right) + g A \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{T_r}{\rho} = 0$$

$$\int u^2 dA = \beta U^2 A$$

$$U = \frac{1}{n} R^{2/3} I_b^{1/2}$$

$$\frac{T_r}{\rho} = \frac{g U^2}{A^{1/3}} \cdot \left(\sum S_i \cdot n_i^{3/2} \right)^{4/3}$$

A : 流れの断面積 【m²】 、 x : 流下方向に沿った座標 【m】 、 H : 水位 【m】 、

T_r : 単位長さの河道の河床に作用する力 【N/m】 、

u : ある点での流速【m/s】、 ρ : 水の密度【kg/m³】、
 g : 重力加速度【m/s²】、 U : 断面平均流速【m/s】、
 I_b : 河床勾配、 $R(= A/S)$: 径深【m】、
 S_i : 同一の粗度を有する i 番目の潤辺部の長さ【m】、
 n_i : 潤辺部での粗度係数【m^{-1/3}s】、 t : 時間【s】

2) 流域及び河道分割

流域分割は 34 分割とし、河道分割は大臣管理区間よりも上流の本川及び笛吹川に加え、流域規模の大きな支川（塩川、荒川、早川）を分割することとした。なお、富士川水系は集積した市街地を流下する重要な河川であることから河道の流下状況をより詳細に把握する必要があるため、大臣管理区間の河道は一次元不定流計算モデルとした。

流域分割図、流出計算モデル模式図、一次元不定流計算モデル模式図、貯留関数における流域・河道モデル分割諸元を図 1.5、図 1.6、表 1.1、表 1.2 に示す。



図 1.5 流域分割図

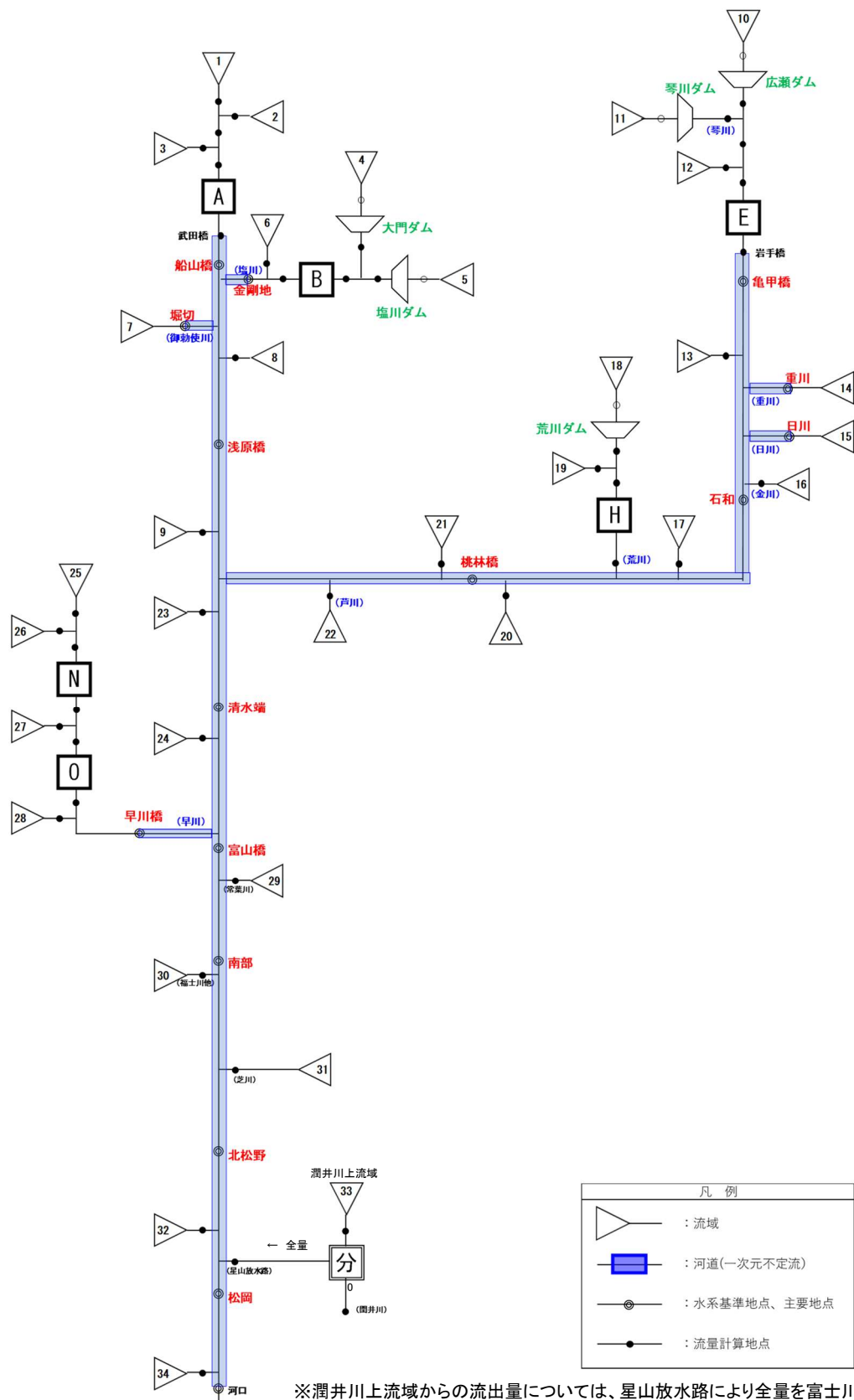


図 1.6 流出計算モデル模式図

表 1.1 流域・河道モデル分割諸元（流域分割）

流域	流域面積(km ²)	流域	流域面積(km ²)	流域	流域面積(km ²)	流域	流域面積(km ²)
1	152.10	10	75.17	19	111.63	28	53.22
2	149.49	11	10.06	20	39.70	29	233.54
3	178.41	12	183.45	21	32.31	30	251.49
4	52.72	13	12.30	22	95.74	31	202.48
5	85.32	14	107.09	23	58.43	32	30.69
6	254.97	15	111.52	24	138.66	33	108.86
7	75.06	16	49.40	25	173.39	34	13.23
8	54.98	17	131.92	26	173.86		
9	77.23	18	73.44	27	104.08		

表 1.2 流域・河道モデル分割諸元（河道）

No.	河道	河川名	河道区間
1	A	釜無川	(船山橋上流残流域合流点～船山橋)
2	B	塩川	(大門ダム合流点～塩川下流域合流点)
3	E	笛吹川	(広瀬・琴川ダム下流域合流点～亀甲橋)
4	H	荒川	(荒川ダム下流域合流点～笛吹川合流点)
5	N	早川	(早川中流域合流点～雨畑川流域合流点)
6	O	早川	(雨畑川流域合流点～早川下流域合流点)

3) 定数の設定

(1) 流域定数の設定

① 定数設定の考え方

各流域定数 (K 、 P 、 T_l 、 f_1 、 R_{sa}) の設定に当たっては、平成 2 年 (1990 年) ～令和 4 年 (2022 年) のデータの中から、基準地点清水端、北松野の流量が比較的大きい洪水 (以下「流域定数解析洪水」という。) を用いて設定した。

② 流域定数解析洪水

定数設定に当たっては、平成 2 年 (1990 年) ～令和 4 年 (2022 年) で基準地点清水端、北松野の氾濫注意水位以上となる 11 洪水について検証の対象とし、表 1.3 に洪水の一覧を示す。

表 1.3 流域定数解析洪水

No.	洪水名	基準地点ピーク流量		No.	洪水名	基準地点ピーク流量	
		清水端 (m ³ /s)	北松野 (m ³ /s)			清水端 (m ³ /s)	北松野 (m ³ /s)
1	H10. 9	2, 867	7, 053	7	H23. 9. 3	1, 904	5, 315
2	H12. 9	2, 741	6, 968	8	H23. 9. 21	4, 025	10, 658
3	H13. 9	2, 149	4, 786	9	H25. 9	2, 539	欠測
4	H14. 7	2, 408	6, 209	10	H29. 10	欠測	6, 507
5	H16. 10. 9	2, 304	3, 886	11	R1. 10	4, 044	欠測
6	H16. 10. 20	3, 693	5, 653				

出典：水文水質データベース

③ 流出成分の分離

流域定数の設定を行う上で、実績流量のハイドログラフをもとに流出成分を分離し、流域定数解析洪水毎に流域定数の解析地点のハイドログラフについて、ハイドログラフの低減部の指数低減性を利用する方法によって、直接流出成分と間接流出成分の分離を行い、各時刻の直接流出と基底流量を求めた。この成分分離の概念を図 1.7 に示し、各洪水における成分分離の事例を図 1.8 に示す。

成分分離については、ハイドログラフの低減部を片対数紙に描き、2 本または 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 本の直線で分離し、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。

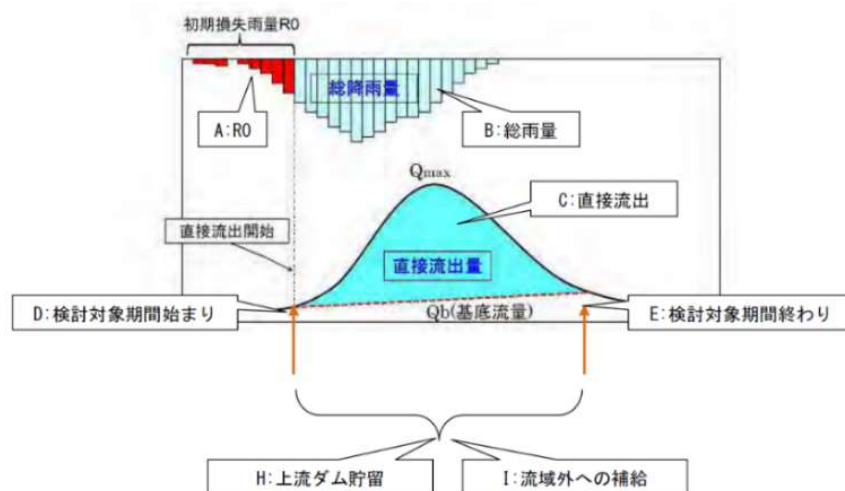
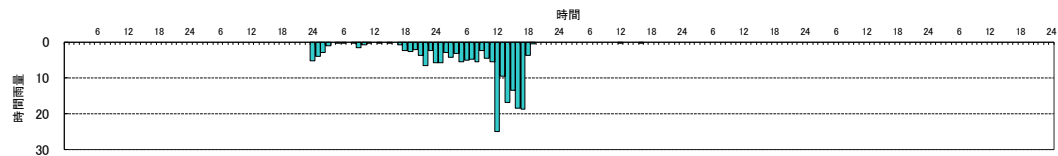


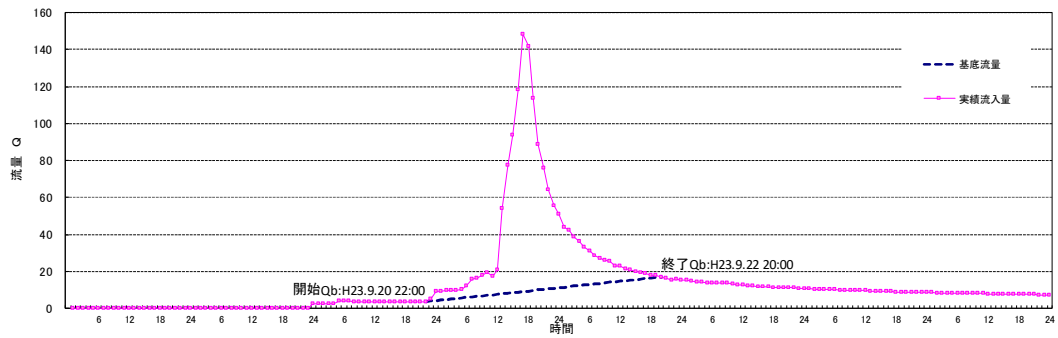
図 1.7 成分分離概念図

<荒川ダム>

荒川ダム 平成23年9月21日洪水
流域平均雨量(流量観測地点上流域)



実績流量と基底流量



流量低減部の成分分離

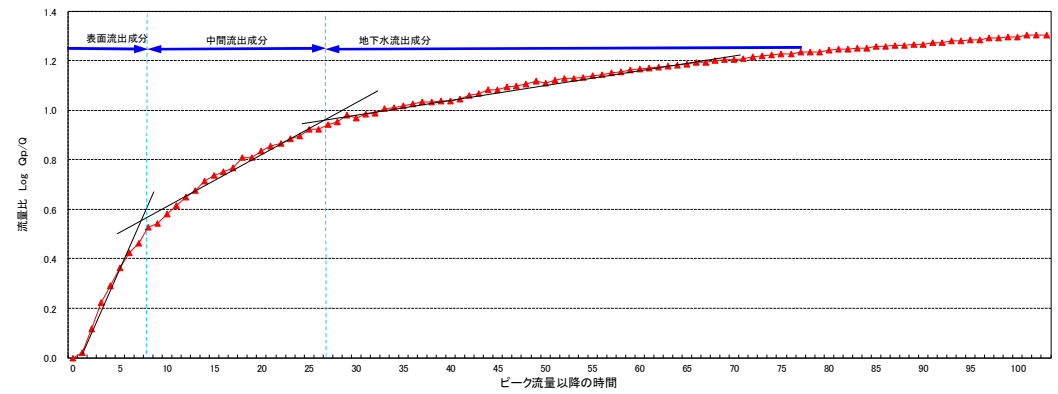


図 1.8 成分分離の事例 (H23.9 洪水)

④ 初期損失雨量の設定

初期損失雨量は、次に示す地点（以下「 f_1 等解析地点」という。）を選定して、流域定数解析洪水毎に求めた。具体的には、 f_1 等解析地点の上流域における流域平均時間雨量のハイトグラフにおいて、直接流出開始以前の時間雨量の和を求めて当該地点の初期損失雨量とした。

f_1 等解析地点（11 地点）

- 分割した小流域の下流端となる流量観測所のうち、流域定数解析洪水のデータについて、 f_1 、 R_{sa} の解析が可能なデータが存在する流量観測所地点：船山橋、亀甲橋、早川橋、堀切、日川、重川
- 流域定数解析洪水のデータについて、 f_1 、 R_{sa} の解析が可能なデータが存在する県管理ダム地点：大門ダム、塩川ダム、広瀬ダム、琴川ダム、荒川ダム

各小流域の初期損失雨量は、流域定数解析洪水毎に設定することとし、 f_1 等解析地点のうち、源流に最も近い解析地点（以下「最上流地点」という。）は11 地点あり、この上流にある16 小流域については、最上流地点で求めた当該洪水における初期損失雨量を、当該最上流地点の上流にある小流域の初期損失雨量とした。その他の18 小流域については、中流域毎に当該中流域に含まれるすべての f_1 等解析地点の当該洪水における初期損失雨量の平均値を求め、当該中流域に属する小流域の初期損失雨量とした。

なお、中流域は、流出の特性を考慮して釜無川流域、笛吹川流域、その他流域の3 つとし、富士川流域の34 の小流域を3 つの中流域に分けた。中流域の分割図を図1.9 に示す。

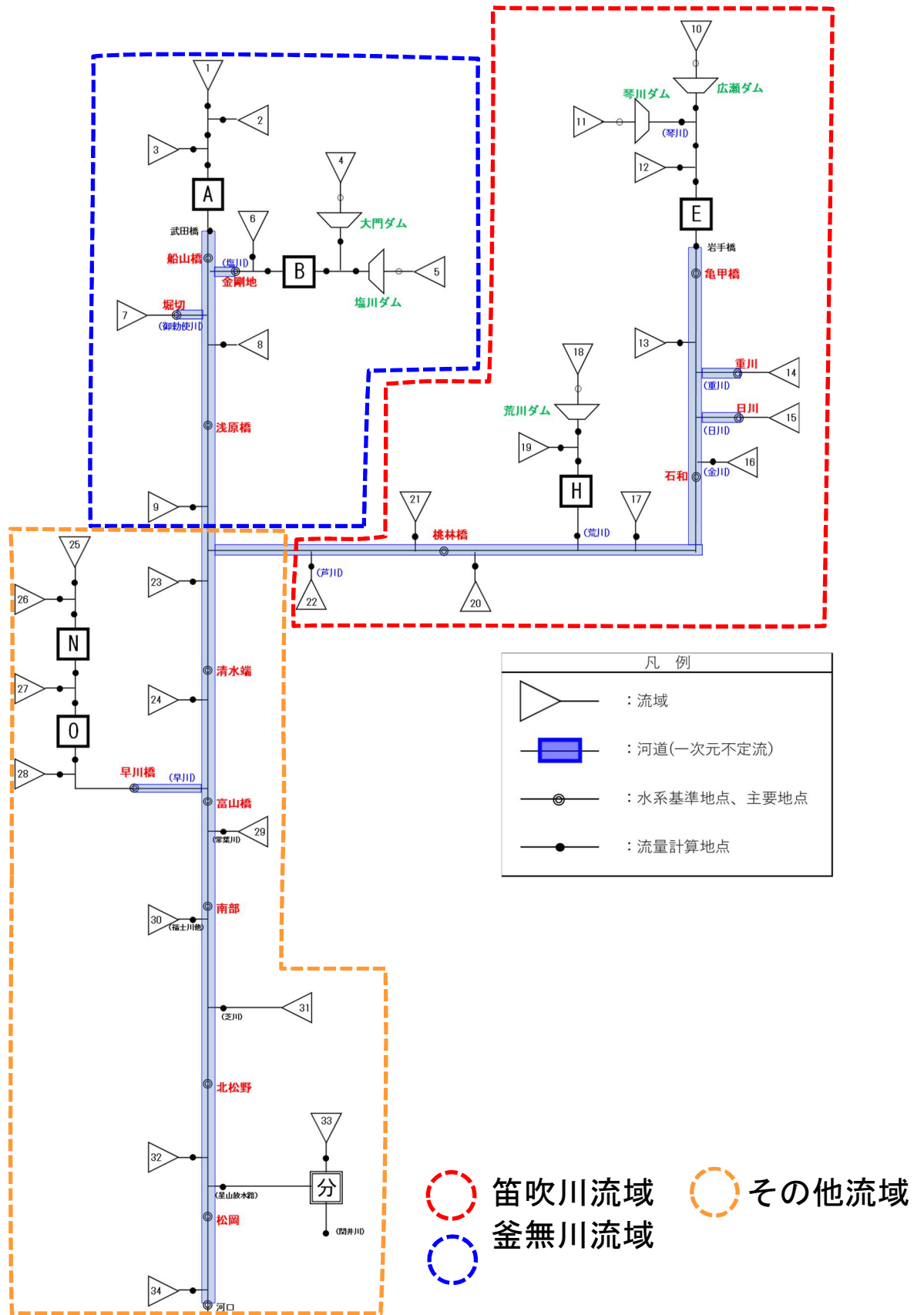


図 1.9 中流域分割図

⑤ f_1 、 R_{sa} の設定

各小流域の f_1 は、当該小流域が属する中流域の f_1 とすることとし、中流域毎に f_1 を求めた。具体的には、中流域毎に、当該中流域に含まれるすべての f_1 等解析地点におけるすべての流域定数解析洪水の総降雨量 R_{sum} と総直接流出高 q_{sum} ($[\text{mm}] = \frac{Q_{sum}}{1000 \cdot A}$) を1つの図 (X軸： R_{sum} 、Y軸： q_{sum}) にプロットし、ある R_{sa} を仮定して、総降雨量が 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、総降雨量が R_{sa} より大きい点群について、総降雨量と総直接流出高の差の平均値が $R_{sa} \cdot (1 - f_1)$ となることを満足するように、 R_{sa} を変化させて求めた。なお、この R_{sa} を当該中流域の『平均的な R_{sa} 』とし、この結果を図 1.10 に示す。また、洪水毎に実績の総降雨量と総直接流出高を求めることができる場合は、『洪水毎の R_{sa} 』を求めた。

具体的には、当該地点を含む中流域の $R_{sum} - q_{sum}$ 図において、当該地点の当該洪水のプロットを通るように傾きが1.0の直線を引き、この直線と、原点を通る傾きが f_1 の直線との交点のX座標を、当該地点の洪水毎の R_{sa} とした。

各小流域の R_{sa} の設定に当たっては、流域定数解析洪水毎に設定することとし、最上流地点の上流にある16小流域については、各最上流地点で求めた当該洪水における洪水毎の R_{sa} を、当該最上流地点の上流にある小流域の R_{sa} とした。その他の18小流域については、中流域毎に、当該中流域に含まれるすべての最上流地点の当該洪水における洪水毎の R_{sa} の平均値を求め、当該中流域に属する小流域の R_{sa} とした。なお、中流域のうち、その他流域については、当該中流域に最上流地点が含まれないため、他の中流域の R_{sa} の平均値を求め、当該中流域に属する小流域の R_{sa} とした。

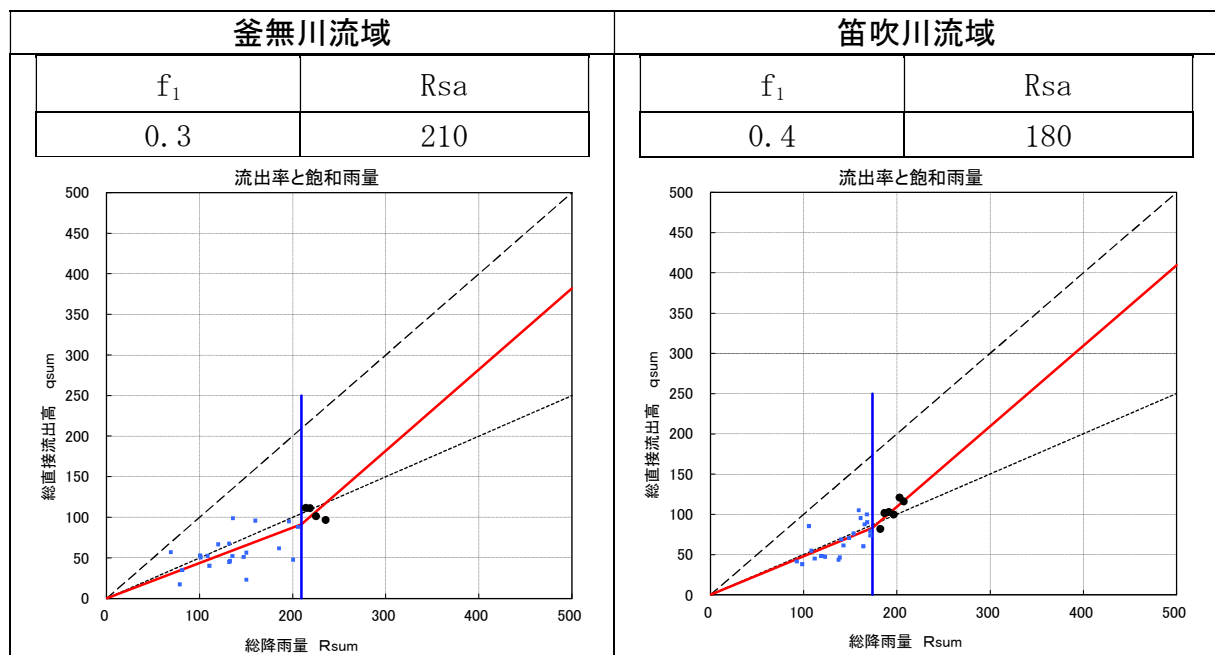


図 1.10 各洪水の総降雨量と総直接流出高の関係

⑥ 小流域ごとの有効降雨

小流域ごとの有効降雨は、小流域ごとの流域平均時間雨量と $f_{(t)}$ から、次式により求めることができる。

$$re_{(t)} = f_{(t)} \cdot r_{(t)}$$

$re_{(t)}$ ：流域平均有効降雨強度【mm/h】、 $f_{(t)}$ ：流入係数【無次元】

$r_{(t)}$ ：流域平均降雨強度【mm/h】^{*1}

^{*1} 雨量観測所の観測雨量からテューセン法により求めた流域平均時間雨量。初期損失分も含む。

ここで、 R_{sa} には初期損失雨量 R_0 が含まれないことに留意し $f_{(t)}$ は次のとおりである。

$$\sum r_{(t)} \leq R_0 \quad \text{の場合} \quad f_{(t)} = 0.0$$

$$R_0 < \sum r_{(t)} \leq R_0 + R_{sa} \quad \text{の場合} \quad f_{(t)} = f_1$$

$$\sum r_{(t)} > R_0 + R_{sa} \quad \text{の場合} \quad f_{(t)} = 1.0$$

⑦ K 、 P 、 T_l の設定

分割した小流域の下端となる流量観測所地点及びダム地点のうち、流域定数解析洪水データについて、 K 、 P 、 T_l の解析が可能なデータが存在し、かつ、河道の影響を受けにくい地点（以下「 K 等解析地点」という。）が11地点（船山橋、亀甲橋、早川橋、堀切、日川、重川、大門ダム、塩川ダム、広瀬ダム、琴川ダム、荒川ダム）あり、これらの地点で K 、 P 、 T_l の解析を行った。

具体的には、 T_l を少しずつ変えて貯留高と直接流出高を両対数でプロットして $S_{(t)} - q_{(t)}$ 図を作成し、最もループが小さくなる T_l を求めた。求めた T_l によって両対数でプロットした $S_{(t)} - q_{(t)}$ 関係を直線近似し、切片を K 、傾きを P として求めた。

このようにして洪水毎、地点毎の K 、 P 、 T_l 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 等解析地点毎に、 K 、 P は最大流量となる洪水の値を、 T_l は規模の大きい洪水の値の平均値をそれぞれ用いて、当該 K 等解析地点の K 、 P 、 T_l を求めた。各 K 等解析地点の K 、 P 、 T_l を求める際に作成した $S_{(t)} - q_{(t)}$ 図の事例を図 1.11 に示す。

K 等解析地点の上流にある小流域については、各 K 等解析地点で求めた K 、 P 、 T_l を、当該 K 等解析地点の上流にある小流域の K 、 P 、 T_l とした。その他の小流域については、中流域毎に当該中流域に含まれる地点の平均値を求め、当該中流域に属する小流域の K 、 P 、 T_l とした。流域定数の設定結果を表 1.4 に示す。

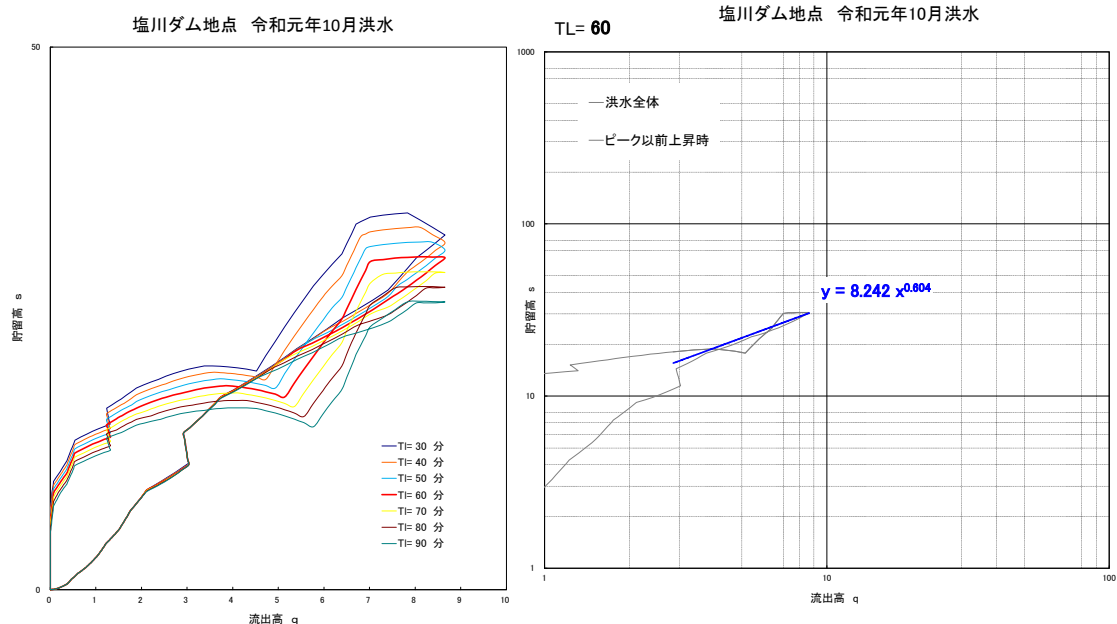


図 1.11 貯留高一流出高関係図

表 1.4 流域定数設定結果

流域 No	中流域	流域名	流域 面積	一次 流出率	流入係数	係数		計画		
			A(km2)	f1	fsa	k	p	飽和雨量 Rsa	初期損失 雨量 R0	遅延時間 Tl (min)
1	釜無川	釜無川上流域	152.10	0.3	1.0	8.892	0.563	210	20	50
2	釜無川	釜無川上流左岸流域	149.49	0.3	1.0	8.892	0.563	210	20	50
3	釜無川	船山橋上流残流域	178.41	0.3	1.0	8.892	0.563	210	20	50
4	釜無川	大門ダム上流域	52.72	0.3	1.0	9.542	0.522	210	20	60
5	釜無川	塩川ダム上流域	85.32	0.3	1.0	8.242	0.604	210	20	40
6	釜無川	塩川下流域	254.97	0.3	1.0	8.892	0.563	210	20	50
7	釜無川	御勅使川	75.06	0.3	1.0	8.892	0.563	210	20	50
8	釜無川	船山橋下流残流域	54.98	0.3	1.0	8.892	0.563	210	20	50
9	釜無川	浅原橋～合流点	77.23	0.3	1.0	8.892	0.563	210	20	50
10	笛吹川	広瀬ダム上流域	75.17	0.4	1.0	5.769	0.719	220	24	0
11	笛吹川	琴川ダム上流域	10.06	0.4	1.0	9.179	0.682	220	24	10
12	笛吹川	広瀬・琴川ダム下流域	183.45	0.4	1.0	8.039	0.691	220	24	10
13	笛吹川	亀甲橋～重川	12.30	0.4	1.0	8.039	0.691	220	24	10
14	笛吹川	重川	107.09	0.4	1.0	8.039	0.691	220	24	10
15	笛吹川	日川	111.52	0.4	1.0	8.039	0.691	220	24	10
16	笛吹川	金川	49.40	0.4	1.0	8.039	0.691	220	24	10
17	笛吹川	浅川・境川外流域	131.92	0.4	1.0	8.039	0.691	220	24	10
18	笛吹川	荒川ダム上流域	73.44	0.4	1.0	9.171	0.672	220	24	0
19	笛吹川	荒川ダム下流域	111.63	0.4	1.0	8.039	0.691	220	24	10
20	笛吹川	浅利川、滝戸川流域	39.70	0.4	1.0	8.039	0.691	220	24	10
21	笛吹川	荒川合流点より下流 (右岸)	32.31	0.4	1.0	8.039	0.691	220	24	10
22	笛吹川	芦川流域	95.74	0.4	1.0	8.039	0.691	220	24	10
23	その他	清水端上流残流域	58.43	0.4	1.0	8.380	0.640	210	22	20
24	その他	清水端～ 早川合流点間	138.66	0.4	1.0	8.380	0.640	210	22	20
25	その他	早川上流域	173.39	0.4	1.0	8.380	0.640	210	22	20
26	その他	早川中流域	173.86	0.4	1.0	8.380	0.640	210	22	20
27	その他	雨畑川流域	104.08	0.4	1.0	8.380	0.640	210	22	20
28	その他	早川下流域	53.22	0.4	1.0	8.380	0.640	210	22	20
29	その他	常葉川他流域	233.54	0.4	1.0	8.380	0.640	210	22	20
30	その他	南部下流残流域	251.49	0.4	1.0	8.380	0.640	210	22	20
31	その他	芝川流域	202.48	0.4	1.0	8.380	0.640	210	22	20
32	その他	南部～北松野	30.69	0.4	1.0	8.380	0.640	210	22	20
33	その他	潤井川流域 (星山放水路)	108.86	0.4	1.0	8.380	0.640	210	22	20
34	その他	松岡観測所 下流	13.23	0.4	1.0	8.380	0.640	210	22	20

(2) 河道定数の設定

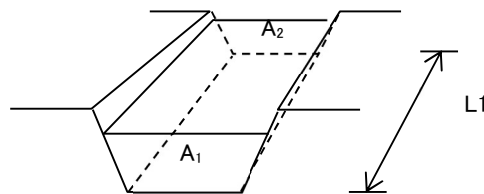
① 貯留関数法

河道定数 K 、 P の検討に当たっては、平成 29 年（2017 年）および平成 30 年（2018 年）の測量断面を用いて、河道毎に流量規模毎の河道貯留量（ s ）を不等流計算により求め、流量と河道貯留の関係から、流域定数の検討と同様に切片を K 、傾きを P として求めた。S-Q 関係を整理した結果を図 1.12 に示す。

$s = \frac{V}{3600}$ （ V ：各流量に対応した河道内のボリューム【 m^3 】）の関係であり、 V は以下の方法で求めた。

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

A ：河道の各断面における断面積【 m^2 】、 L ：河道の各断面間の延長【 m 】



$$V = \frac{1}{2}(A_1 + A_2) \cdot L_1 + \dots$$

$$S = V/3600$$

A_1, A_2 : 任意の流量における流積(m^2) , L_1 : 区間距離(m)

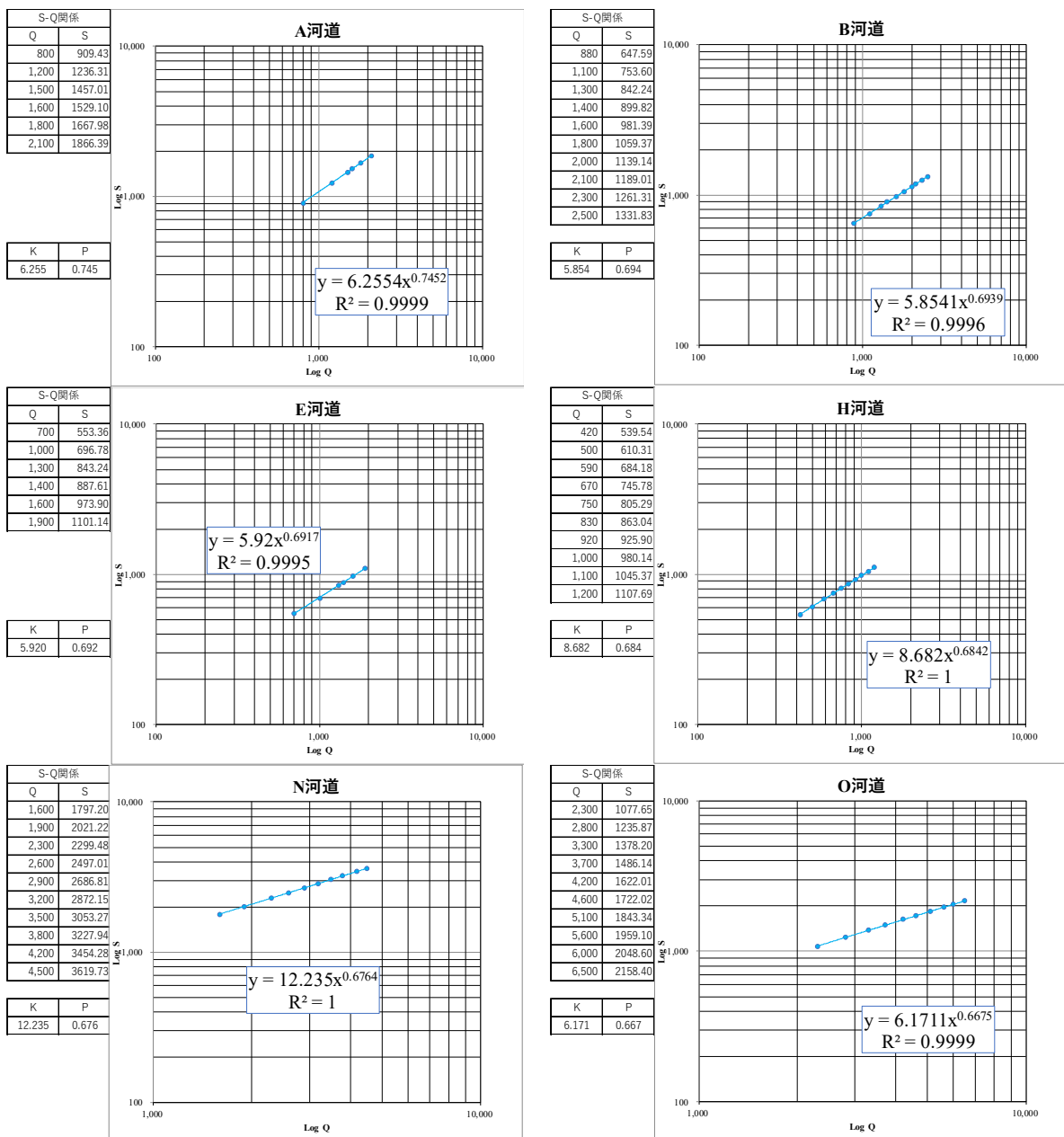


図 1.12 河道貯留量 S～流出量 Q 相関図

河道の T_l については、定流の貯留関数と洪水流の貯留関数の関係から求めた。考え方は以下のとおりである。（参考文献：水文研究資料貯留関数法 工学博士 木村俊晃 河鍋書店）

木村俊晃工学博士によれば、河川の定流の貯留水量と流量から定流の貯留関数を次のように定めている。

$$\varphi_s = K_s \cdot Q^{-0.4}$$
$$K_s = 0.185n^{0.6} \cdot L \cdot b^{0.4} \cdot I^{-0.3}$$

ここに、

Q : 流量【m³/s】

n : 粗度係数

L : 流路延長【km】

b : 河幅【m】（河道の断面を長方形として仮定）

I : 勾配

一方で、定流の貯留関数 φ_s と、洪水流の貯留関数 φ の間には、次式の関係が近似的にあることを示している。

$$\varphi_s = \varphi + T_l$$

ここに、 T_l : 河道の遅延時間

ここで、次のように仮定を行う。

仮定①：洪水流の貯留関数 φ は、流量 Q の-0.5 乗に比例する。

$$\text{洪水貯留関数 } \varphi = K' \cdot Q^{-0.5}$$

仮定②：定流の貯留関数 φ_s と洪水流の貯留関数 φ の関係は図 1.13 のとおりであり、 Q_{min} に対応する点で交わる。

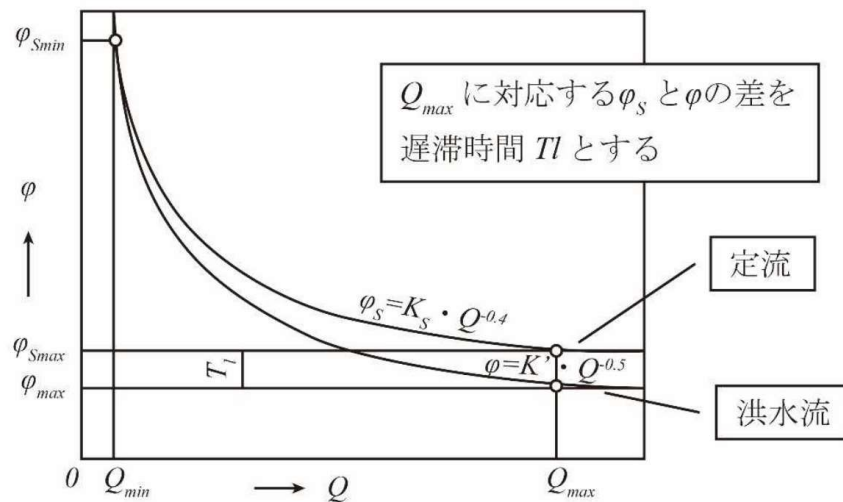


図 1.13 定流の貯留関数 と洪水流の貯留関数 の関係

木村は、遅延時間について理論的な計算が出来ず、また、経験的な推定式も得られていないため、利根川、鬼怒川の洪水解析で下記の理由から前頁のような仮定を行う方法を採用した。

経験的に貯留関数について求めた P に相当する指数は、 $0.4 \sim 0.5$ （平均 0.45 程度）であることが判っているので、 φ は Q の -0.55 乗程度に比例するのが妥当。これを -0.5 乗と近似。

Q_{min} を大きく変えても図 1.13 の関係は変わらない。

Q_{max} を大きく変えても T_l の値はほとんど変わらない。

富士川における遅延時間の推定も同様の手法を用いるものとした。

定流の貯留関数と洪水時の貯留関数が Q_{min} で交わることから、定流時の φ_s をもとに洪水時の定数 K' （ $\varphi_s(Q_{min}) = \varphi(Q_{min})$ ）を求めることができる。

K' を求めることが出来れば、 Q_{max} による貯留関数 φ を計算することができ、 Q_{max} による定流時の貯留関数 φ_s との差分を求めることにより、遅滞時間 T_l が算出することができる。

定流時の φ_s を求めるために K_s を構成する粗度係数 n 、流路長 L 、河幅 b を各河道モデルで設定を行った。河幅 b は、木村は河道を長方形として仮定しているが、富士川では不等流計算の河積 A /径深 R により各断面における河幅を求め、河道モデル区間での平均値を河道モデルの河幅とした。

河道の遅滞時間 T_l を設定した結果を表 1.5 に示す。

表 1.5 遅れ時間の設定結果

河道名	河川	距離標	面積 (km ²)		比流量(最大流量Qmax)				比流量(基底流量: Qb)				Qmax	Qmin
			流入	流出	地点	最大流量	面積	比流量	地点	基底流量	面積	比流量	平均	平均
A	釜無川	K-250〜K-238+県0.0〜14.2	302	480	北松野	14,324	3,503	4.089	北松野	127	3,503	0.036	1,599	14.20
B	塩川	塩川22.0k〜塩川0.0k	85	393	北松野	14,324	3,503	4.089	北松野	127	3,503	0.036	977	8.68
E	笛吹川	笛吹川17.2k〜F-242	75	269	北松野	14,324	3,503	4.089	北松野	127	3,503	0.036	703	6.25
H	荒川	F-173〜F-93	73	185	北松野	14,324	3,503	4.089	北松野	127	3,503	0.036	527	4.69
N	早川	早川35.6k〜早川9.0k	173	347	北松野	14,324	3,503	4.089	北松野	127	3,503	0.036	1,063	9.45
O	早川	早川9.0k〜早川0.0k	451	505	北松野	14,324	3,503	4.089	北松野	127	3,503	0.036	1,954	17.36

河道名	河川	距離標	流路長 (km)	勾配I' (‐1)	川幅b (m)	粗度n	ks	K'	φ (s) max	φ max	Tl (hr)	Tl (min)
A	釜無川	K-250〜K-238+県0.0〜14.2	15.60	79	211.963	0.033	11.78	17.541	0.616	0.303	0.313	18.766
B	塩川	塩川22.0k〜塩川0.0k	22.00	47	90.037	0.035	10.46	14.462	0.666	0.328	0.338	20.283
E	笛吹川	笛吹川17.2k〜F-242	19.40	32	64.789	0.037	7.45	9.804	0.541	0.266	0.275	16.477
H	荒川	F-173〜F-93	21.60	57	70.453	0.022	7.46	9.411	0.608	0.300	0.309	18.528
N	早川	早川35.6k〜早川9.0k	26.60	109	163.315	0.036	21.00	29.414	1.293	0.637	0.656	39.386
O	早川	早川9.0k〜早川0.0k	9.00	56	111.486	0.036	5.00	7.665	0.241	0.119	0.122	7.342

② 一次元不定流計算

一次元不定流計算においては、令和元年（2019 年）および令和 2 年（2020 年）の河道データを基に、不定流計算のピーク水位が痕跡水位を再現する粗度係数を設定した。

一次元不定流計算モデルは、富士川の河口から釜無川 K250 および笛吹川 F264 までとし、モデルの上流端には、貯留関数法で求まる船山橋および亀甲橋地点の流量を与えた。再現性の検討に当たっては、下流端には富士川河口の実績水位を出発水位として与えた。

各支川からの流入量については、支川の流出計算モデルにより算出した値を用いた。

③ 実績再現計算

前述までに設定した定数を用いて近年最大洪水となった令和元年東日本台風（台風第 19 号）について検証した。

④ 流出解析に用いる定数

各小流域の流域面積、 f_1 、 K 、 P 、 T_l と各河道の K 、 P 、 T_l は、前述にて整理した値を用いる。再現計算に用いる各小流域の初期損失雨量、 R_{sa} は洪水毎に設定した。

⑤ 検証対象洪水の再現計算結果

前項までに設定した定数を用いて、再現計算を実施した。再現計算結果を図 1.14 に示す。

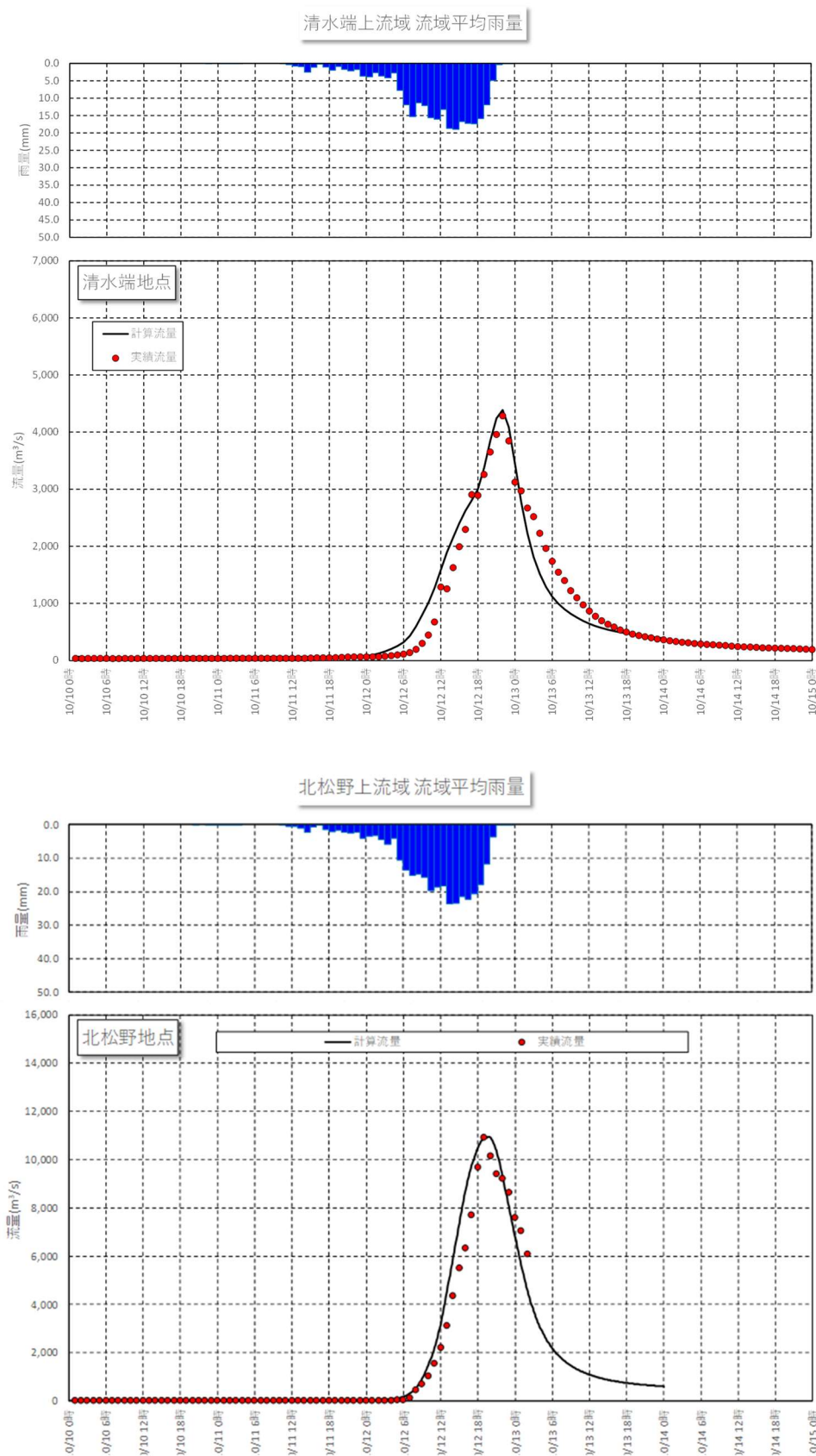


図 1.14 令和元年 10 月洪水再現計算結果（清水端地点、北松野地点）

1-5 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、前述した流出解析モデルを用いて、以下の項目について総合的に判断し設定する。

1. 気候変動を考慮した時間雨量データによる確率からの検討
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

1-6 計画規模の設定

計画規模については、既定計画の清水端 1/100、北松野 1/150 を踏襲するものとする。

1-7 対象降雨の継続時間の設定

1) 対象降雨の継続時間設定の考え方

富士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関係、③強い降雨強度の継続時間を整理し設定した。

2) 洪水到達時間

洪水到達時間は以下に示す式を用いて算定した。対象洪水は、清水端地点では、氾濫注意水位相当の流量（ $1,900 \text{ m}^3/\text{s}$ ）以上の 27 洪水、北松野地点では、氾濫注意水位相当の流量（ $5,800 \text{ m}^3/\text{s}$ ）以上の 18 洪水を対象とした。

(1) Kinematic Wave 法による洪水の到達時間

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

(2) 角屋の式による洪水の到達時間

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

(1)及び(2)について清水端、北松野の計算結果を表 1.6 及び表 1.7 に示し、洪水毎の **Kinematic Wave** 法による洪水到達時間の検討結果を図 1.15 から図 1.37 に示す。

表 1.6 洪水到達時間の算定結果（清水端）

No.	洪水名	清水端 観測所 流量 (m³/s)	Kinematic wave法 算定結果 (h)	角屋式	
				平均有効 降雨強度 re	算定結果 (h)
1	S31.9.28	1,995	13	5	10.4
2	S33.9.17	2,045	15	10	8.2
3	S34.8.11	5,240	18	9	8.5
4	S34.9.24	2,369	10	10	8.1
5	S36.6.26	2,719	9	10	8.1
6	S41.6.27	1,923	8	8	8.6
7	S41.9.23	3,199	20	5	10.6
8	S47.9.14	2,460	16	5	10.0
9	S49.8.30	1,901	11	6	9.6
10	S54.10.17	1,988	21	5	10.1
11	S56.8.21	1,964	14	8	8.8
12	S58.8.14	3,453	6	10	8.2
13	S60.6.28	3,037	13	6	9.4
14	H3.9.17	3,223	15	7	9.2

No.	洪水名	清水端 観測所 流量 (m³/s)	Kinematic wave法 算定結果 (h)	角屋式	
				平均有効 降雨強度 re	算定結果 (h)
15	H10.9.13	2,867	15	10	8.1
16	H12.9.9	2,741	17	8	8.7
17	H13.9.8	2,149	15	7	9.2
18	H14.7.9	2,408	8	10	8.0
19	H16.10.7	2,304	14	7	9.3
20	H16.10.18	3,693	16	7	9.2
21	H23.9.1	1,904	6	6	9.7
22	H23.9.19	4,025	16	8	8.6
23	H25.9.15	2,539	23	6	9.5
24	H27.9.7	1,826	16	5	10.0
25	H29.10.20	3,217	8	10	8.2
26	H30.9.28	2,880	12	7	9.2
27	R1.10.10	4,044	17	13	7.4
平均値		2,745	13.8	8	9.0

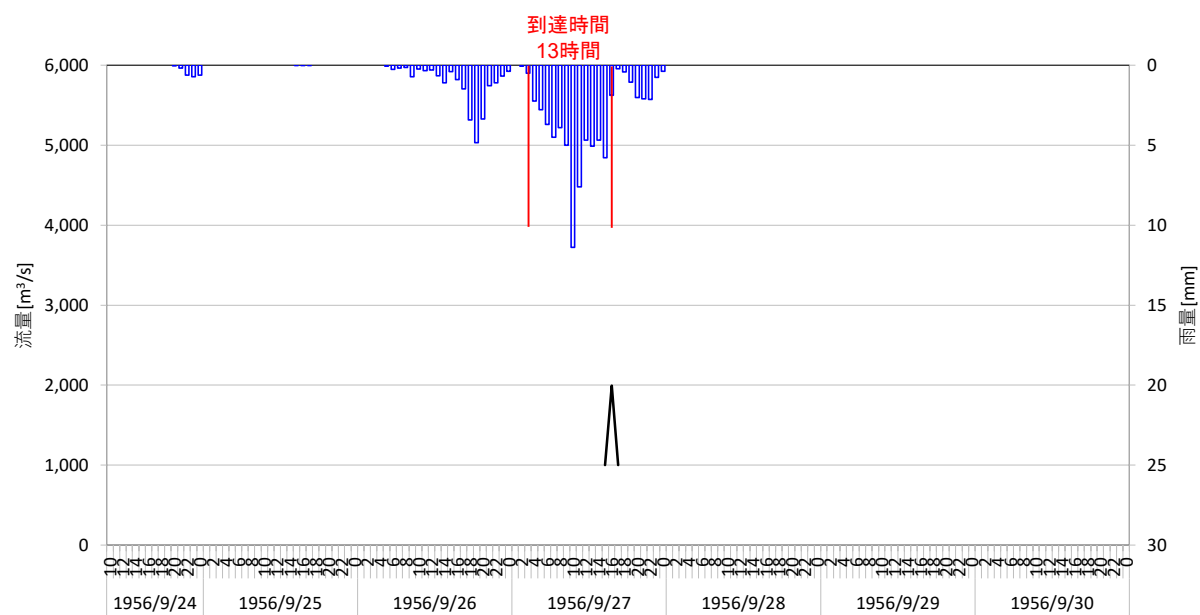
表 1.7 洪水到達時間の算定結果（北松野）

No.	洪水名	北松野 観測所 流量 (m³/s)	Kinematic wave法 算定結果 (h)	角屋式	
				平均有効 降雨強度 re	算定結果 (h)
1	S34.8.11	9,000	15	10	8.0
2	S34.9.24	6,740	24	7	9.3
3	S36.6.26	6,707	28	9	8.4
4	S49.8.24	6,407	6	9	8.3
5	S50.8.21	5,971	13	8	8.9
6	S54.10.17	10,155	4	16	6.8
7	S58.8.14	8,887	9	9	8.5
8	S60.6.28	9,139	7	10	8.1
9	H3.9.17	12,396	11	15	7.0

No.	洪水名	北松野 観測所 流量 (m³/s)	Kinematic wave法 算定結果 (h)	角屋式	
				平均有効 降雨強度 re	算定結果 (h)
10	H6.9.27	6,764	9	11	7.8
11	H10.9.13	7,052	15	11	7.7
12	H12.9.9	6,968	14	11	7.9
13	H14.7.9	5,826	9	13	7.4
14	H23.9.19	10,658	11	14	7.2
15	H24.6.18	6,374	14	10	8.0
16	H29.10.20	6,507	7	7	9.2
17	H30.9.28	6,180	14	9	8.5
18	R1.10.10	10,863	6	21	6.3
平均値		7,922	12.0	11	8.0

※ピーク流量は計算値を示す。

■ S31.9.28 洪水



■ S33.9.17 洪水

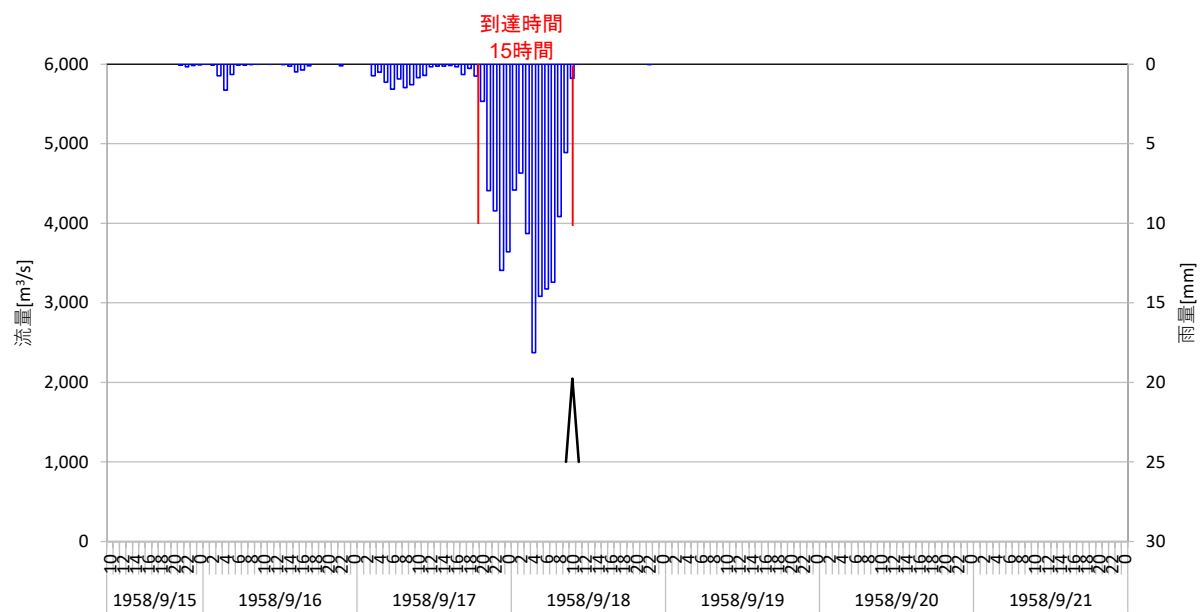
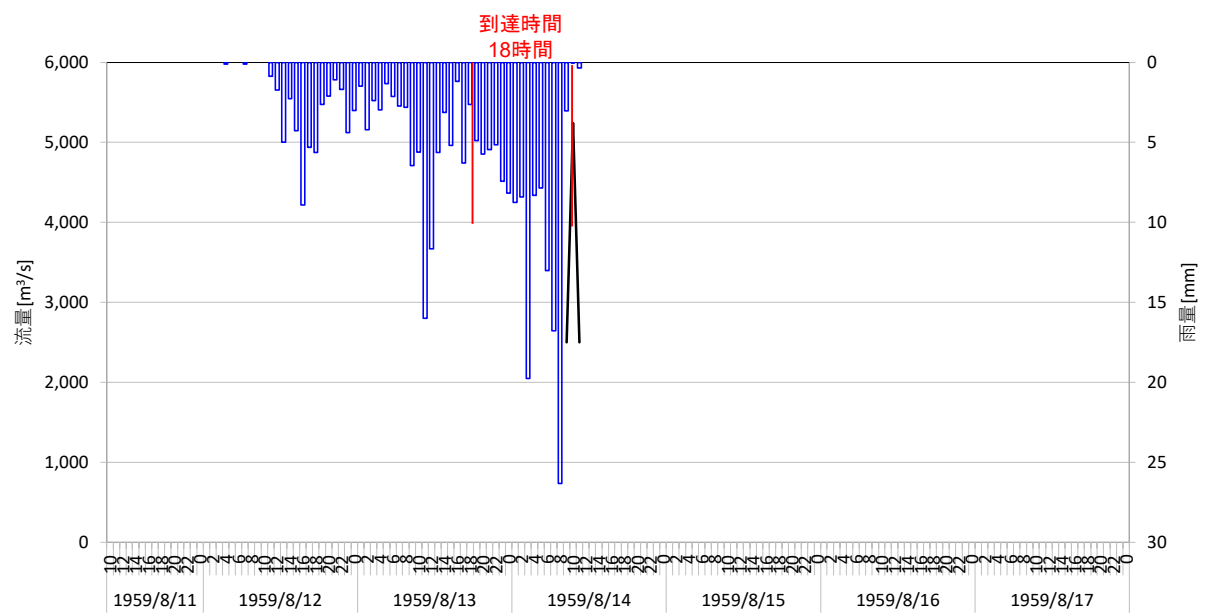


図 1.15 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（清水端）

■ S34.8.11 洪水



■ S34.9.24 洪水

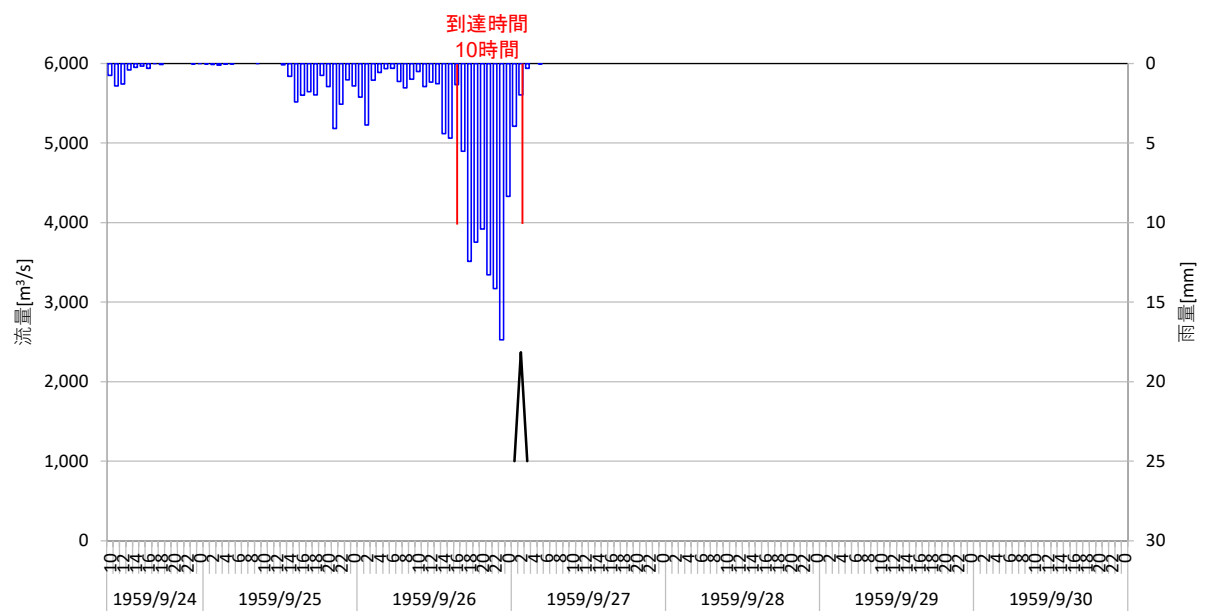
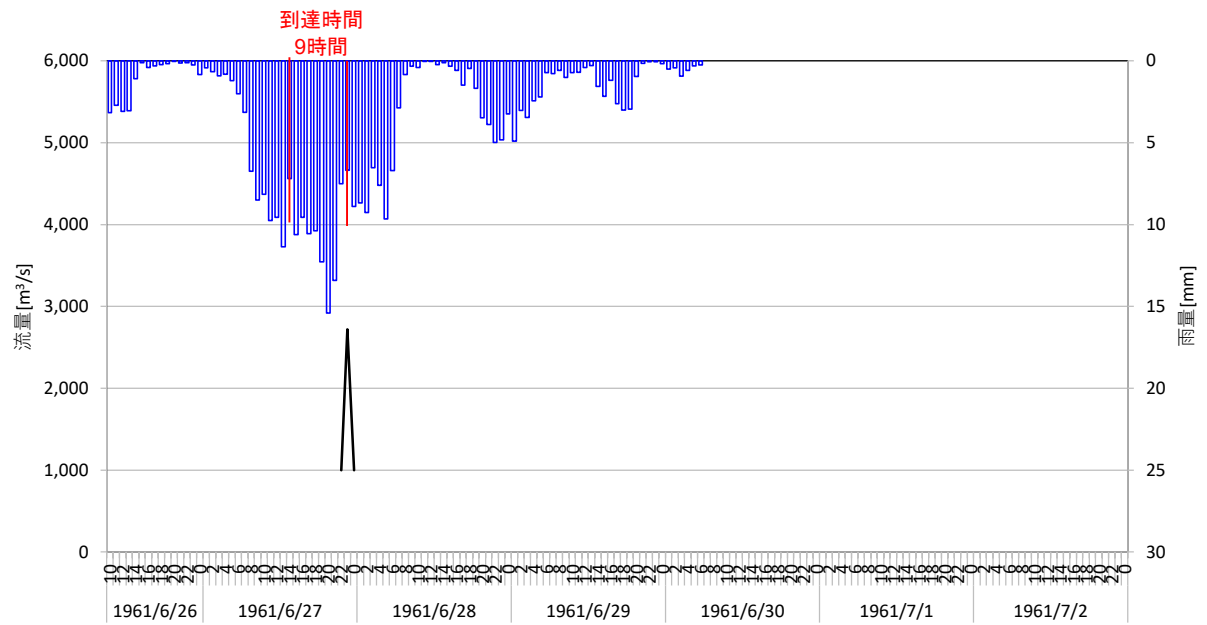


図 1.16 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（清水端）

■ S36.6.26 洪水



■ S41.6.27 洪水

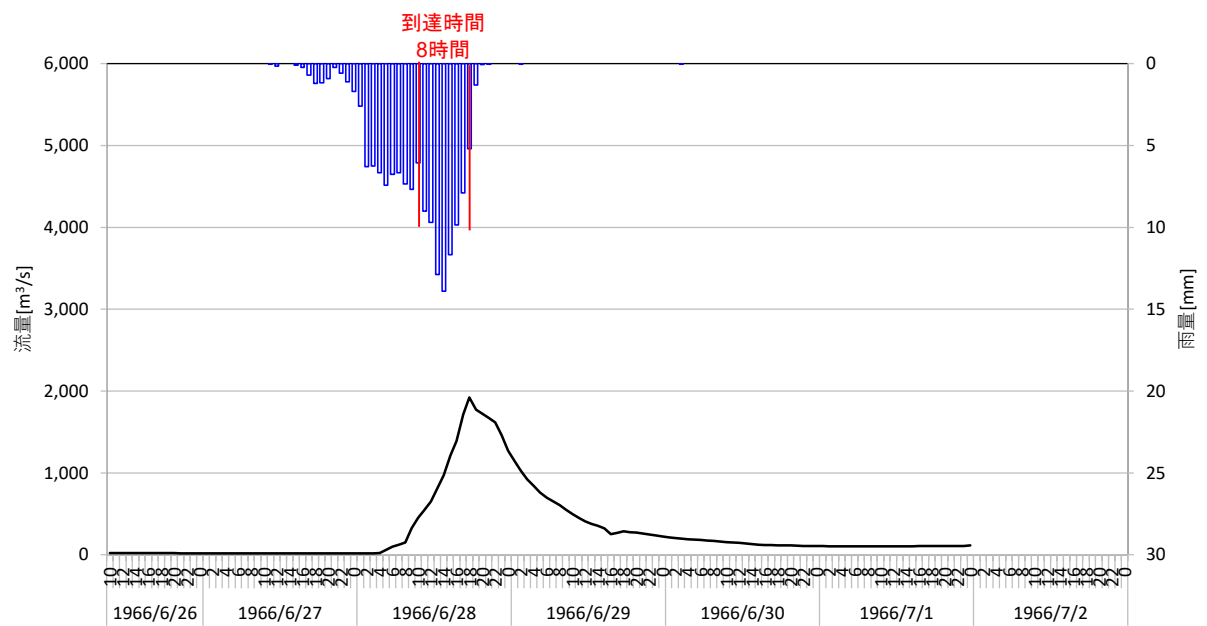
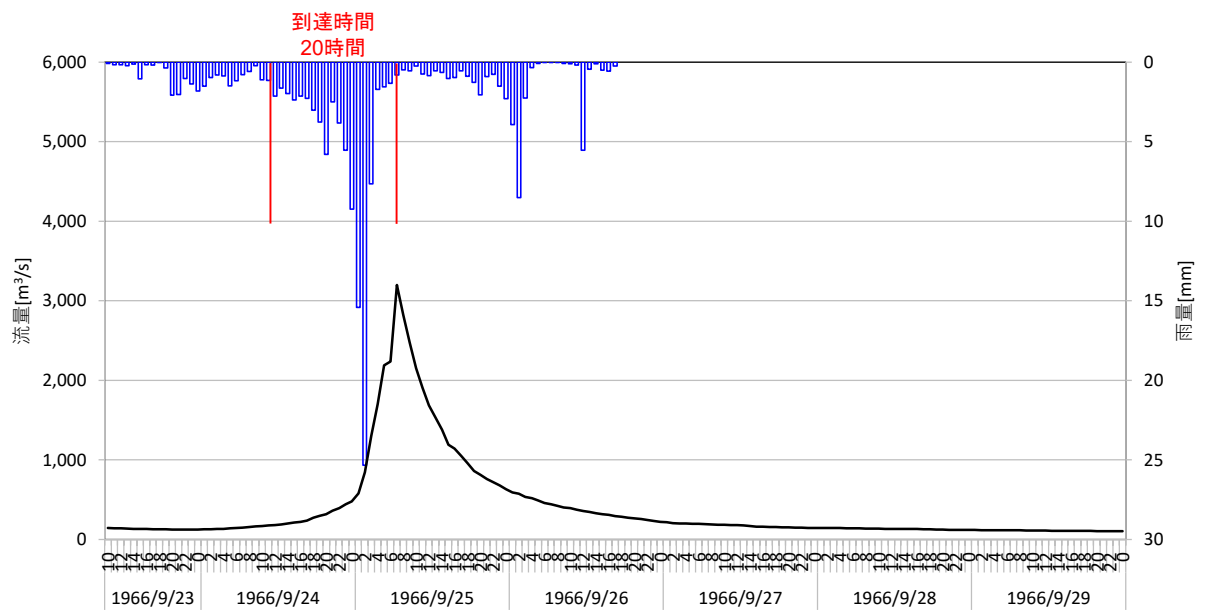


図 1.17 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（清水端）

■ S41.9.23 洪水



■ S47.9.14 洪水

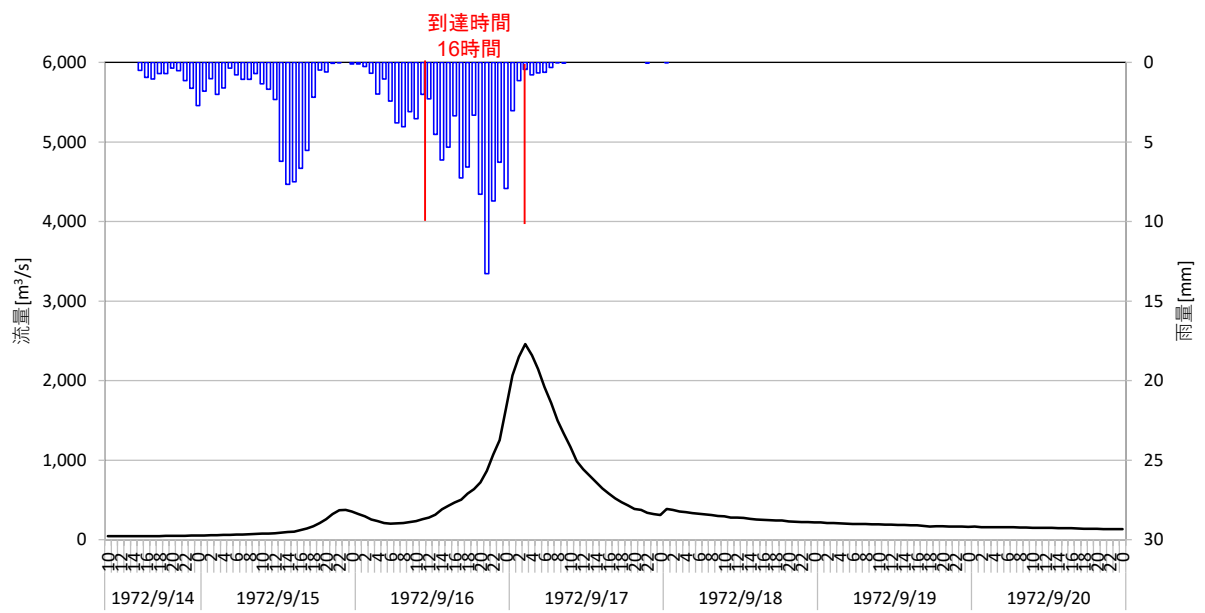
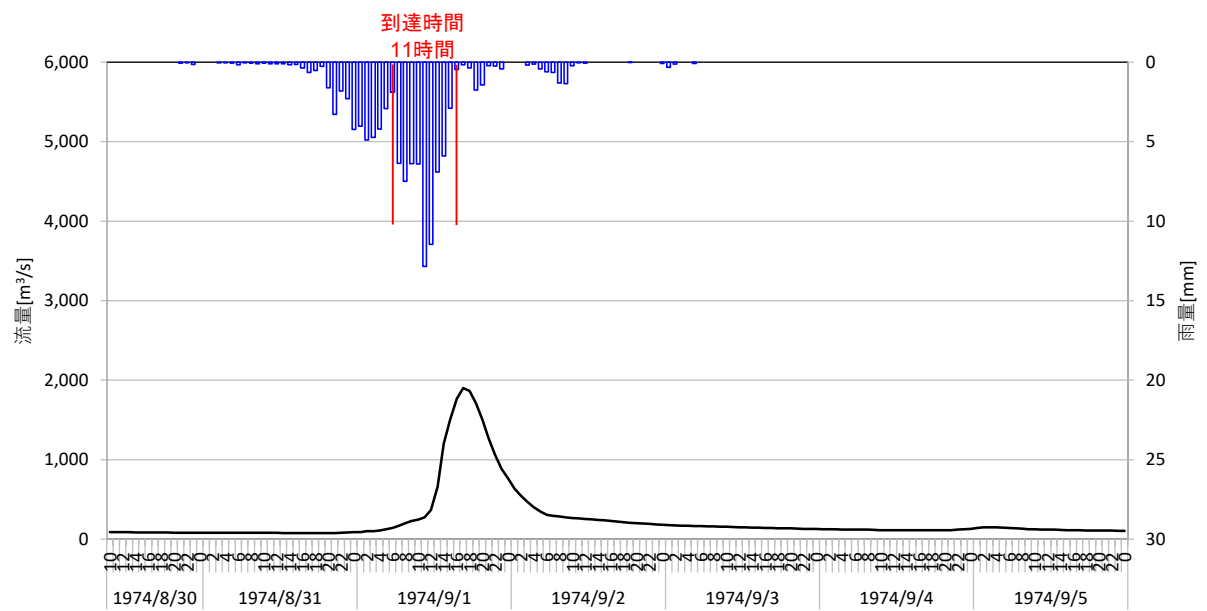


図 1.18 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（清水端）

■ S49.8.30 洪水



■ S54.10.17 洪水

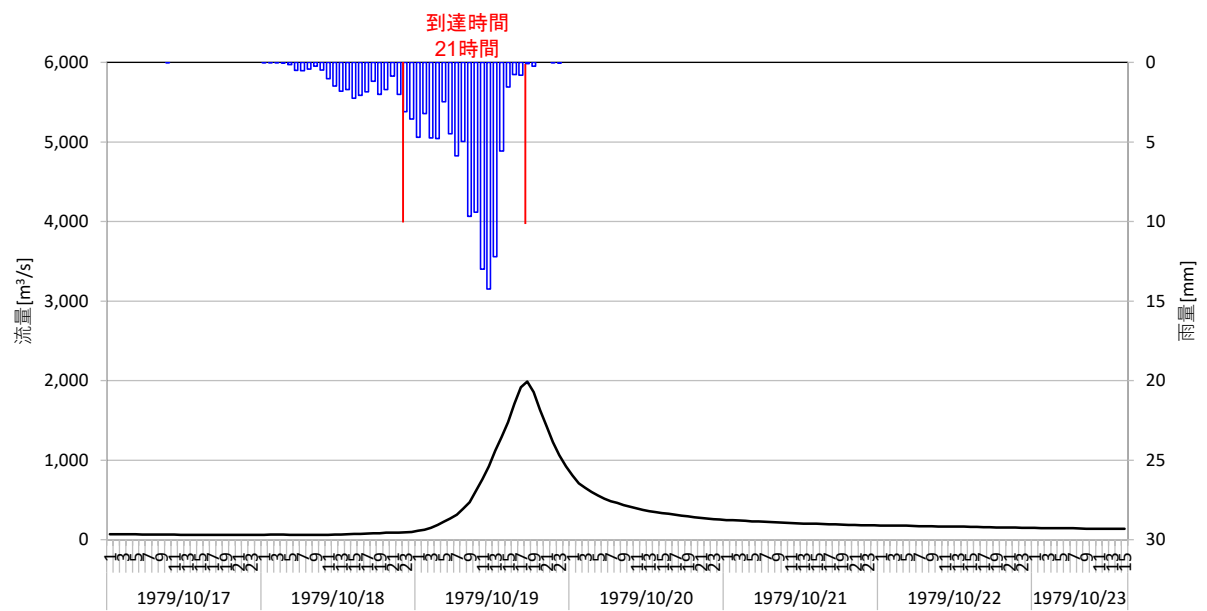
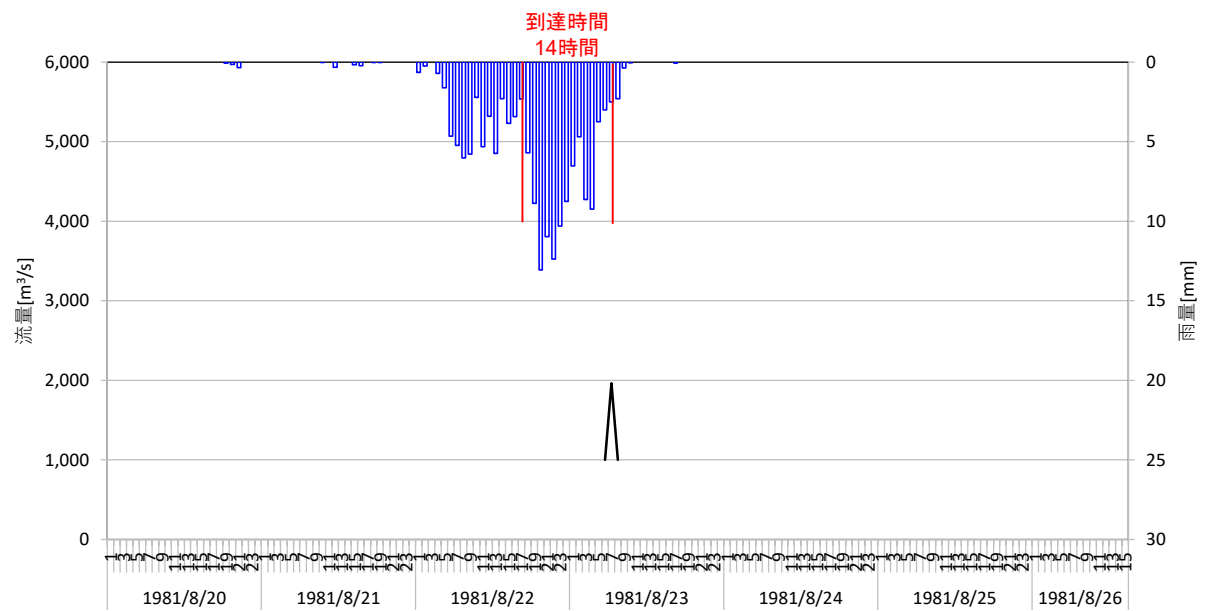


図 1.19 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（清水端）

■ S56.8.21 洪水



■ S58.8.14 洪水

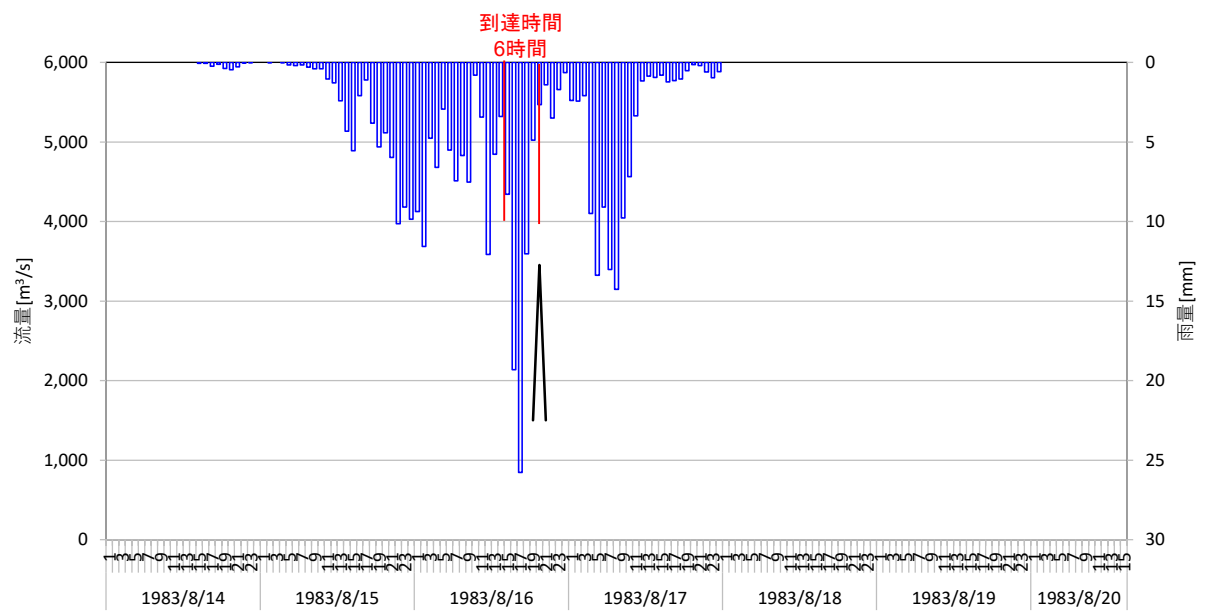
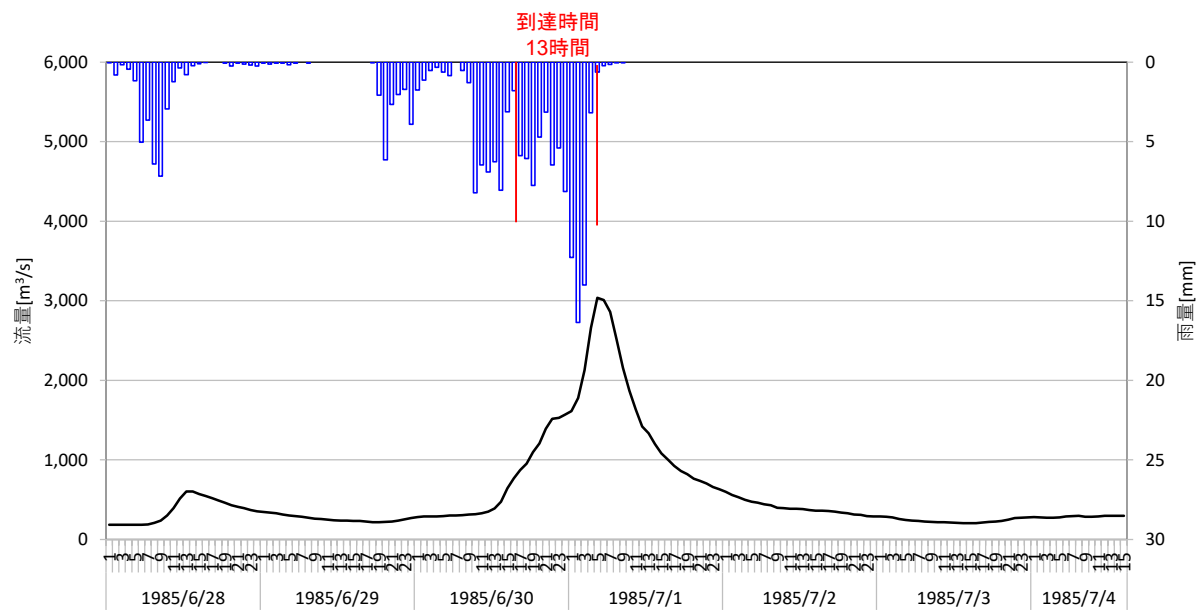


図 1.20 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（清水端）

■ S60.6.28 洪水



■ H3.9.17 洪水

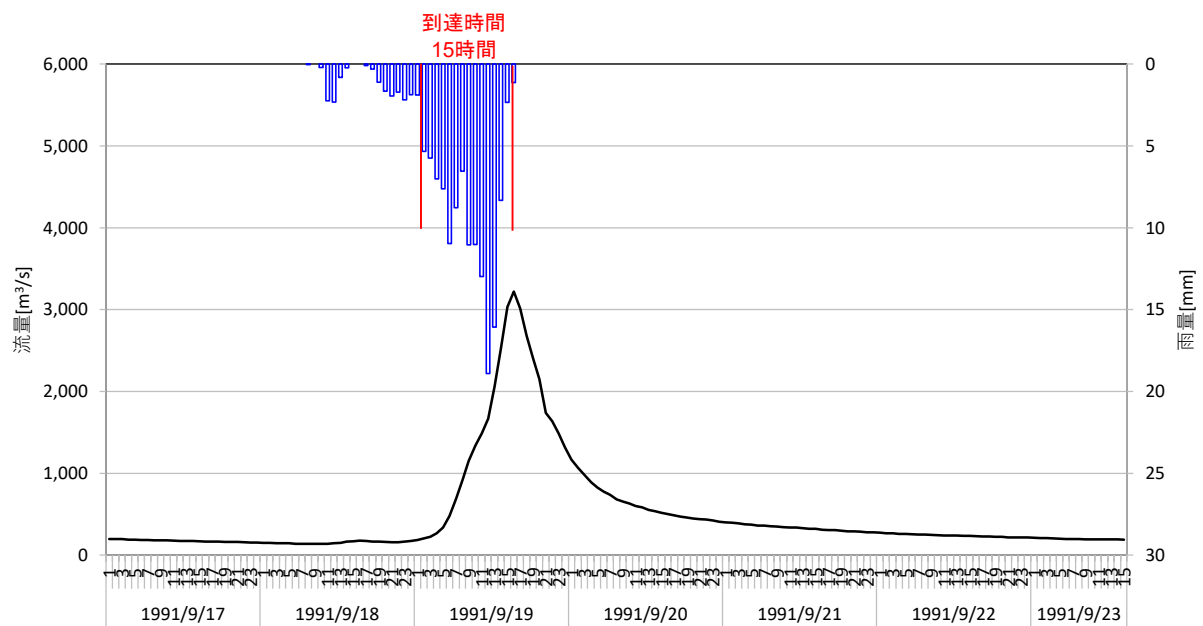
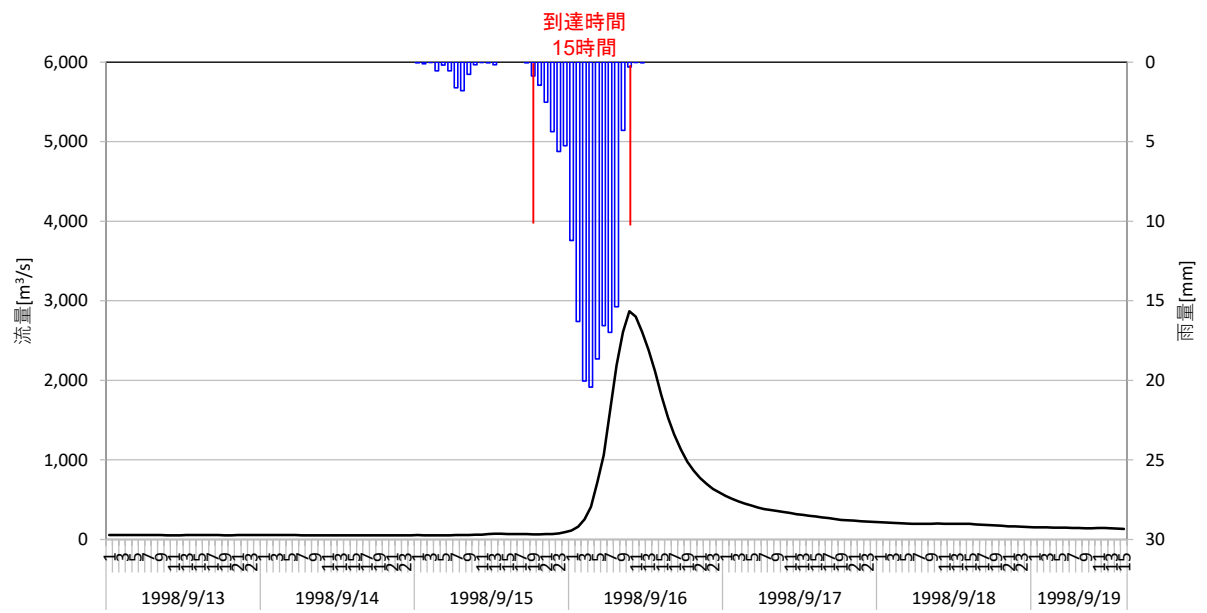


図 1.21 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（清水端）

■ H10.9.13 洪水



■ H12.9.9 洪水

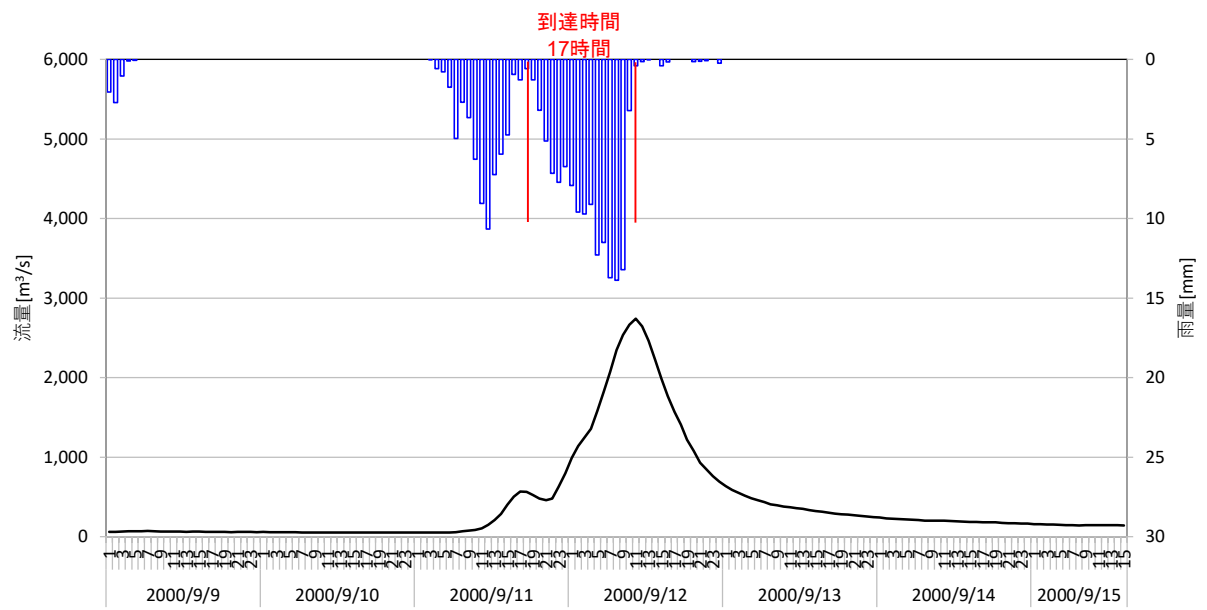
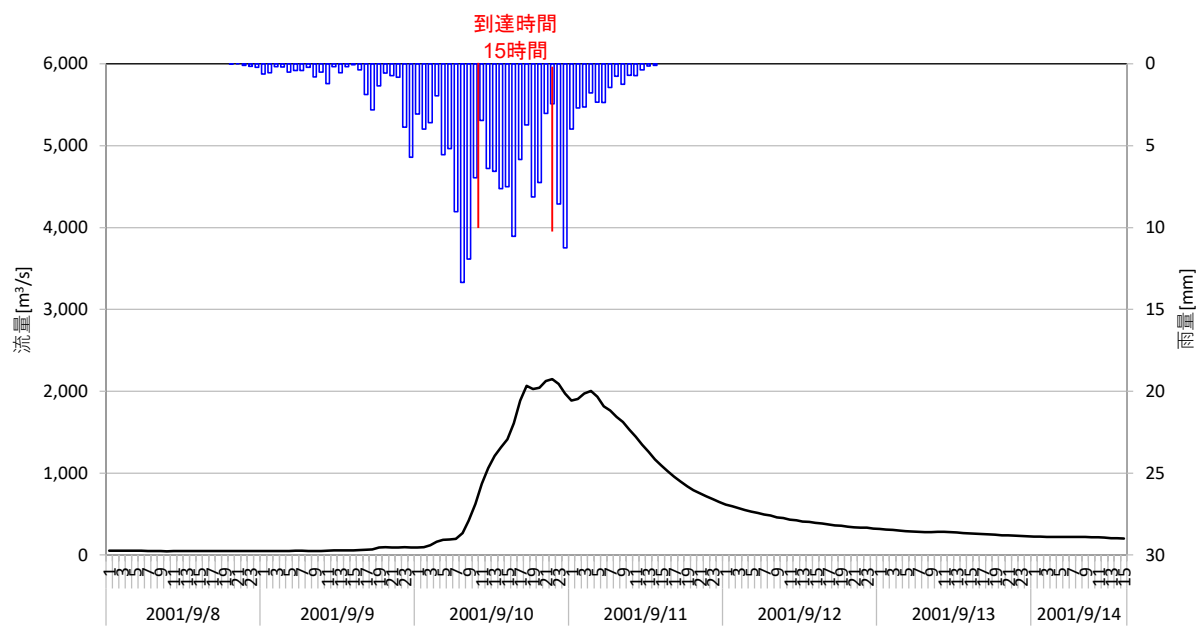


図 1.22 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（清水端）

■ H13.9.8 洪水



■ H14.7.9 洪水

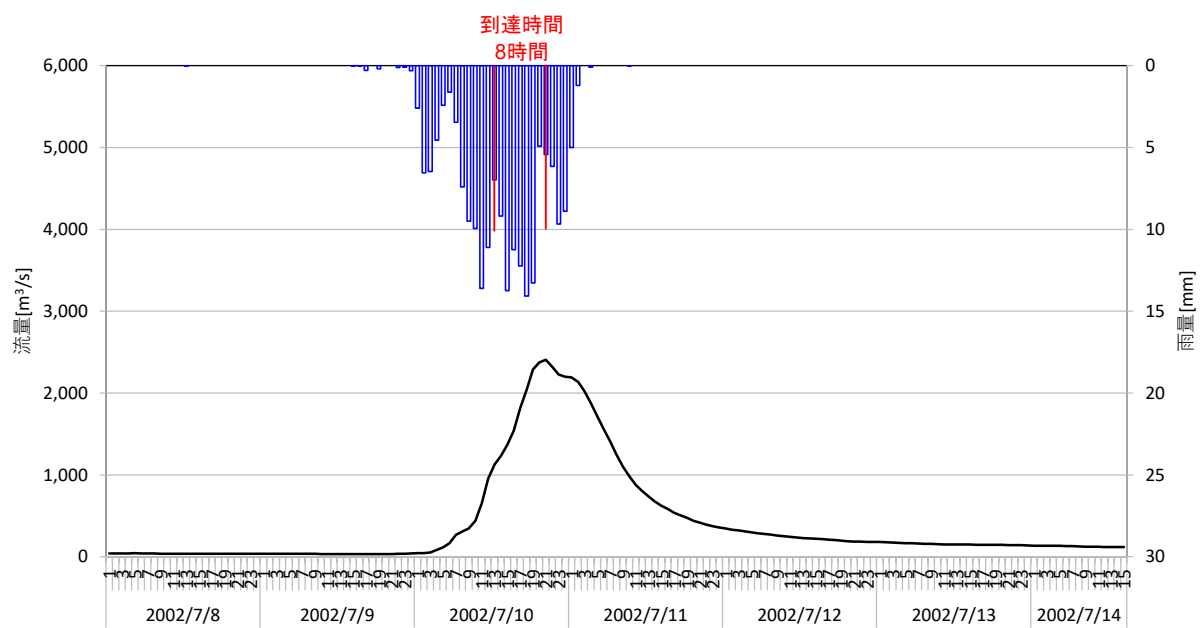
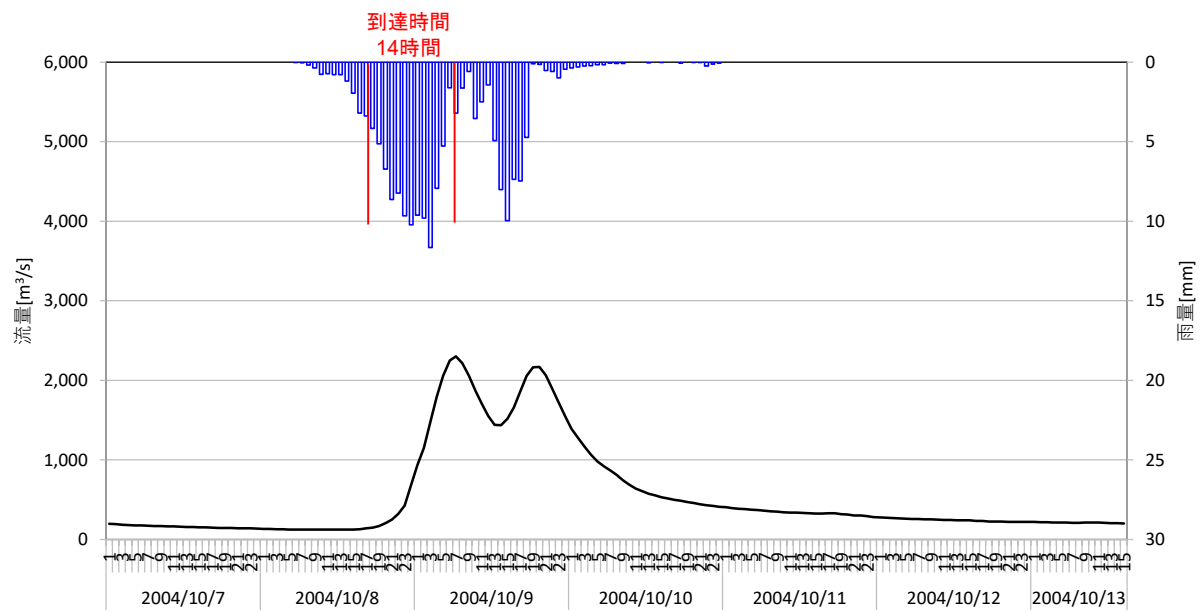


図 1.23 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（清水端）

■H16.10.7 洪水



■H16.10.18 洪水

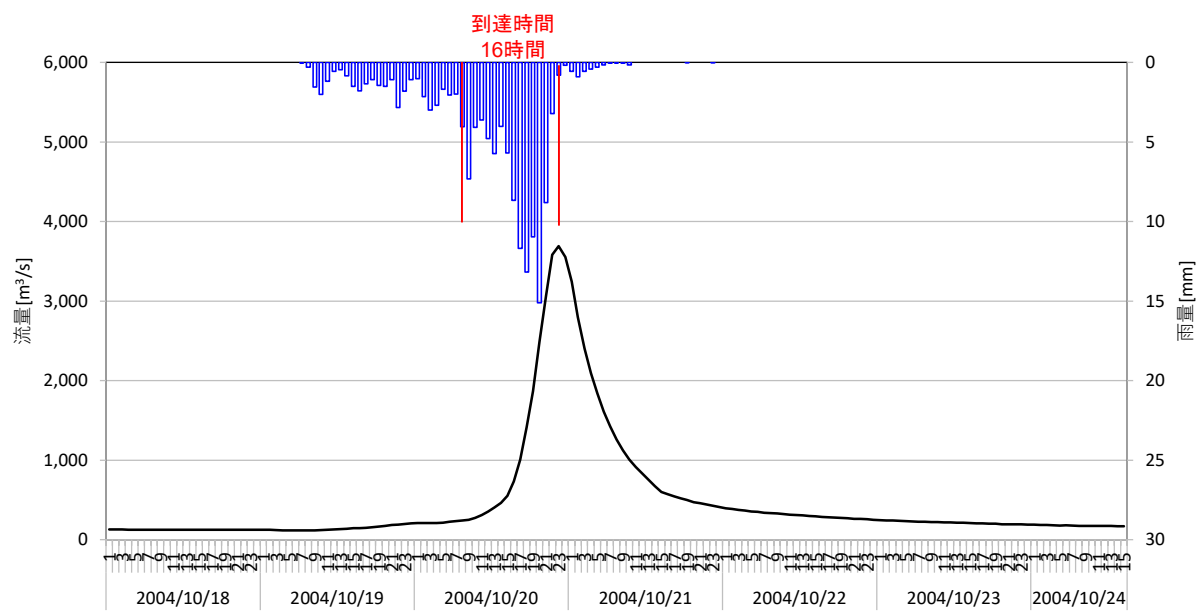
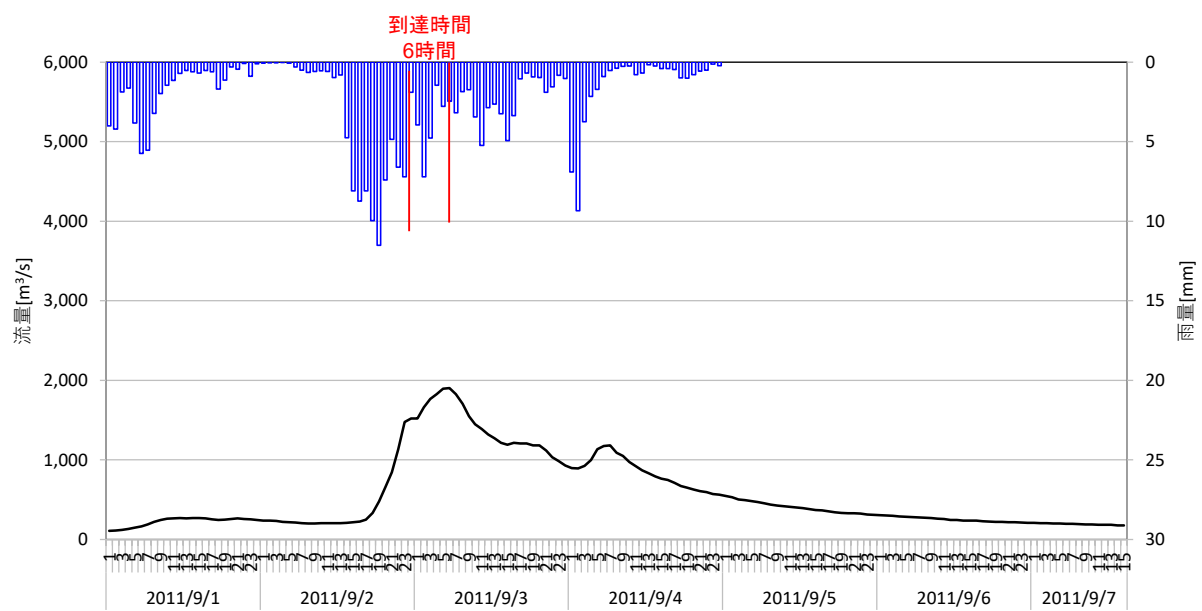


図 1.24 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（清水端）

■H23.9.1 洪水



■H23.9.19 洪水

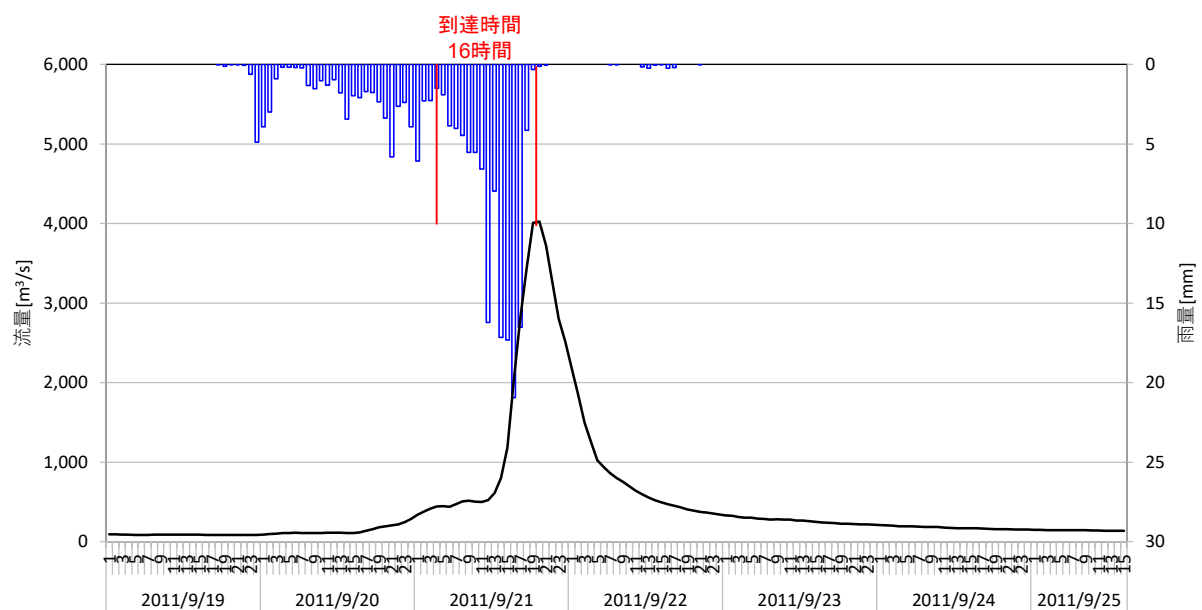
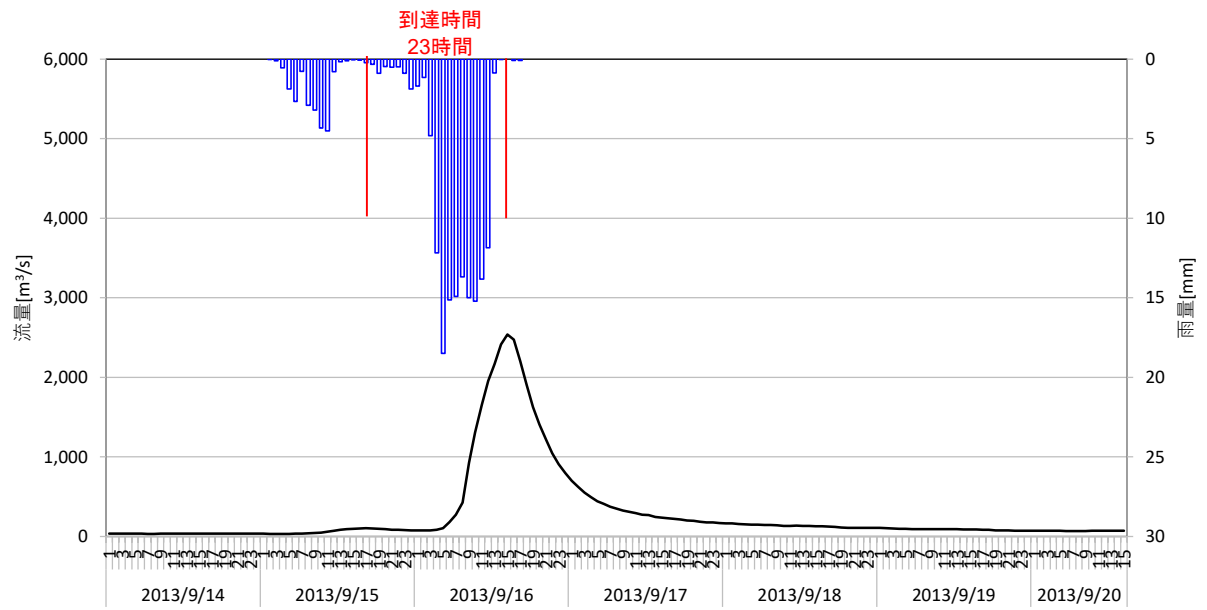


図 1.25 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（清水端）

■H25.9.15 洪水



■H27.9.7 洪水

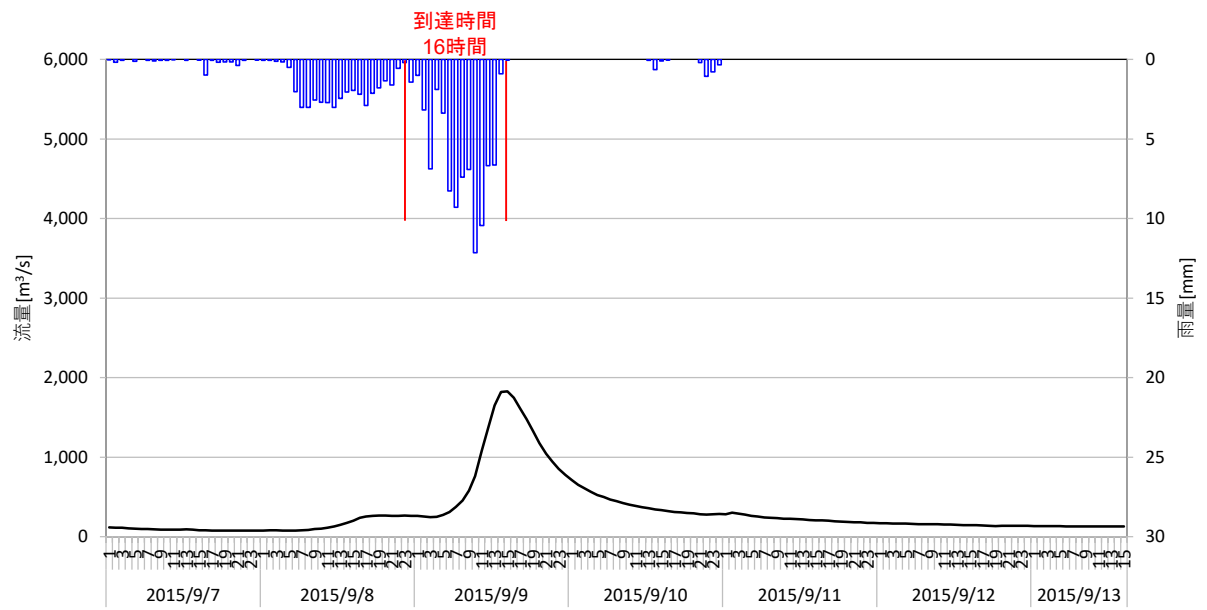
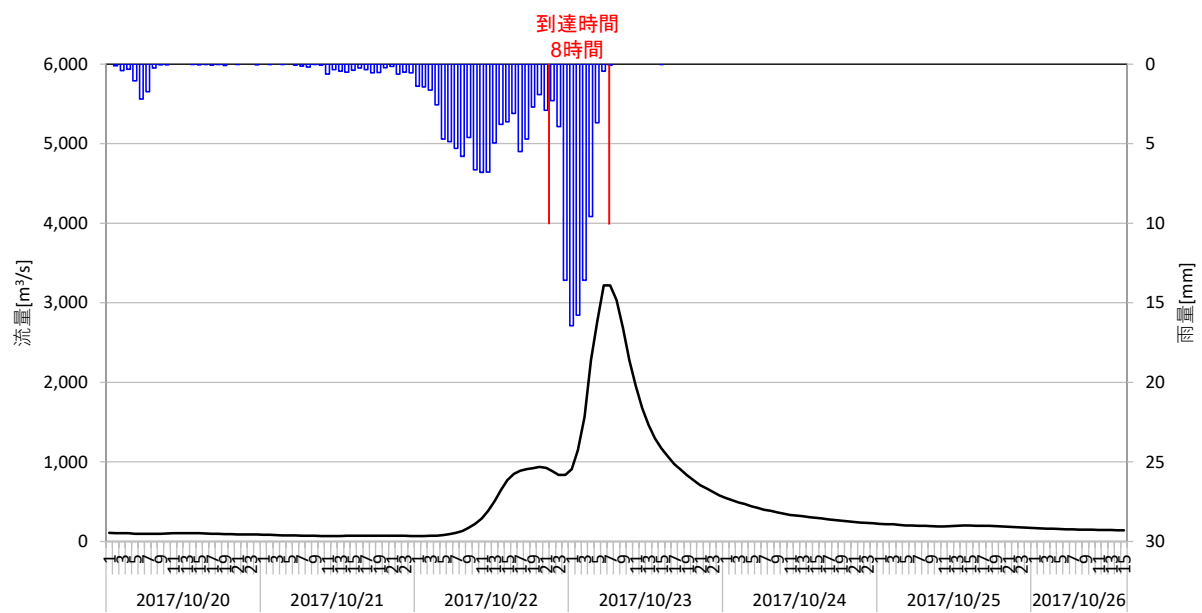


図 1.26 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（清水端）

■ H29.10.20 洪水



■ H30.9.28 洪水

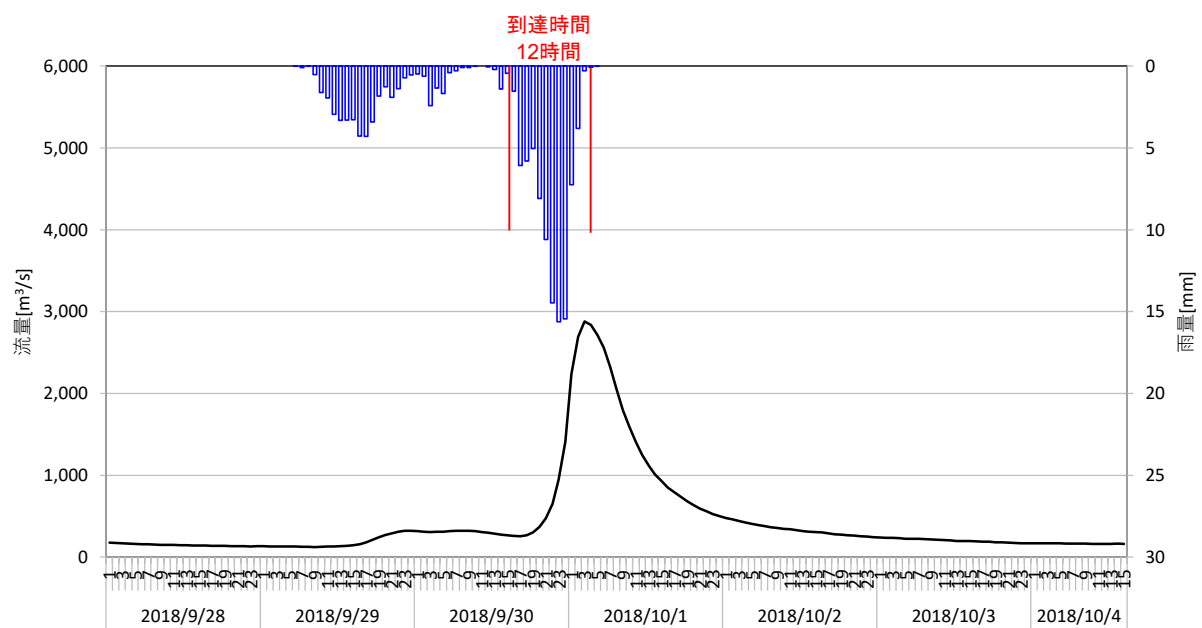


図 1.27 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（清水端）

■ R1.10.10 洪水

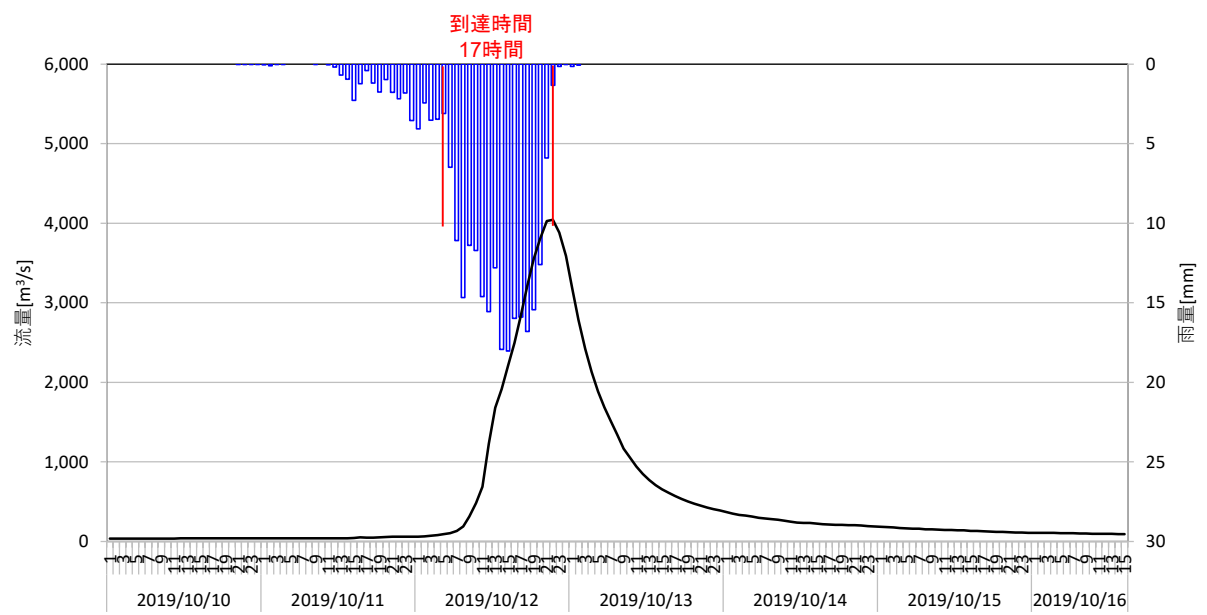
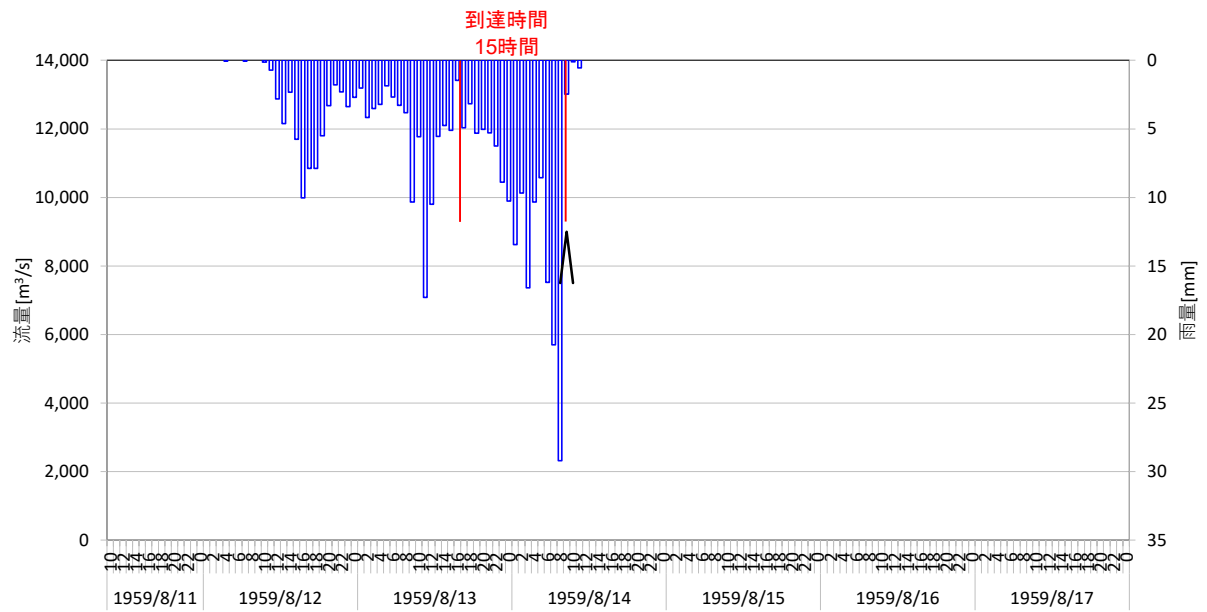


図 1.28 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（清水端）

■ S34.8.11 洪水



■ S34.9.24 洪水

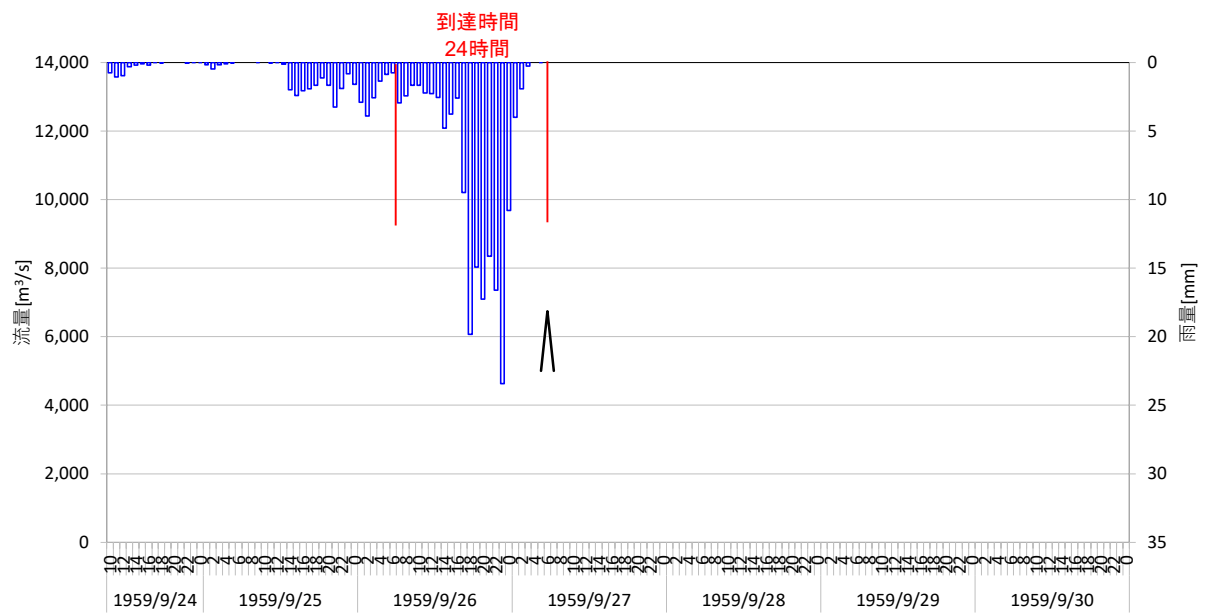
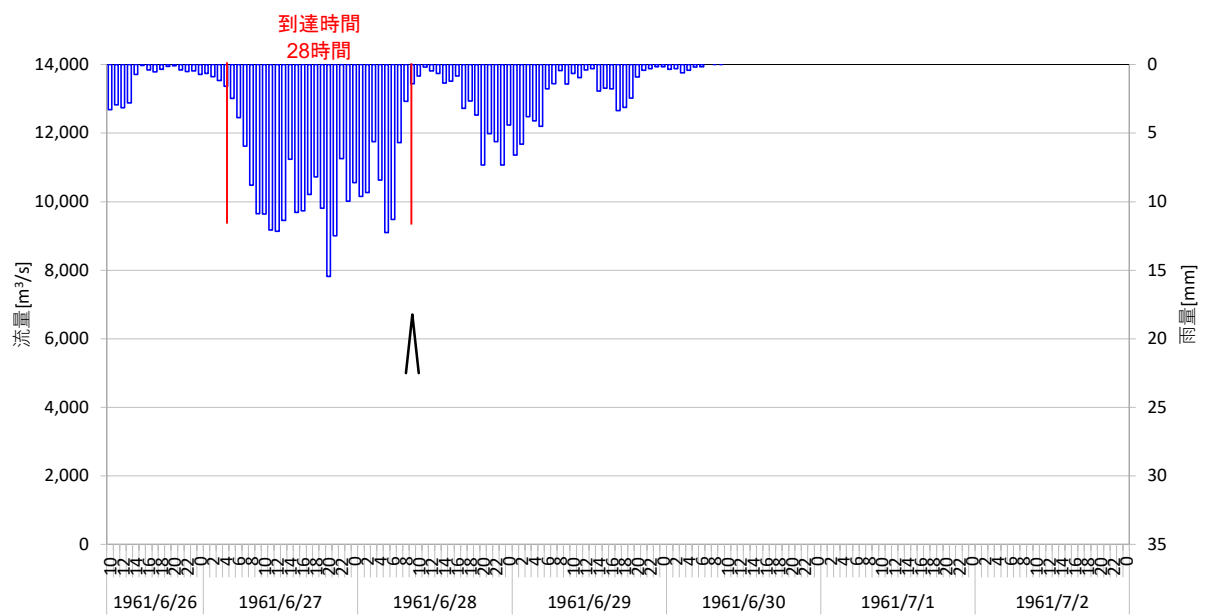


図 1.29 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（北松野）

■ S36.6.26 洪水



■ S49.8.24 洪水

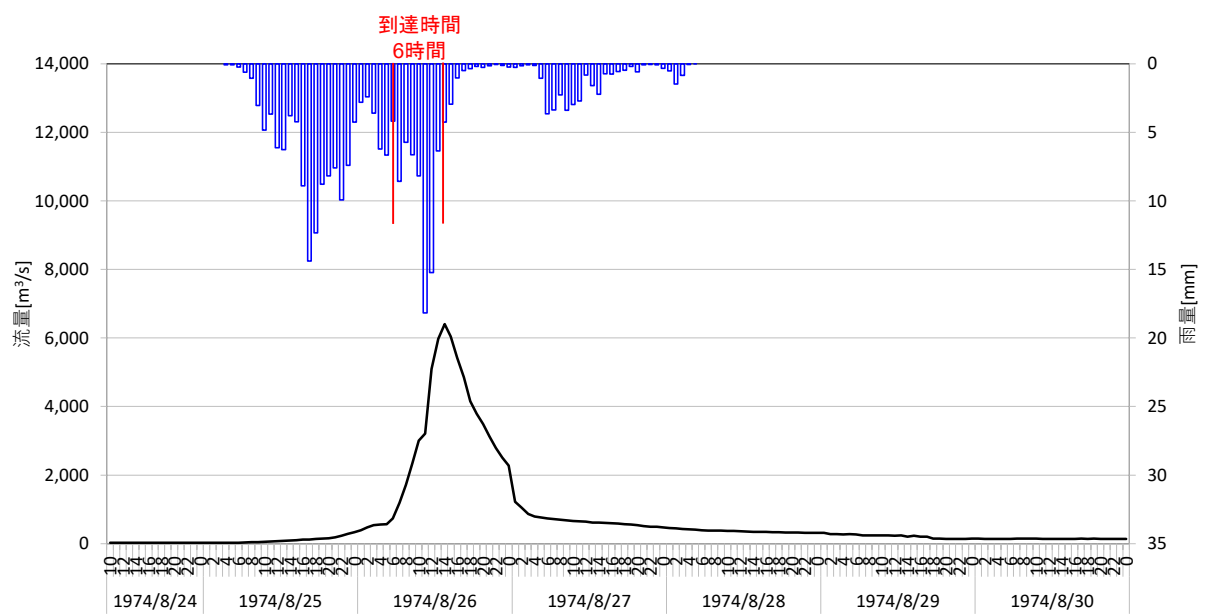
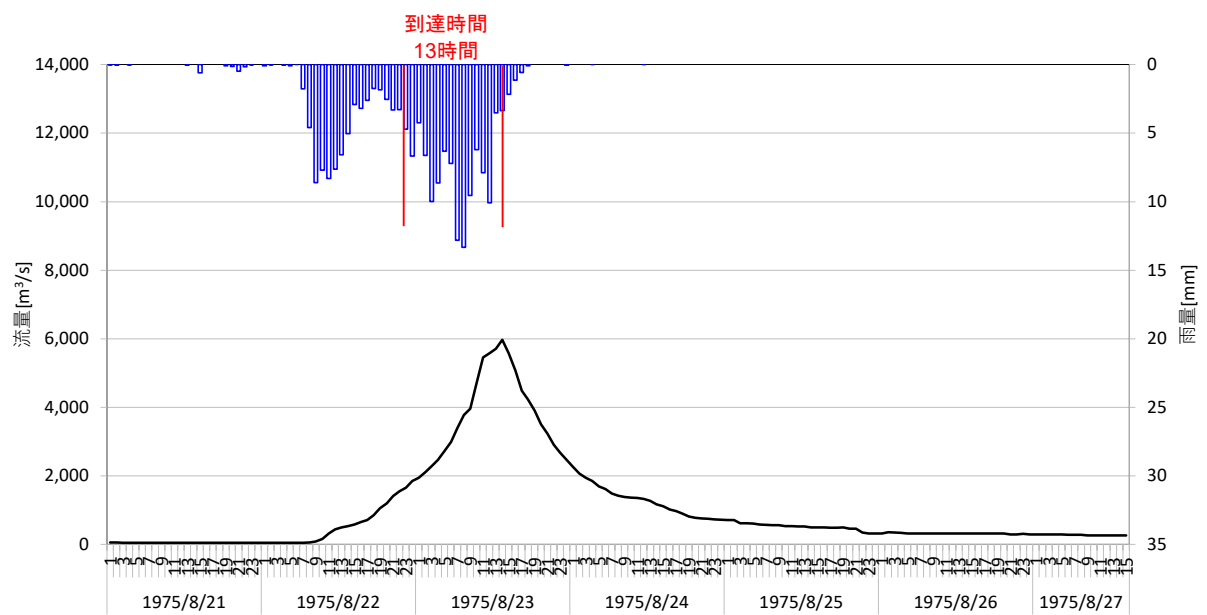


図 1.30 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（北松野）

■ S50.8.21 洪水



■ S54.10.17 洪水

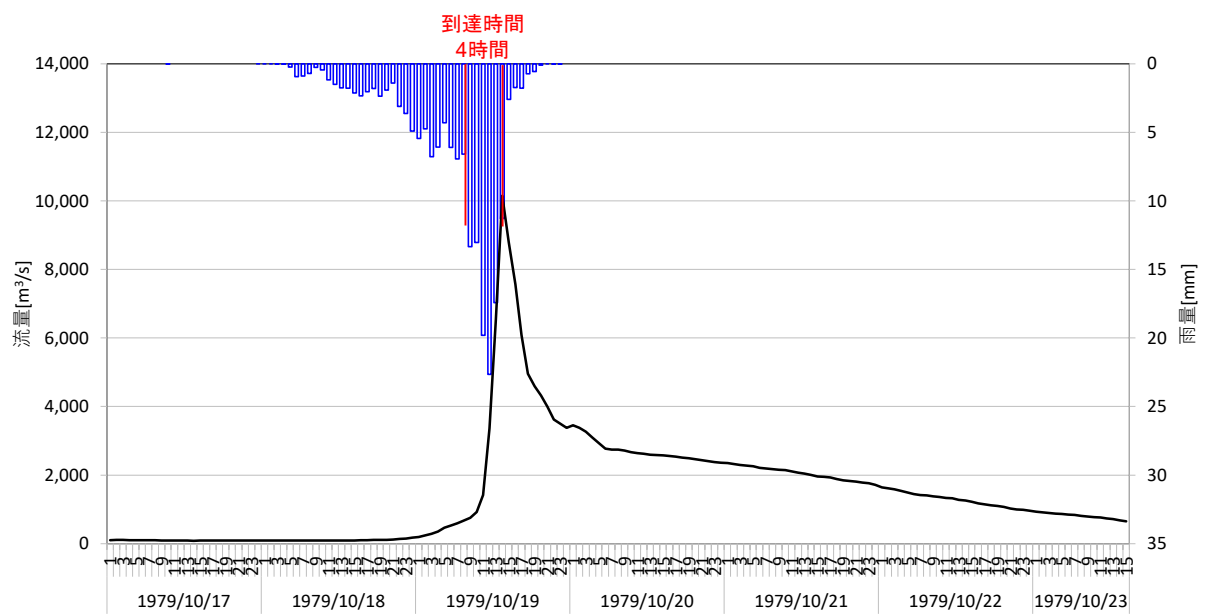
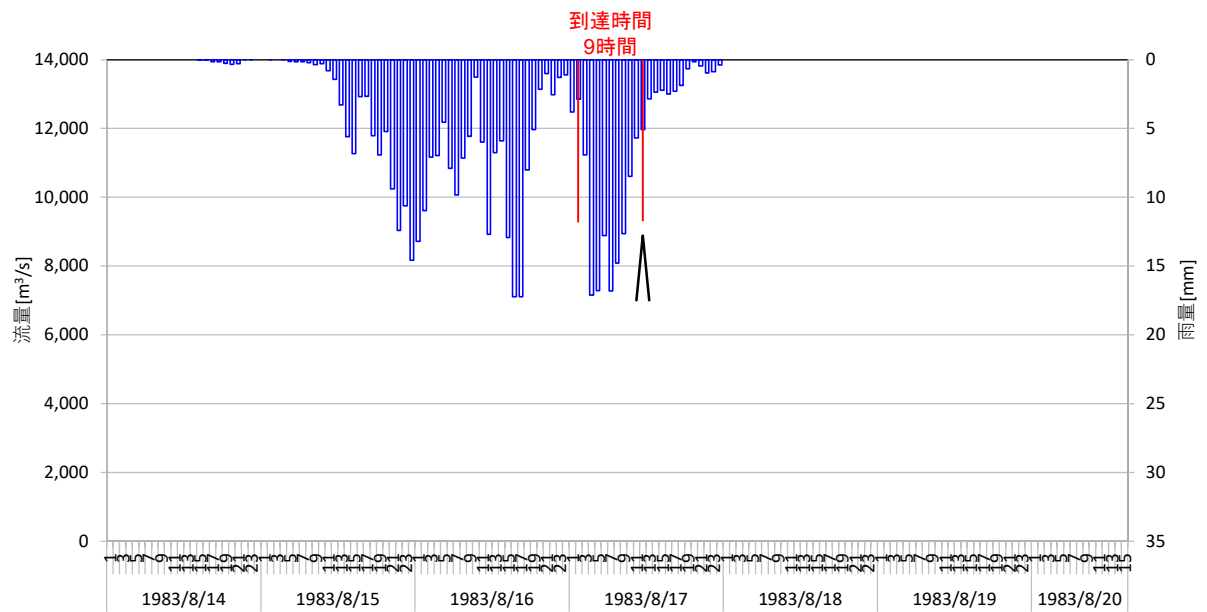


図 1.31 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（北松野）

■ S58.8.14 洪水



■ S60.6.28 洪水

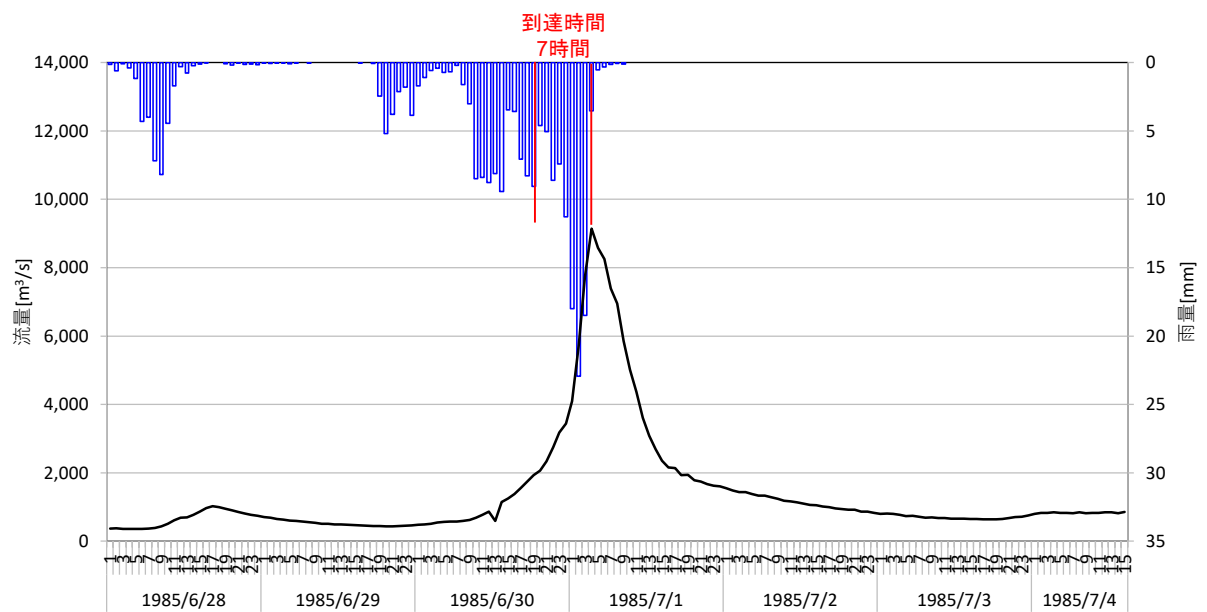
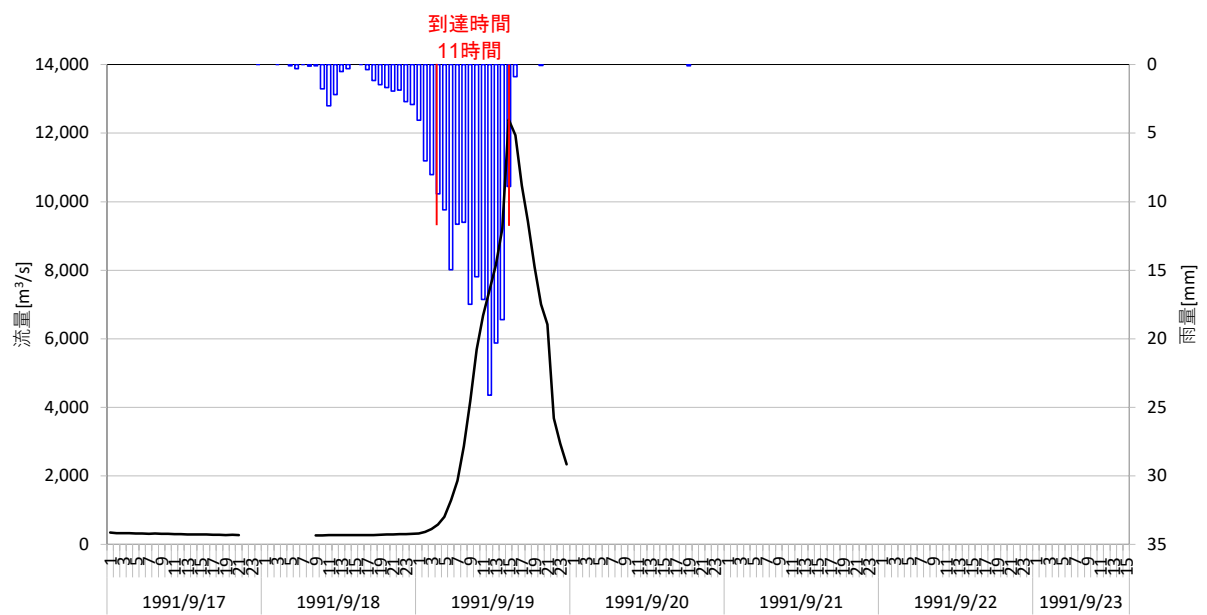


図 1.32 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（北松野）

■H3.9.17 洪水



■H6.9.27 洪水

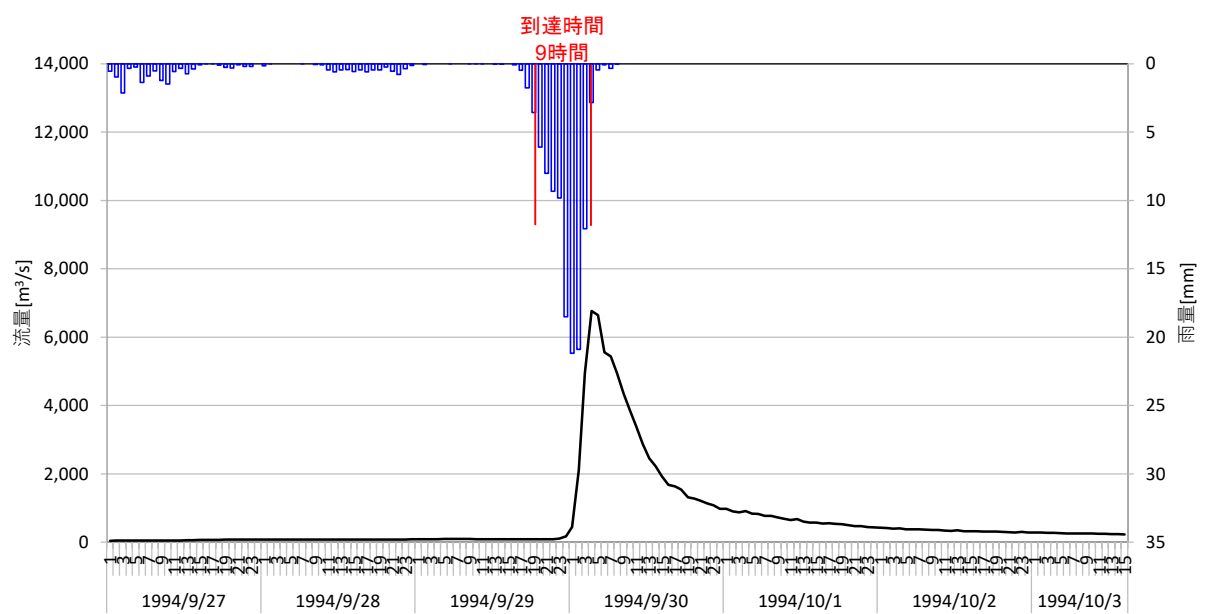
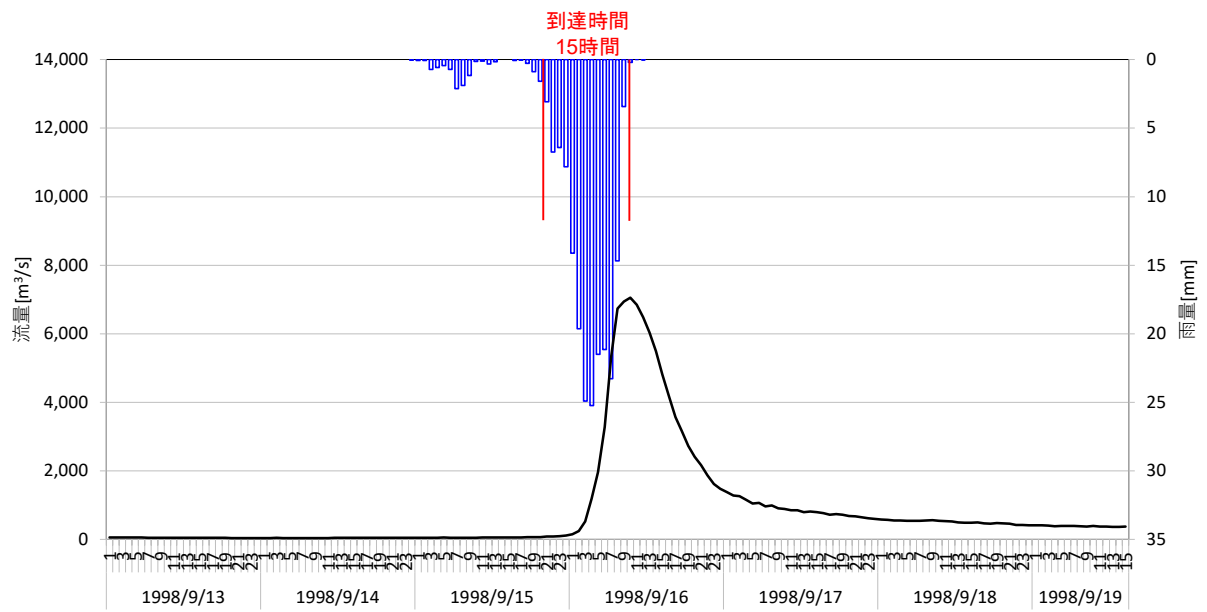


図 1.33 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（北松野）

■H10.9.13 洪水



■H12.9.9 洪水

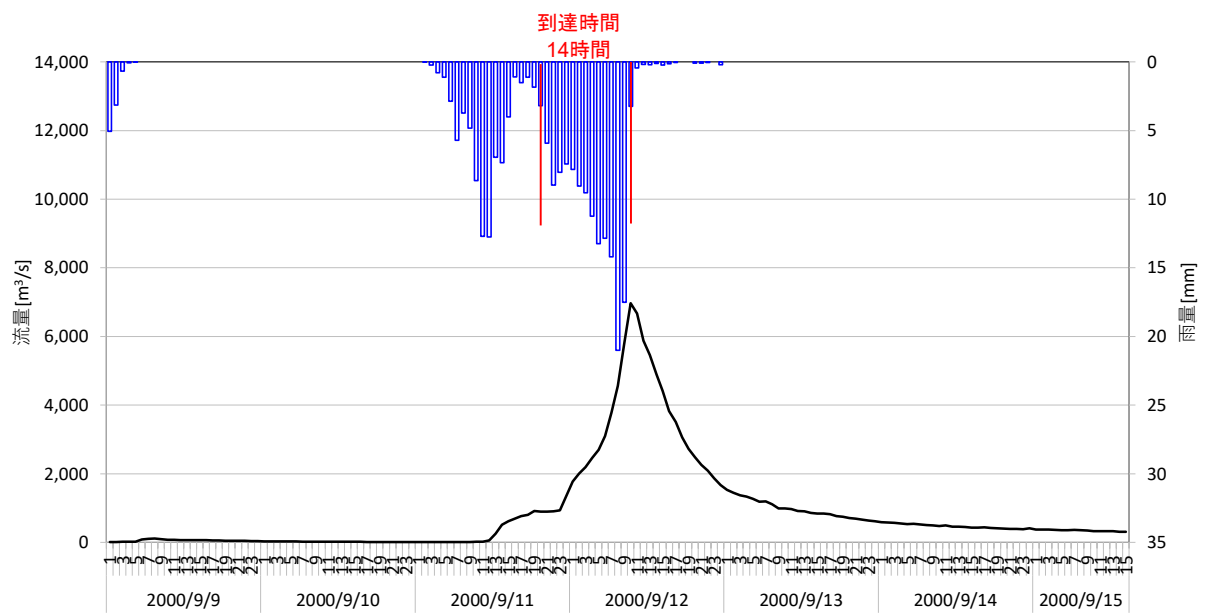
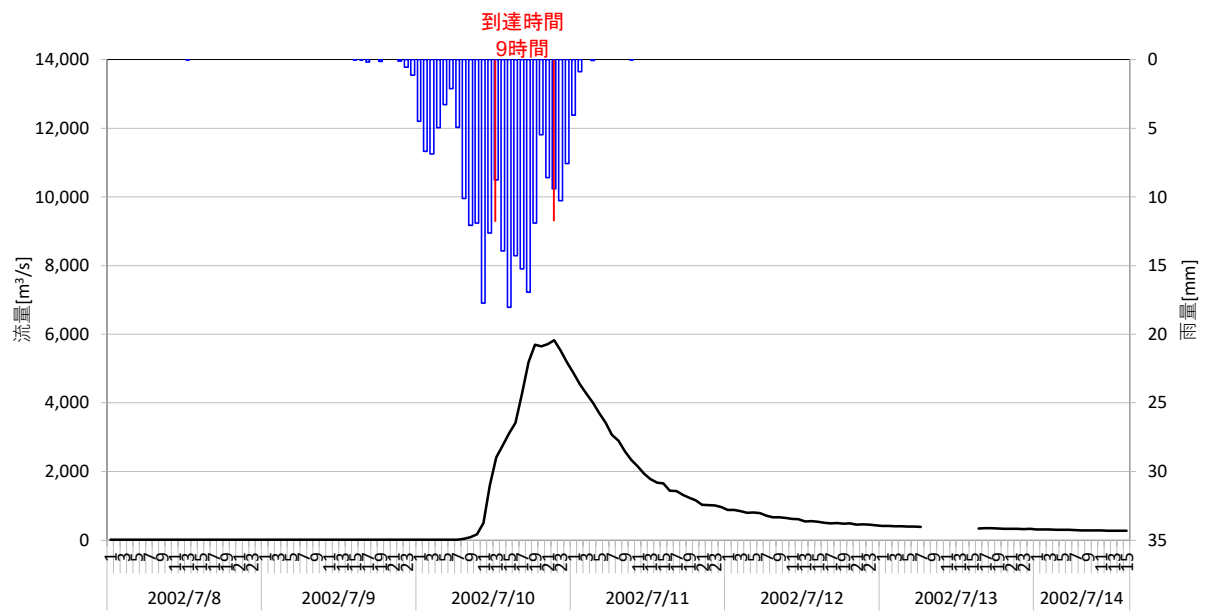


図 1.34 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（北松野）

■ H14.7.9 洪水



■ H23.9.19 洪水

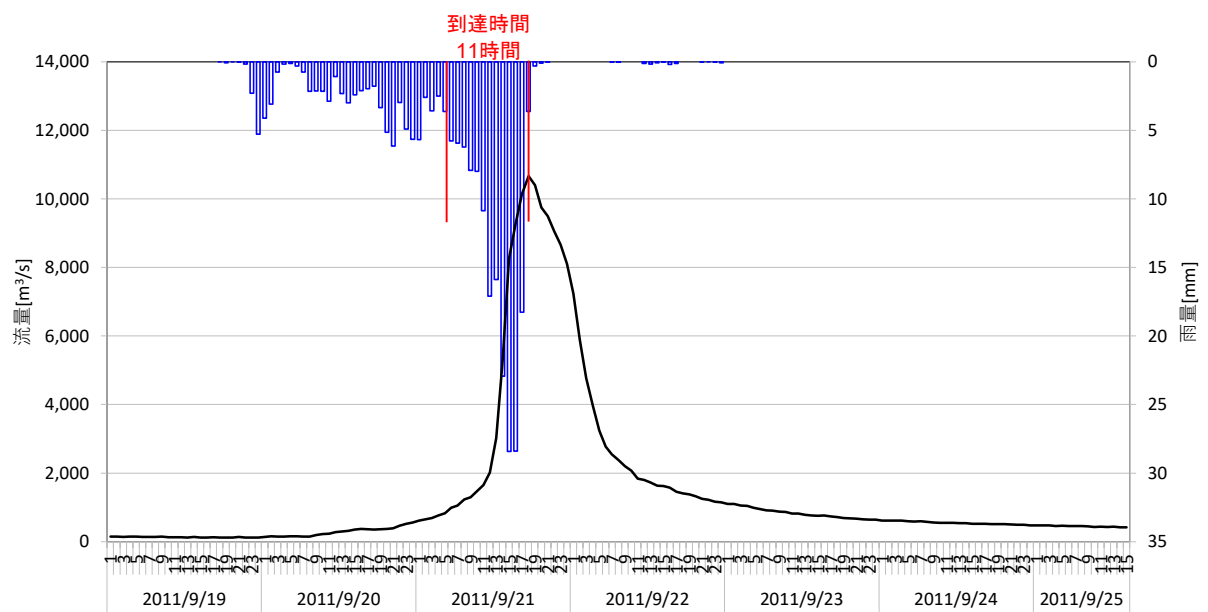
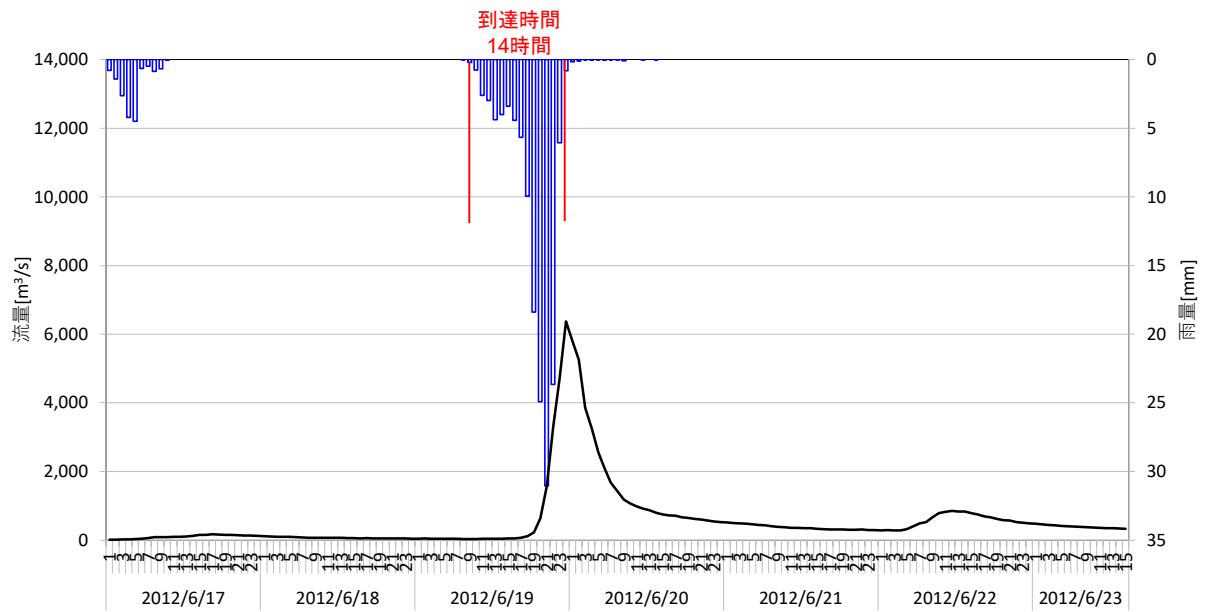


図 1.35 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（北松野）

■ H24.6.18 洪水



■ H29.10.20 洪水

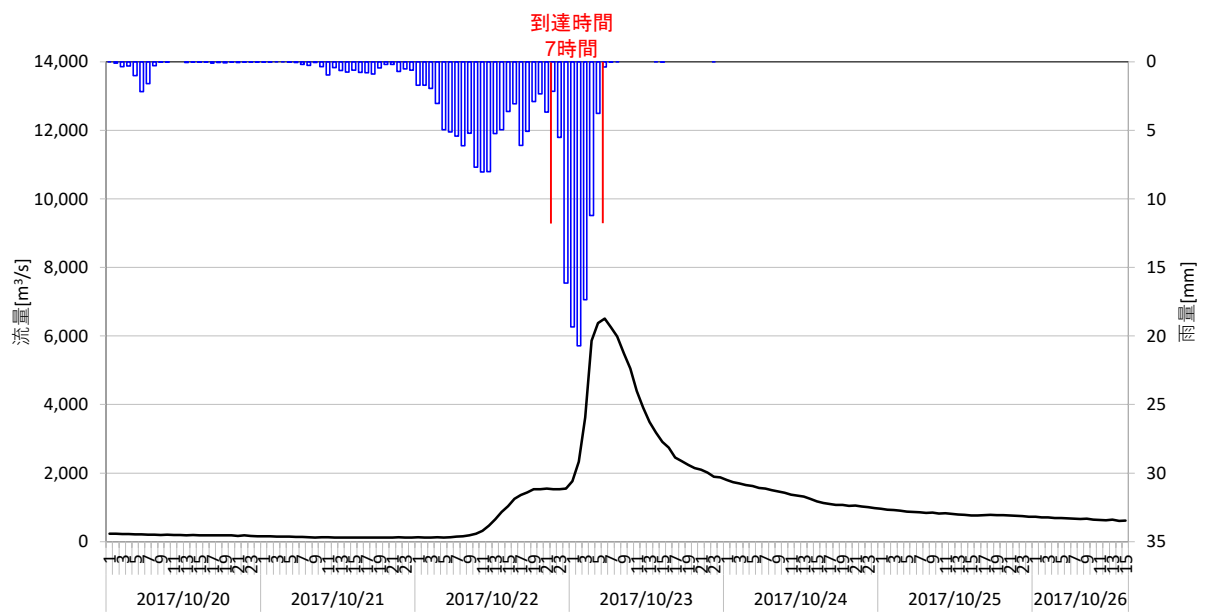
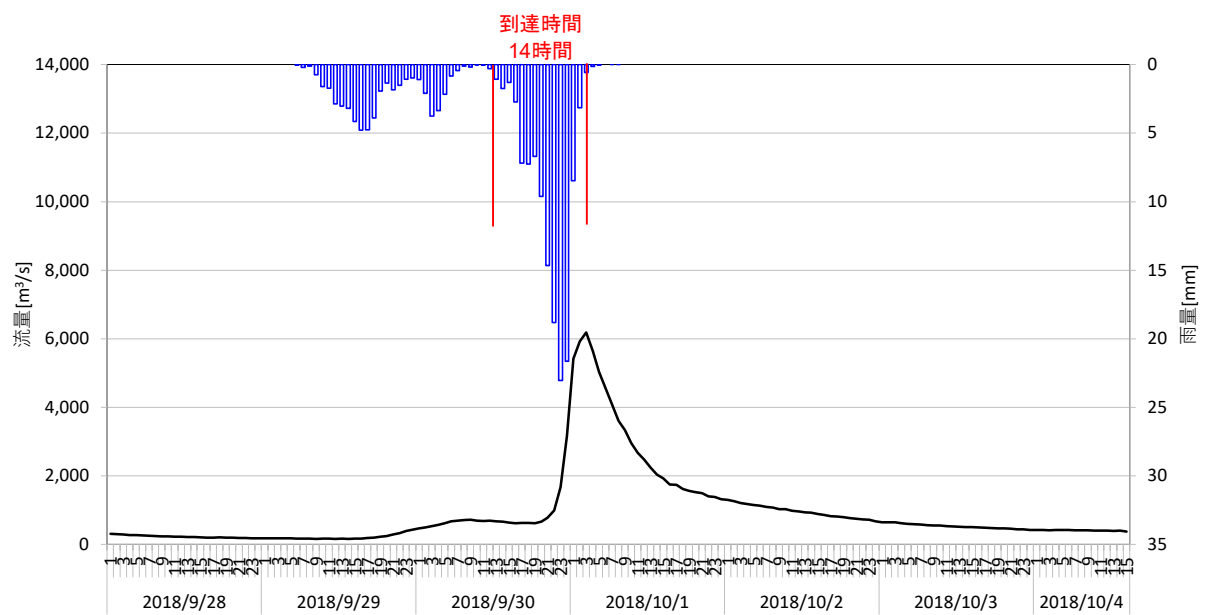


図 1.36 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（北松野）

■ H30.9.28 洪水



■ R1.10.10 洪水

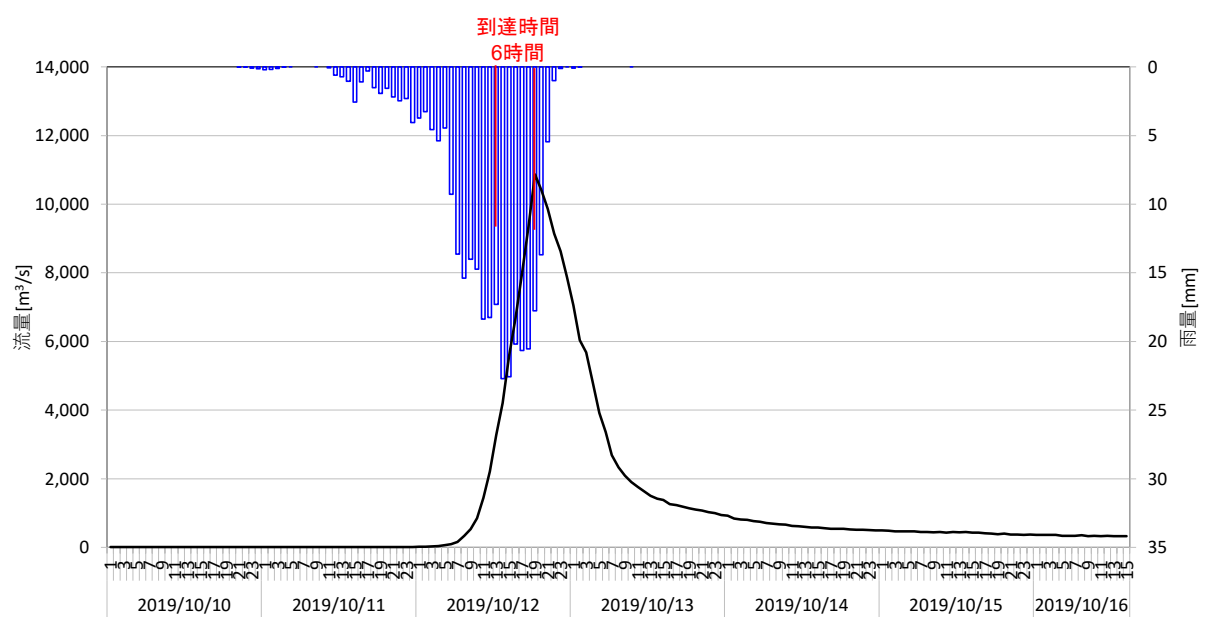


図 1.37 Kinematic Wave 法による洪水到達時間（北松野）

3) ピーク流量と短時間雨量の相関

a) 清水端地点

昭和 35 年（1960 年）から令和 4 年（2022 年）までの 62 年間で基準地点清水端上流域において年最大流量を記録した洪水を対象に、ピーク流量とピーク流量生起時刻から遡る短時間雨量（1、2、3、4、5、6、9、12、18、24、36、48 時間雨量）との相関関係の整理を行った。

その結果、基準地点清水端では 4 時間以上において、ピーク流量と短時間雨量の相関が大きく、その時間以降では有意な差は見られない。この検討結果を図 1.38 に示す。また、定義①ピーク流量生起時刻前で最大となる短時間雨量との相関図を図 1.39 に示し、定義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との相関図を図 1.40 に示す。

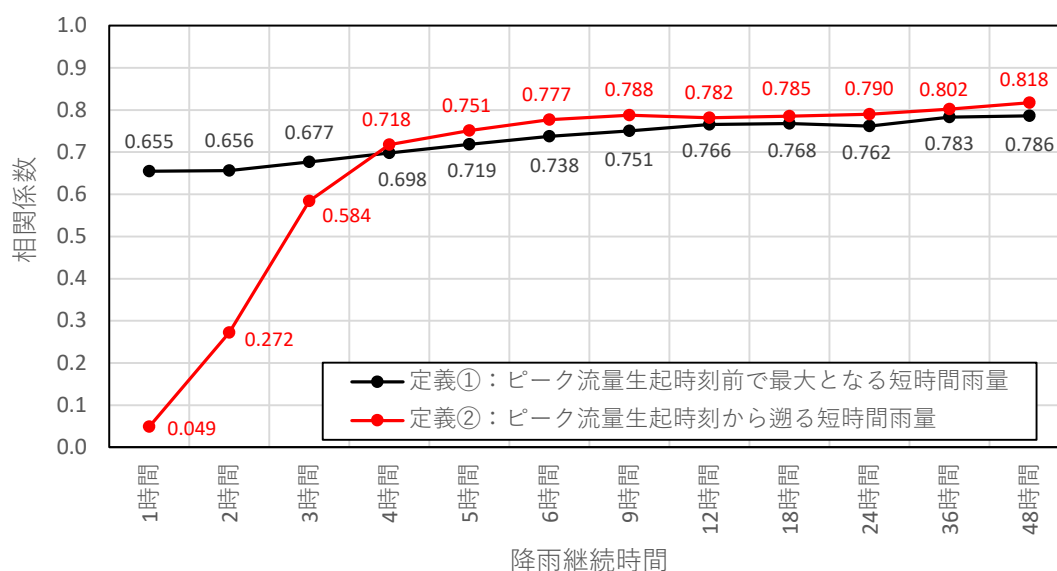


図 1.38 ピーク流量と相関の高い短時間雨量（清水端）

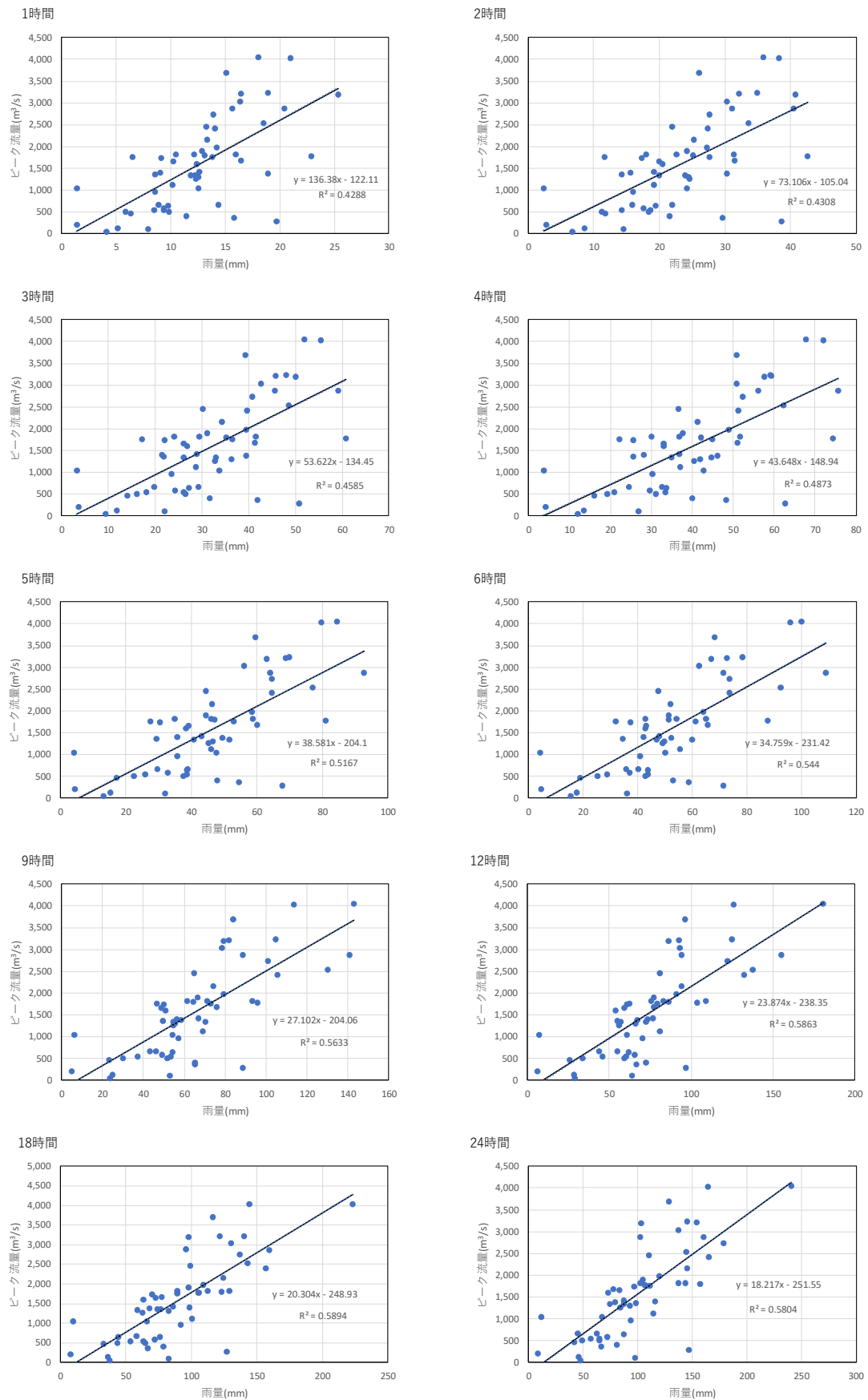


図 1.39 ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図【定義①】（清水端）

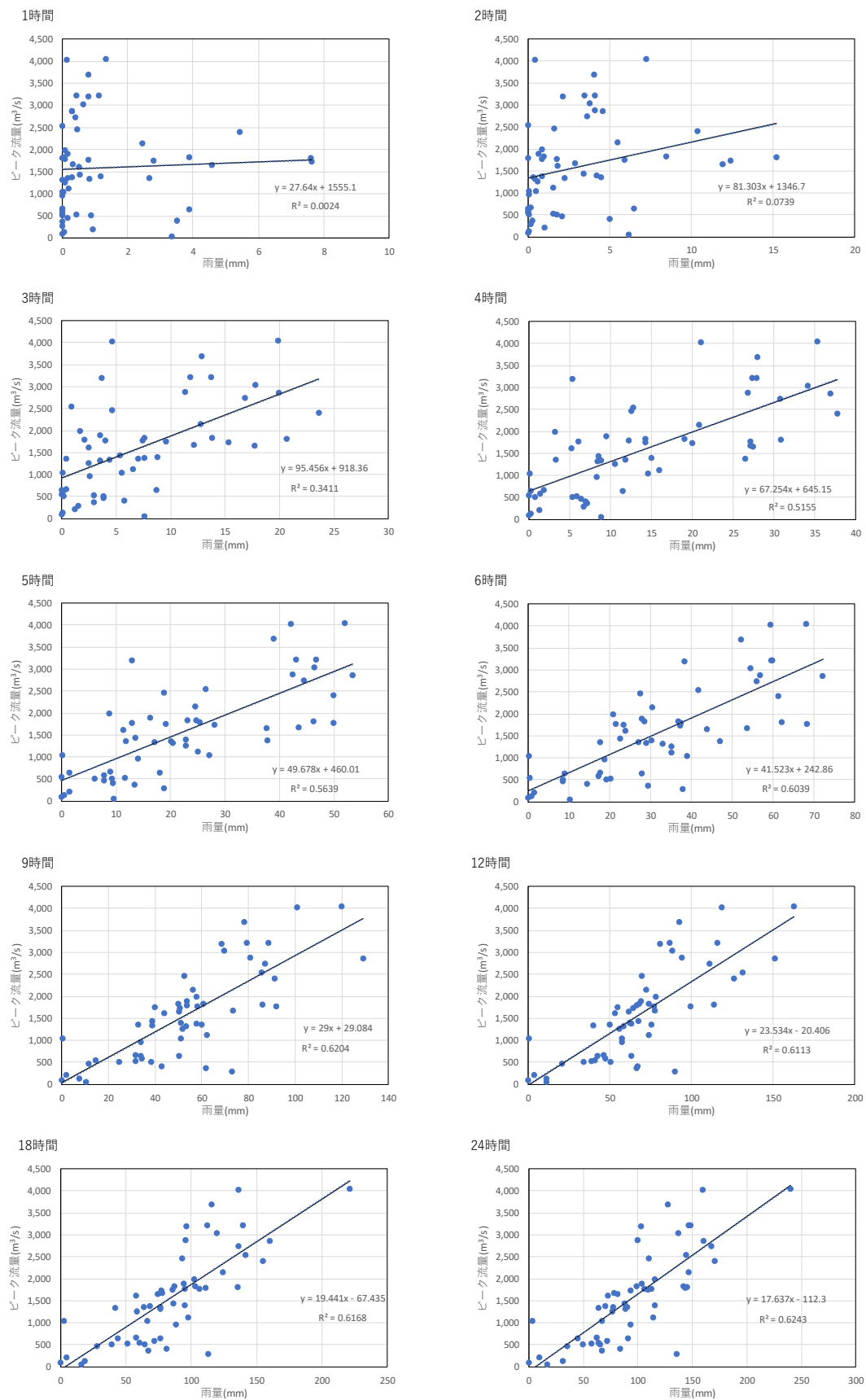


図 1.40 ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図【定義②】（清水端）

b) 北松野地点

昭和44年（1969年）から令和4年（2022年）までの54年間で基準地点北松野上流域において年最大流量を記録した洪水を対象に、ピーク流量とピーク流量生起時刻から遡る短時間雨量（1、2、3、4、5、6、9、12、18、24、36、48時間雨量）との相関関係の整理を行った。

その結果、基準地点北松野では3時間以上において、ピーク流量と短時間雨量の相関が大きく、その時間以降では有意な差は見られない。この検討結果を図1.41に示す。また、定義①ピーク流量生起時刻前で最大となる短時間雨量との相関図を図1.42に示し、定義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との相関図を図1.43に示す。

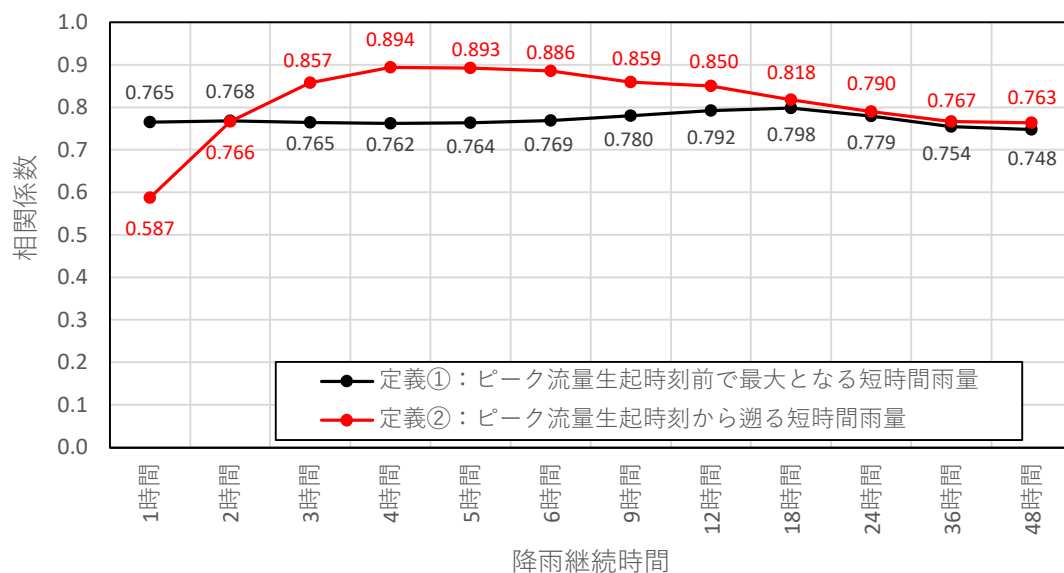


図 1.41 ピーク流量と相関の高い短時間雨量（北松野）

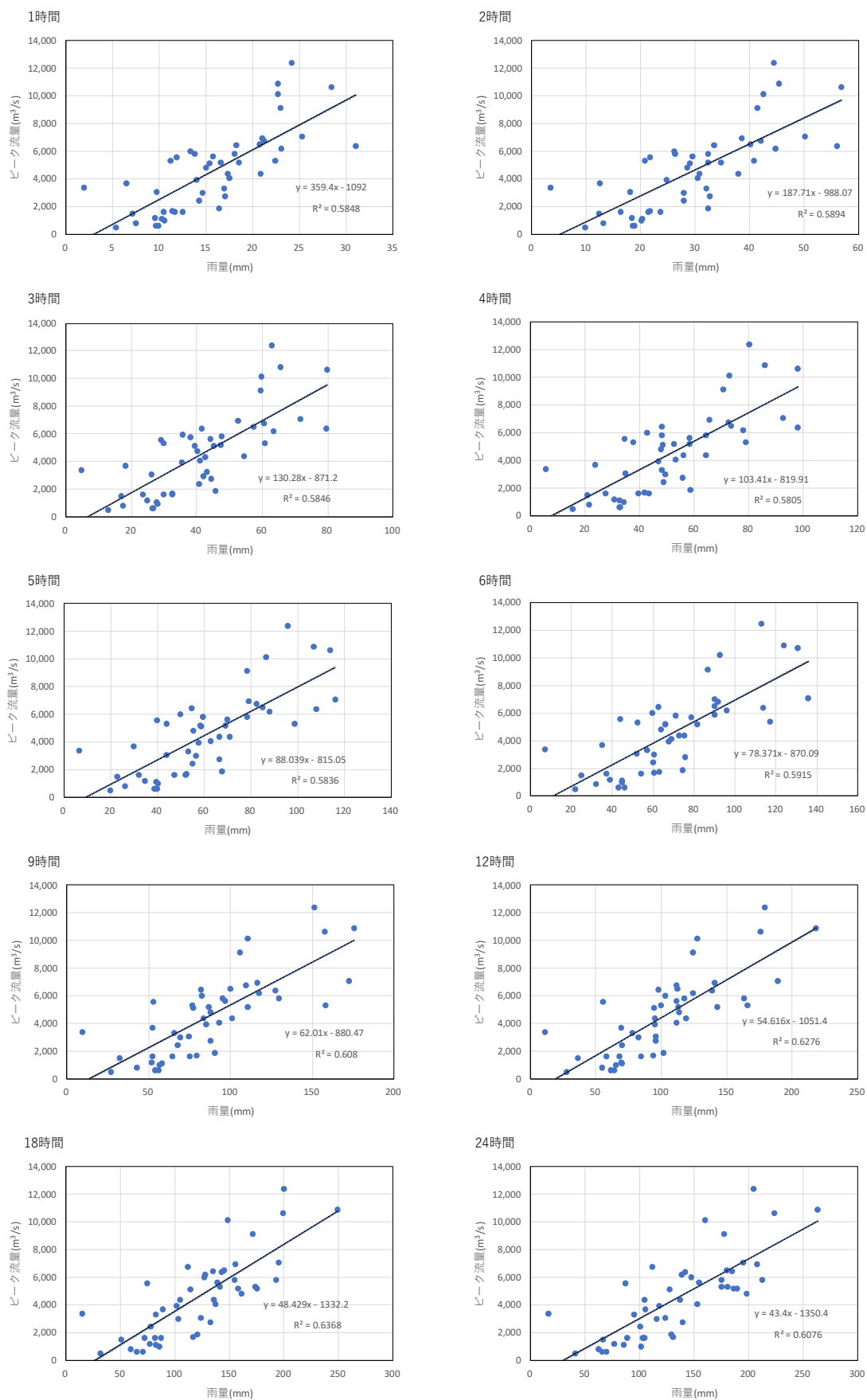


図 1.42 ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図【定義①】（北松野）

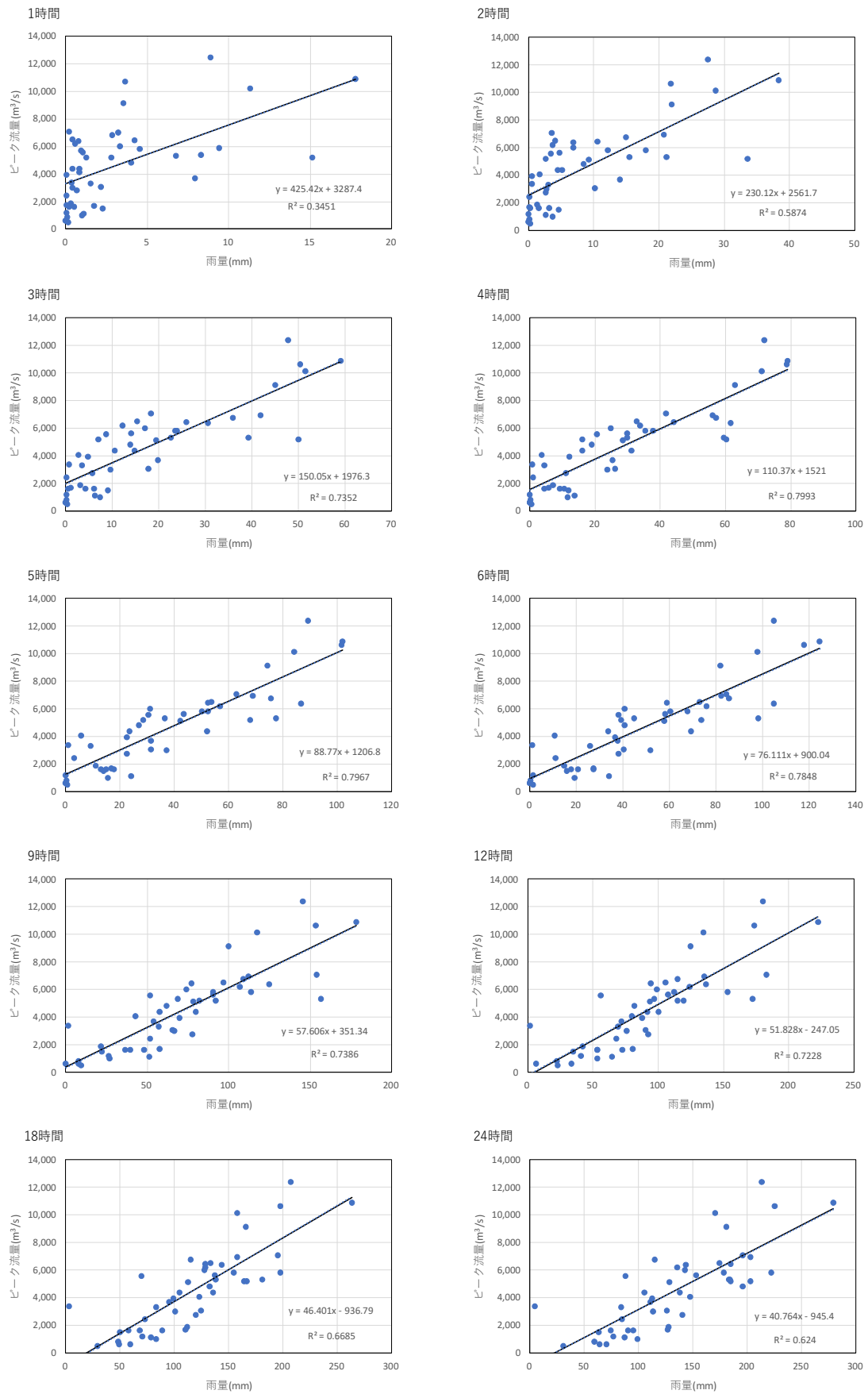


図 1.43 ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図【定義②】（北松野）

4) 強い降雨強度の継続時間

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、基準地点清水端では氾濫注意水位相当の実績流量 $1,900\text{m}^3/\text{s}$ 以上の 27 洪水とした。基準地点北松野では氾濫注意水位相当の実績流量 $5,800\text{m}^3/\text{s}$ 以上の 18 洪水とした。検討結果を図 1.44、図 1.45 に示す。

基準地点清水端での主要洪水における降雨量 5mm 以上の継続時間の平均値は 10 時間、降雨量 10mm 以上の継続時間の平均値は 5 時間となり、概ね 10 時間でカバー可能である。

基準地点北松野での主要洪水における降雨量 5mm 以上の継続時間の平均値は 12 時間、降雨量 10mm 以上の継続時間の平均値は 5 時間となり、概ね 12 時間でカバー可能である。

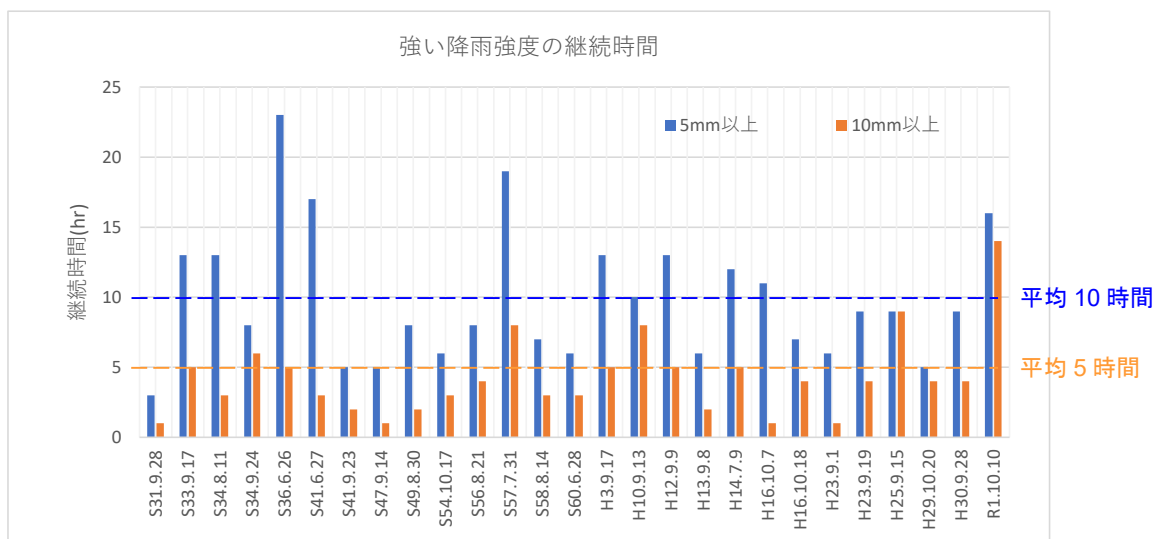


図 1.44 強い降雨強度の継続時間（清水端上流域平均雨量）

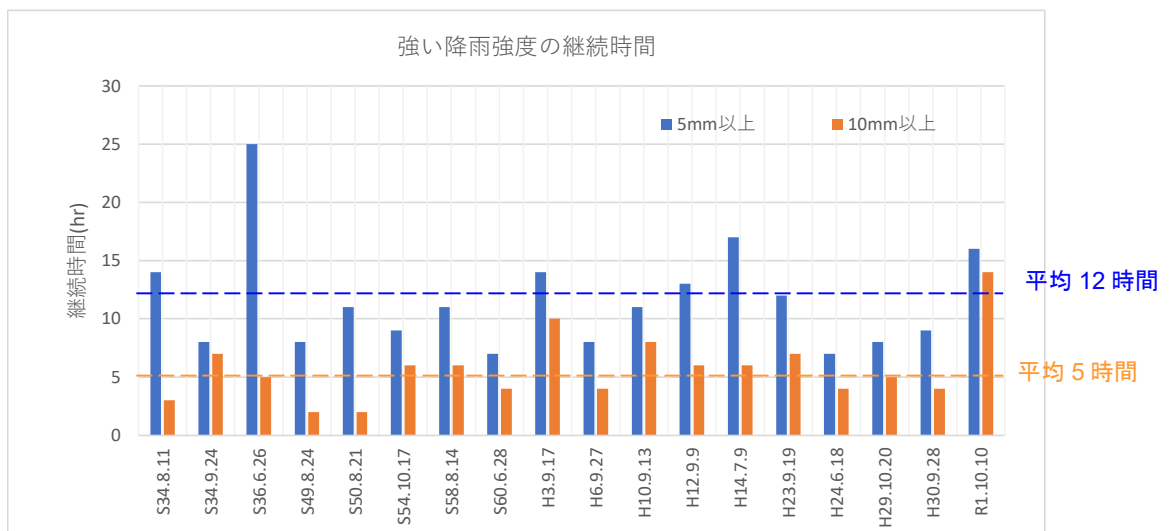


図 1.45 強い降雨強度の継続時間（北松野上流域平均雨量）

5) 対象降雨の降雨継続時間の設定

昭和 30 年（1955 年）から令和 4 年（2022 年）までの雨量資料（68 年間）を整理し、富士川の降雨特性、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、清水端及び北松野における対象降雨の降雨継続時間を既定計画の 2 日から 12 時間と設定した。

- 洪水到達時間の検討において、清水端では Kinematic Wave 法 6～23 時間（平均 13.8 時間）、角屋の式 7～11 時間（平均 9.0 時間）となる。北松野では Kinematic Wave 法 4～28 時間（平均 12.0 時間）、角屋の式 6～9 時間（平均 8.0 時間）となる。
- ピーク流量と相関の高い短時間雨量は、清水端では 4 時間以上においてピーク流量との相関が高く、北松野では 3 時間以上においてピーク流量との相関が高い。
- 洪水のピーク流量を形成している強い降雨強度の継続時間は、清水端では 5～10 時間である。北松野では 5～12 時間である。

1-8 対象降雨の降雨量の設定

雨量標本に関しては、時間雨量データが存在する昭和 30 年（1955 年）からとし、気候変動による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雨量標本の延伸は平成 22 年（2010 年）までとし、一覧を表 1.8、表 1.9 に示す。

昭和 30 年（1955 年）から平成 22 年（2010 年）までの 56 年間の年最大 12 時間雨量を確率処理し、適合度の基準を満足し、安定性の良好な確率分布モデルにより確率雨量を算定した。

基準地点清水端の 1/100 確率雨量を算定した結果、164 mm/12 h となり、結果を表 1.10 及び図 1.46 に示す。

同様に基準地点北松野の 1/150 確率雨量を算定した結果、212 mm/12 h となり、結果を表 1.11 及び図 1.47 に示す。

また、気候変動の影響を考慮した対象降雨の降雨量として、基準地点清水端の 1/100 確率雨量 164 mm/12 h に降雨量変化倍率 1.1 倍を乗じて得られた 180 mm/12 h を採用し、表 1.12 にまとめる。同様に、基準地点北松野の 1/150 確率雨量 212 mm/12 h に降雨量変化倍率 1.1 倍を乗じて得られた 233 mm/12 h を採用し、表 1.13 にまとめる。

表 1.8 年最大 12 時間雨量一覧（基準地点清水端）

No.	日付	雨量 (mm/12h)
1	S30.09.30	68.3
2	S31.05.17	80.6
3	S32.09.09	49.3
4	S33.09.17	137.5
5	S34.08.11	135.4
6	S35.08.10	64.0
7	S36.06.26	128.2
8	S37.08.25	64.0
9	S38.10.09	57.0
10	S39.09.24	52.6
11	S40.09.16	97.2
12	S41.06.27	109.5
13	S42.10.27	34.2
14	S43.08.28	44.0
15	S44.08.03	54.2
16	S45.06.15	62.5
17	S46.08.30	72.5
18	S47.09.15	81.0
19	S48.10.27	47.8
20	S49.08.31	77.5
21	S50.07.04	73.6
22	S51.09.08	79.5
23	S52.08.16	75.9
24	S53.10.28	36.4
25	S54.10.17	91.4
26	S55.11.21	46.2
27	S56.08.21	102.8
28	S57.08.02	151.1

No.	日付	雨量 (mm/12h)
29	S58.08.14	111.7
30	S59.06.25	55.1
31	S60.06.29	93.3
32	S61.09.01	91.8
33	S62.09.24	67.0
34	S63.09.24	66.4
35	H01.08.26	77.1
36	H02.08.09	113.7
37	H03.09.17	125.0
38	H04.10.07	59.3
39	H05.07.24	67.1
40	H06.09.28	77.7
41	H07.09.16	64.2
42	H08.09.21	60.6
43	H09.06.19	61.0
44	H10.09.13	155.1
45	H11.08.13	86.7
46	H12.09.09	122.6
47	H13.08.21	103.8
48	H14.07.09	132.3
49	H15.08.08	61.8
50	H16.10.08	97.0
51	H17.07.03	58.7
52	H18.07.17	55.0
53	H19.09.05	89.0
54	H20.06.21	55.2
55	H21.05.05	27.4
56	H22.10.30	66.0

表 1.9 年最大 12 時間雨量一覧（基準地点北松野）

No.	日付	雨量 (mm/12h)
1	S30.09.30	68.3
2	S31.09.29	90.2
3	S32.06.29	67.8
4	S33.09.17	156.6
5	S34.08.11	155.5
6	S35.08.10	89.0
7	S36.06.26	130.9
8	S37.08.25	94.9
9	S38.10.09	59.2
10	S39.09.24	67.1
11	S40.09.16	132.9
12	S41.06.27	127.8
13	S42.10.27	42.1
14	S43.08.28	63.5
15	S44.06.25	66.5
16	S45.06.15	71.6
17	S46.08.30	102.1
18	S47.09.15	112.1
19	S48.10.27	58.8
20	S49.08.25	97.9
21	S50.08.23	103.0
22	S51.09.08	96.2
23	S52.08.16	99.7
24	S53.10.28	40.7
25	S54.10.17	134.3
26	S55.11.21	55.7
27	S56.08.21	132.9
28	S57.08.02	187.0

No.	日付	雨量 (mm/12h)
29	S58.08.14	123.8
30	S59.06.25	61.0
31	S60.06.29	124.4
32	S61.09.01	101.5
33	S62.09.24	87.5
34	S63.09.24	82.8
35	H01.08.26	119.0
36	H02.08.09	142.6
37	H03.09.17	180.2
38	H04.10.07	63.9
39	H05.07.24	78.1
40	H06.09.28	114.7
41	H07.09.16	65.2
42	H08.09.21	61.7
43	H09.06.19	95.2
44	H10.09.13	188.9
45	H11.06.29	95.6
46	H12.09.09	140.9
47	H13.08.21	131.1
48	H14.07.09	163.6
49	H15.08.08	94.5
50	H16.10.08	119.7
51	H17.07.25	70.3
52	H18.07.17	58.3
53	H19.07.14	118.0
54	H20.05.18	60.8
55	H21.10.06	28.6
56	H22.10.30	69.4

表 1.10 基準地点清水端 12 時間雨量 1/100 確率計算結果

毎年(年最大雨量)		富士川 清水端地点											(mm/12h)
項目		毎年値											
		指数分布	ゲンベル分布	平方根指数型 最大値分布	一般化極値分 布	対数ピアソン Ⅲ型分布 (実数空間法)	対数ピアソン Ⅲ型分布 (対数空間法)	対数正規分布 (岩井法)	対数正規分布 (石原・高瀬 法)	対数正規分布 (クワンタイ ル)	3母数 対数正規分布 (積率法)	2母数 対数正規分布 (L積率法)	2母数 対数正規分布 (積率法)
		Exp	Gumbel	SQRTET	GEV	LP3Rs	LogP3	LNlwai	IshiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)
標本数		56(S30-H22)											
確 率 規 模	1/2	69.6	74.8	73.2	74.4	76.5	—	74.8	75.9	76.1	76.0	74.6	
	1/3	83.3	87.9	87.1	87.4	90.0	—	88.0	89.0	88.9	89.1	87.9	
	1/5	100.5	102.4	103.8	102.0	104.0	—	102.6	103.0	102.6	103.1	102.9	
	1/10	123.9	120.7	126.7	120.7	120.4	—	120.9	119.8	119.0	119.8	121.7	
	1/20	147.4	138.2	150.5	138.9	134.7	—	138.4	135.3	134.1	135.2	139.8	
	1/30	161.1	148.3	165.1	149.5	142.5	—	148.4	144.0	142.5	143.8	150.3	
	1/50	178.3	161.0	184.1	162.8	151.7	—	161.0	154.7	152.9	154.3	163.5	
	1/80	194.2	172.5	202.3	175.2	159.8	—	172.5	164.3	162.2	163.9	175.6	
	1/100	201.7	178.0	211.3	181.1	163.5	—	178.0	168.9	166.6	168.3	181.4	
	1/150	215.4	187.9	227.9	191.9	170.0	—	188.0	177.0	174.5	176.4	192.0	
1/200	225.2	194.9	240.1	199.6	174.5	—	195.1	182.8	180.0	182.0	199.5		
1/400	248.6	211.9	270.5	218.3	184.9	—	212.4	196.6	193.3	195.6	218.0		
SLSC(99%)		0.053	0.029	0.039	0.03	0.027	—	0.025	0.026	0.027	0.026	0.026	
相関	X-COR	0.967	0.99	0.977	0.988	0.991	—	0.99	0.991	0.991	0.991	0.989	
係数	P-COR	0.936	0.995	0.997	0.996	0.992	—	0.995	0.993	0.993	0.993	0.996	
推定値1/100		201.7	178.0	211.3	181.1	163.5	—	178.0	168.9	166.6	168.3	181.4	
推定誤差1/100		15.2	12.8	20.7	15.4	9.7	—	13.3	10.4	12.9	10.3	17.6	
推定値、推定誤差はjackknife法													
SLSC≤0.04													

推定値、推定誤差はjackknife法

SLSC ≤ 0.04

表 1.11 基準地点北松野 12 時間雨量 1/150 確率計算結果

毎年(年最大雨量)		富士川 北松野地点											(mm/12h)
項目		毎年値											
		指数分布	ゲンベル分布	平方根指数型 最大値分布	一般化極値分 布	対数ピアソン Ⅲ型分布 (実数空間法)	対数ピアソン Ⅲ型分布 (対数空間法)	対数正規分布 (岩井法)	対数正規分布 (石原・高瀬 法)	対数正規分布 (クオンタイ ル)	3母数 対数正規分布 (積率法)	2母数 対数正規分布 (L積率法)	2母数 対数正規分布 (積率法)
		Exp	Gumbel	SQRTET	GEV	LP3Rs	LogP3	LNlwai	IshiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)
標本数		56(S30-H22)											
確 率 規 模	1/2	85.8	92.5	90.4	94.3	96.0	94.4	92.5	95.5	96.1	95.6	—	—
	1/3	103.3	109.2	109.2	111.3	113.4	111.6	109.8	112.1	112.5	112.2	—	—
	1/5	125.4	127.8	131.9	129.4	130.9	129.7	128.9	129.3	129.2	129.4	—	—
	1/10	155.4	151.3	163.1	151.1	150.1	150.9	152.7	149.3	148.2	149.3	—	—
	1/20	185.4	173.7	195.7	170.6	165.9	169.6	175.5	167.1	165.0	167.0	—	—
	1/30	202.9	186.6	215.7	181.4	174.1	179.8	188.5	176.9	174.1	176.7	—	—
	1/50	225.0	202.8	241.9	194.3	183.4	191.9	204.9	188.7	185.0	188.4	—	—
	1/80	245.4	217.6	267.1	205.7	191.3	202.6	219.9	199.1	194.7	198.8	—	—
	1/100	255.0	224.6	279.5	211.0	194.8	207.5	227.1	204.0	199.1	203.6	—	—
	1/150	272.6	237.3	302.5	220.3	200.8	216.1	240.1	212.7	207.1	212.2	—	—
SLSC	1/200	285.0	246.3	319.3	226.7	204.8	222.1	249.3	218.7	212.6	218.2	—	—
	1/400	315.0	268.0	361.5	241.6	213.7	235.9	271.8	233.1	225.5	232.4	—	—
相関 係数	X-COR	0.063	0.033	0.05	0.028	0.031	0.03	0.032	0.029	0.031	0.029	—	—
	P-COR	0.953	0.986	0.966	0.991	0.992	0.992	0.986	0.991	0.991	0.991	—	—
推定値1/150		0.929	0.992	0.991	0.993	0.993	0.993	0.993	0.993	0.992	0.993	—	—
		272.6	237.3	302.5	220.3	200.8	216.1	240.1	212.7	207.1	212.2	—	—
推定誤差1/150		18.5	15.5	32.0	23.1	15.0	25.2	24.4	14.9	17.1	14.7	—	—

推定値、推定誤差はjackknife法

SLSC ≤ 0.04

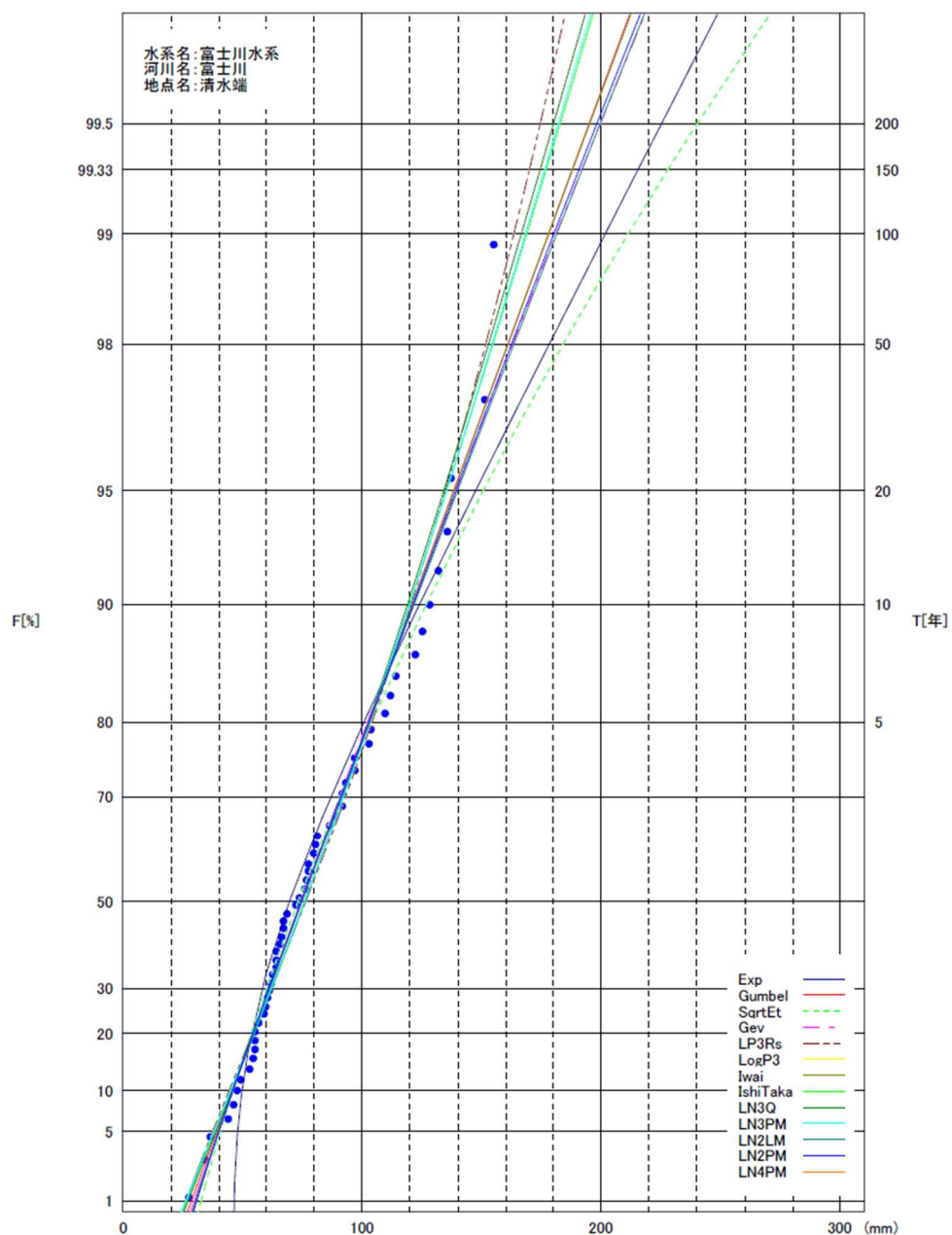


図 1.46 雨量確率計算結果（基準地点清水端）

表 1.12 1/100 確率規模降雨量（基準地点清水端）

項目	清水端	備考
1/100 確率雨量 (S30～H22 標本)	164 mm/12 h	確率手法 SLSC $\leq$ 0.04 Jackknife 推定誤差最小
気候変動を 考慮した降雨量	180 mm/12 h	164 mm/12 h × 降雨量変化倍率 1.1

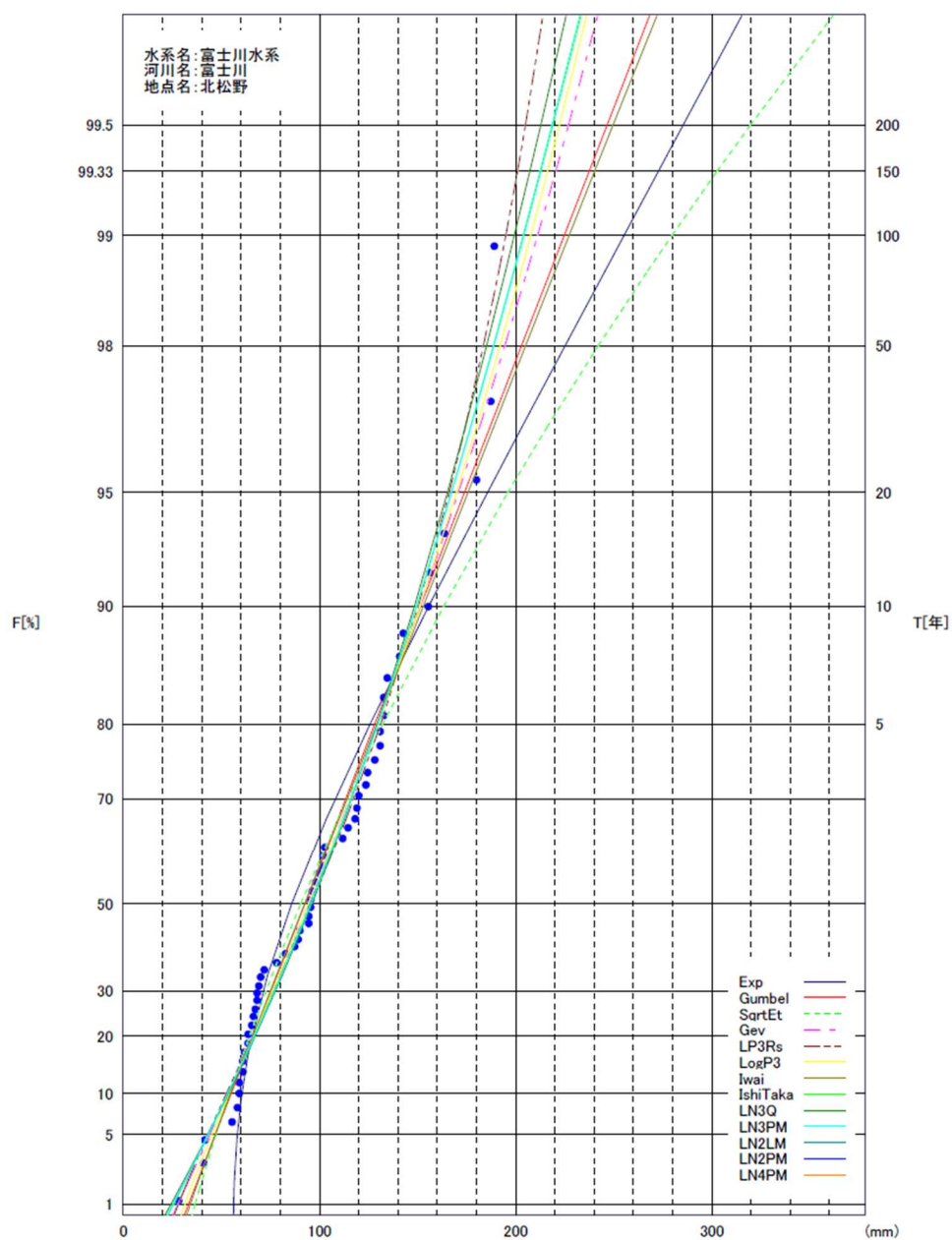


図 1.47 雨量確率計算結果（基準地点北松野）

表 1.13 1/150 確率規模降雨量（基準地点北松野）

項目	北松野	備考
1/150 確率雨量 (S30~H22 標本)	212 mm/12 h	確率手法 $SLSC \leq 0.04$ Jackknife 推定誤差最小
気候変動を 考慮した降雨量	233 mm/12 h	212 mm/12 h × 降雨量変化倍率 1.1

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。

1) Mann-Kendall 検定（定常/非定常性の確認）

昭和 30 年（1955 年）から平成 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 4 年（2022 年）までのデータを対象とした検定結果を確認したが、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 4 年（2022 年））まで時間雨量データを延伸した場合の清水端（対数ピアソンⅢ型分布（実数空間法））、および北松野（3 母数対数正規分布（積率法））の確率雨量を算定した。

その結果、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清水端 1/100 確率雨量は 175 mm/12 h 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。同様に基準地点北松野 1/150 確率雨量は 220 mm/12 h 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。

1-9 雨量確率法による検討

1) 主要降雨波形の選定

主要降雨波形は、令和4年（2022年）までの基準地点清水端における12時間雨量のうち、表1.10の年超過確率1/5（104mm/12h）を超過し、引伸ばし率が2倍以下（1.1倍する前の確率雨量）となる16洪水を選定した。

選定した洪水を対象に、基準地点清水端の1/100確率12時間雨量180mm（164mm×1.1）となるよう引伸ばし降雨波形を作成し流出計算を行ったところ、基準地点清水端におけるピーク流量は3,600 m³/s～10,200 m³/sとなりその結果を表1.14に示し、各洪水のハイドログラフを図1.49から図1.64に示す。

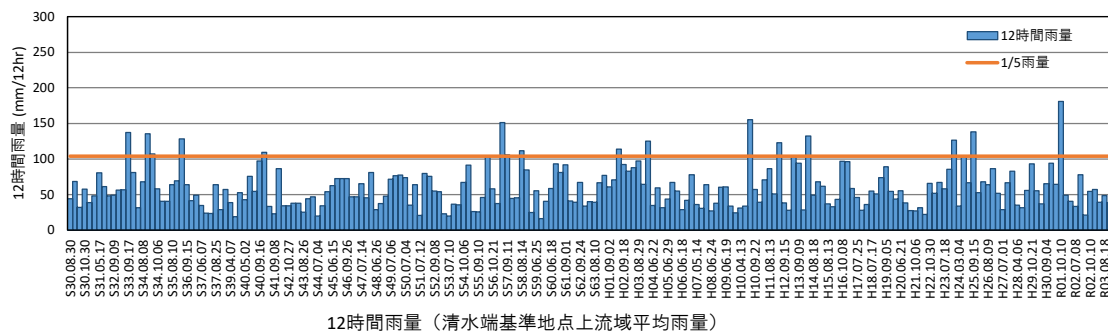


図 1.48 主要降雨波形の選定（基準地点清水端）

表 1.14 主要降雨波形のピーク流量一覧（基準地点清水端）

No	洪水名	清水端地点 12時間雨量 (mm/12h)	引き延ばし率	清水端地点 計算流量 (m ³ /s)
1	S33.9.17	137	1.31	4,600
2	S34.8.11	135	1.33	10,000
3	S34.9.24	107	1.68	6,900
4	S36.6.26	128	1.41	5,600
5	S41.6.27	109	1.65	4,500
6	S57.8.2	151	1.19	6,600
7	S57.9.11	106	1.70	10,200
8	S58.8.14	112	1.61	7,200
9	H2.8.9	114	1.58	5,500
10	H3.9.17	125	1.44	6,800
11	H10.9.13	155	1.16	4,100
12	H12.9.9	123	1.46	6,500
13	H14.7.9	132	1.36	5,000
14	H23.9.19	126	1.43	7,700
15	H25.9.15	138	1.30	3,600
16	R1.10.10	181	0.99	7,000

※100 m³/s の端数については、切り上げるものとした

※引き伸ばし率:「12 時間雨量(mm)」と「1/100 確率雨量×1.1」との比率

※計算流量:流出計算モデルを用いて実績降雨から算出した流量

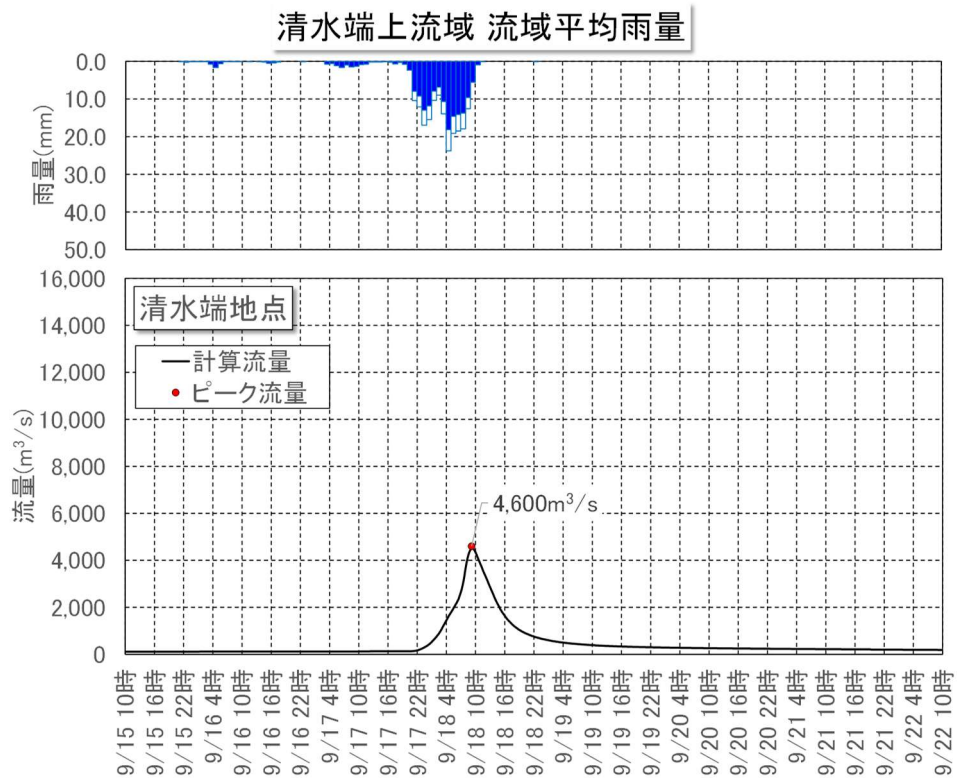


図 1.49 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点清水端 S33. 9. 17 洪水）

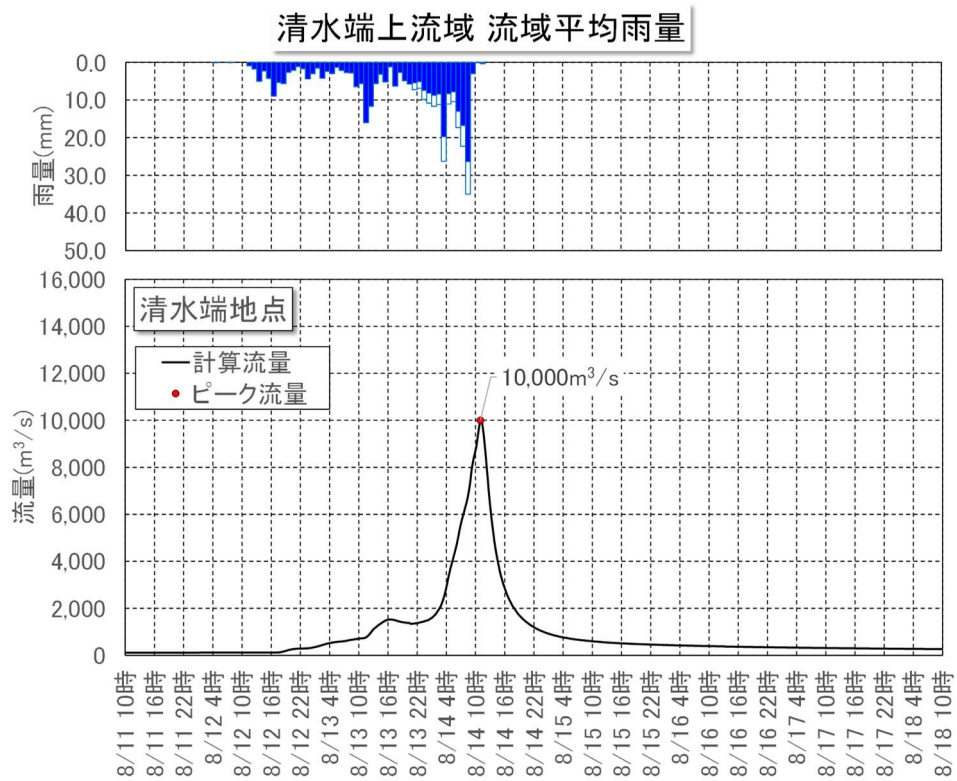


図 1.50 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点清水端 S34. 8. 11 洪水）

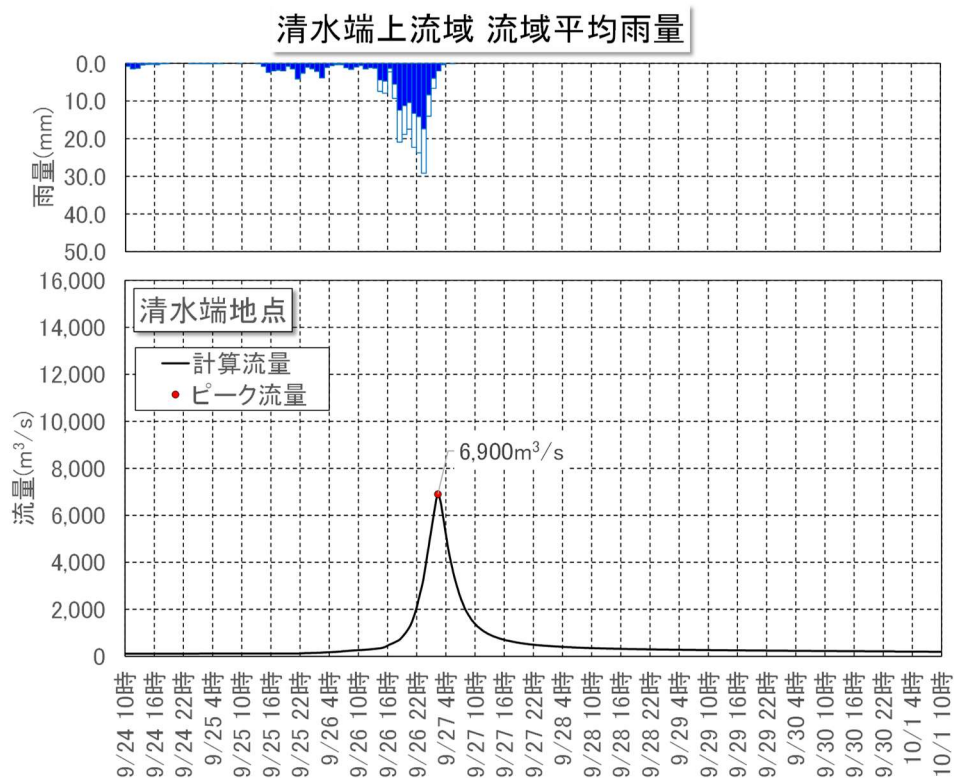


図 1.51 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点清水端 S34.9.24 洪水）

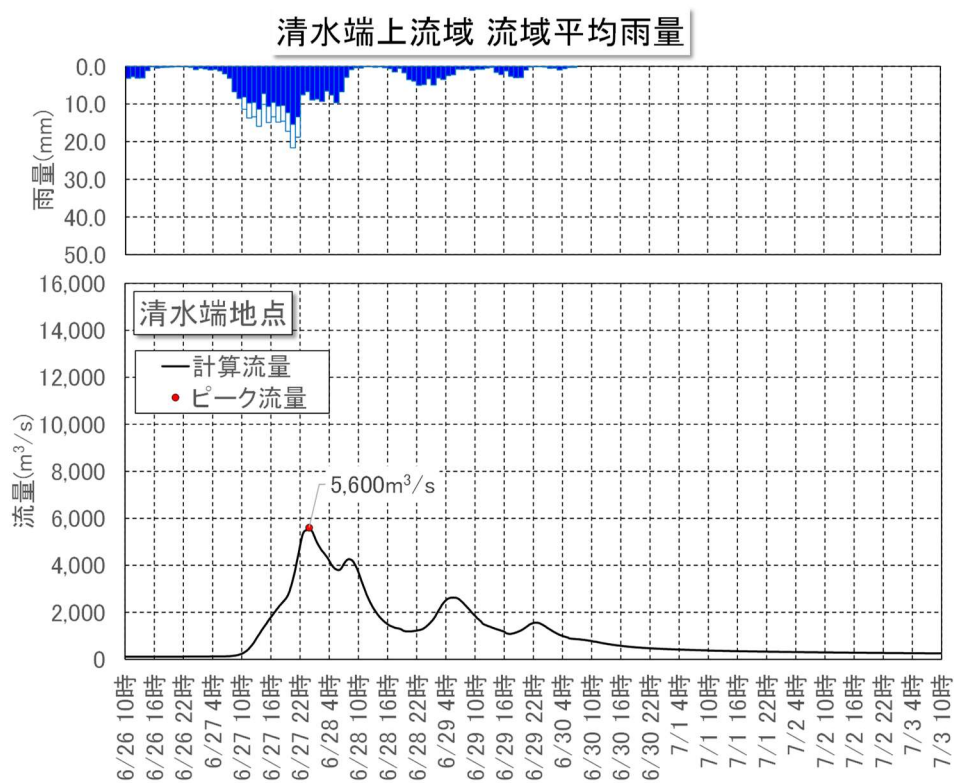


図 1.52 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点清水端 S36.6.26 洪水）

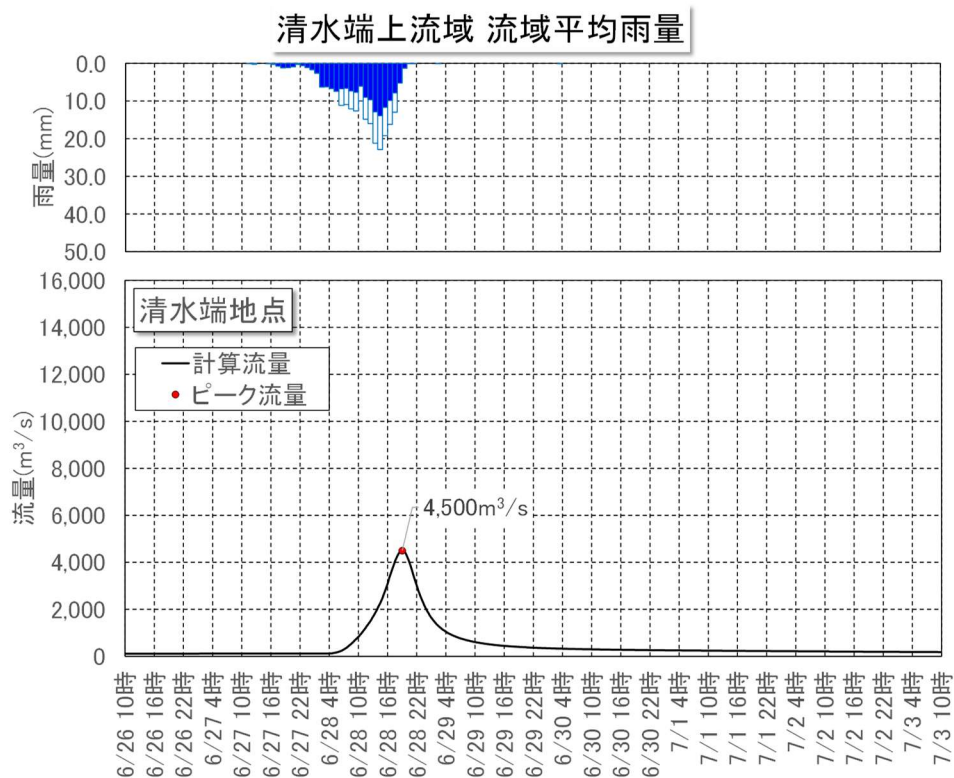


図 1.53 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点清水端 S41.6.27 洪水）

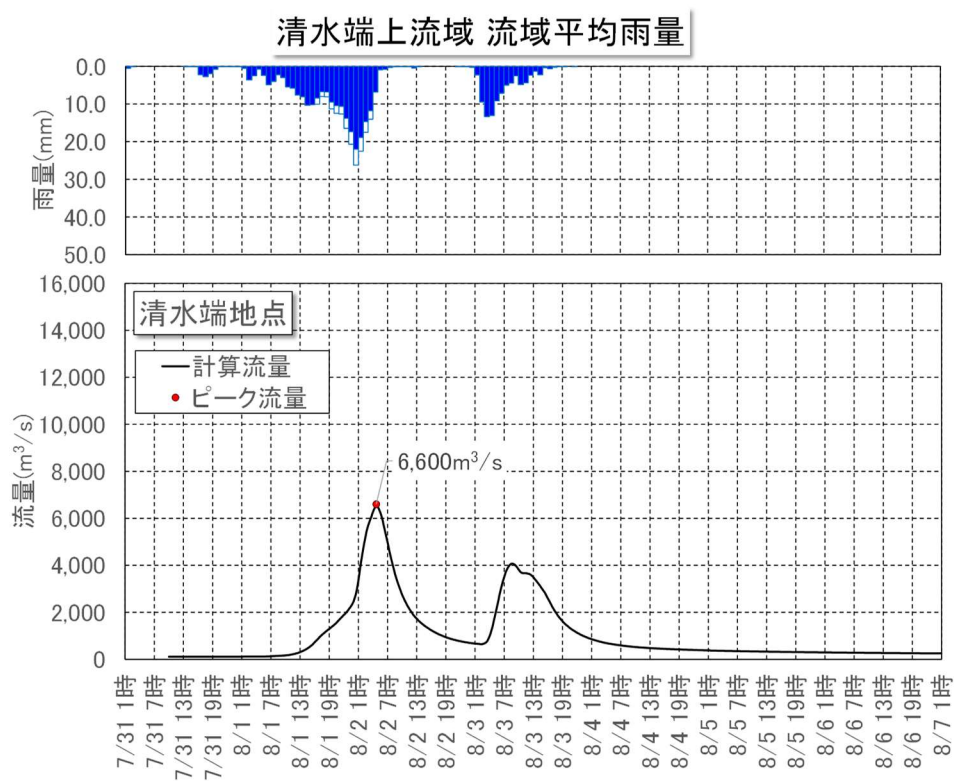


図 1.54 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点清水端 S57.8.2 洪水）

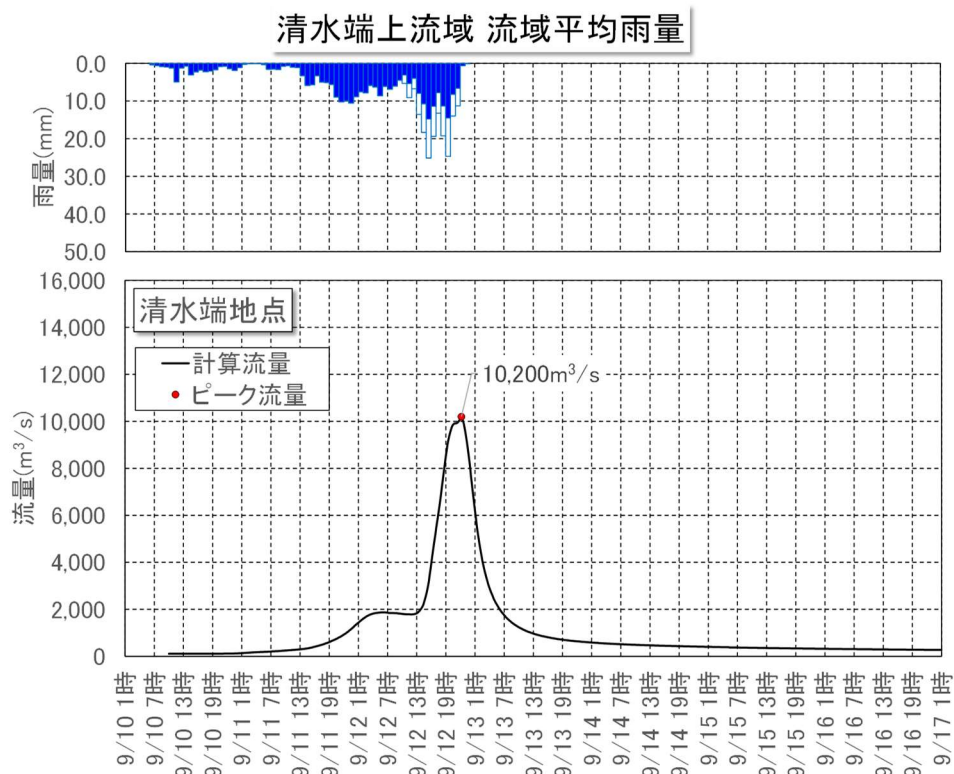


図 1.55 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点清水端 S57.9.11 洪水）

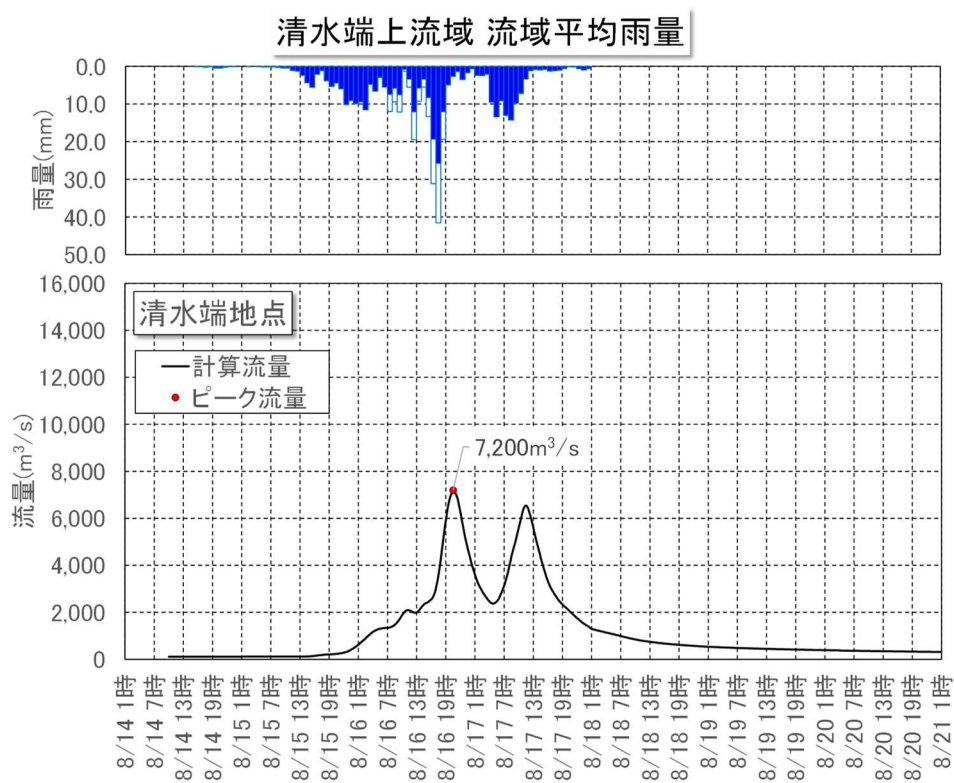


図 1.56 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点清水端 S58.8.14 洪水）

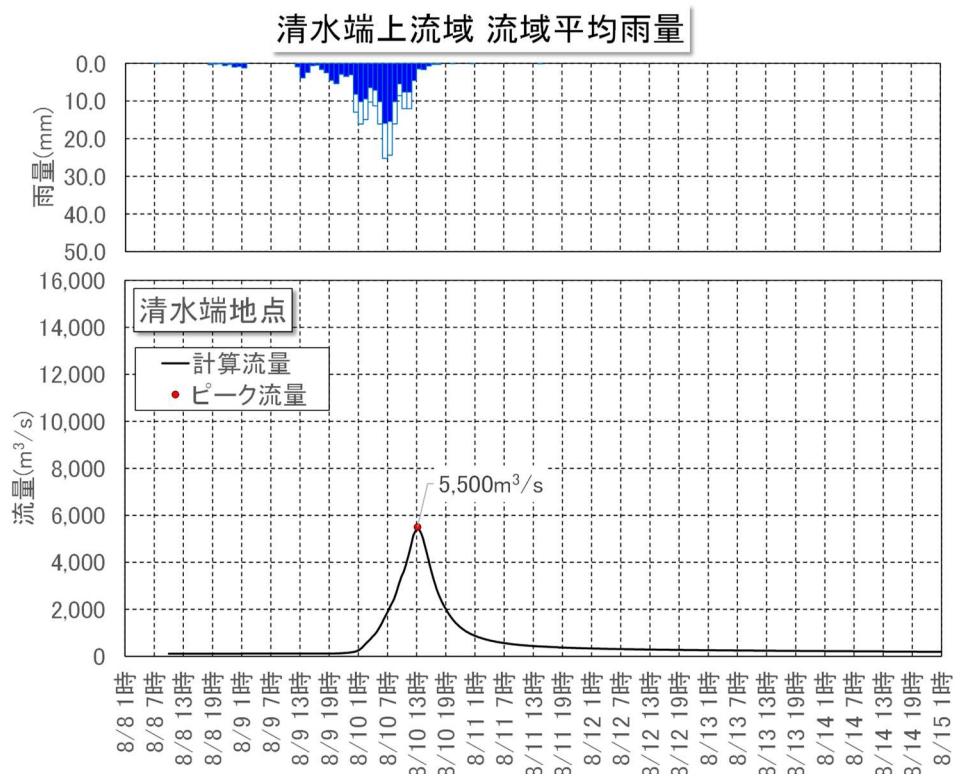


図 1.57 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点清水端 H2.8.9 洪水）

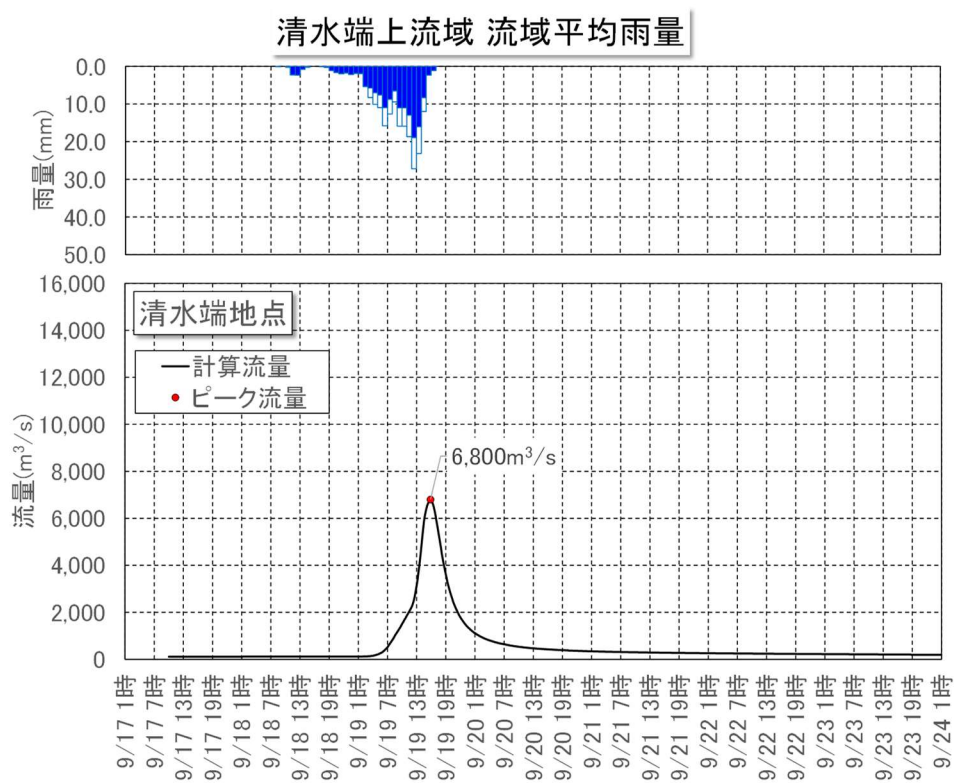


図 1.58 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点清水端 H3.9.17 洪水）

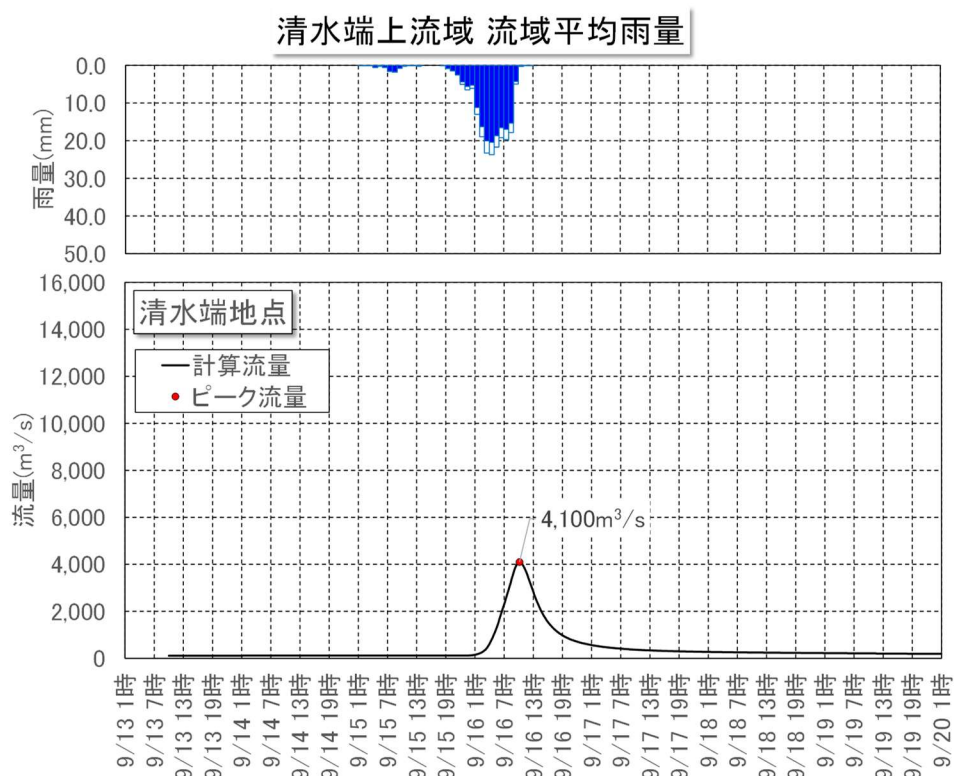


図 1.59 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点清水端 H10.9.13 洪水）

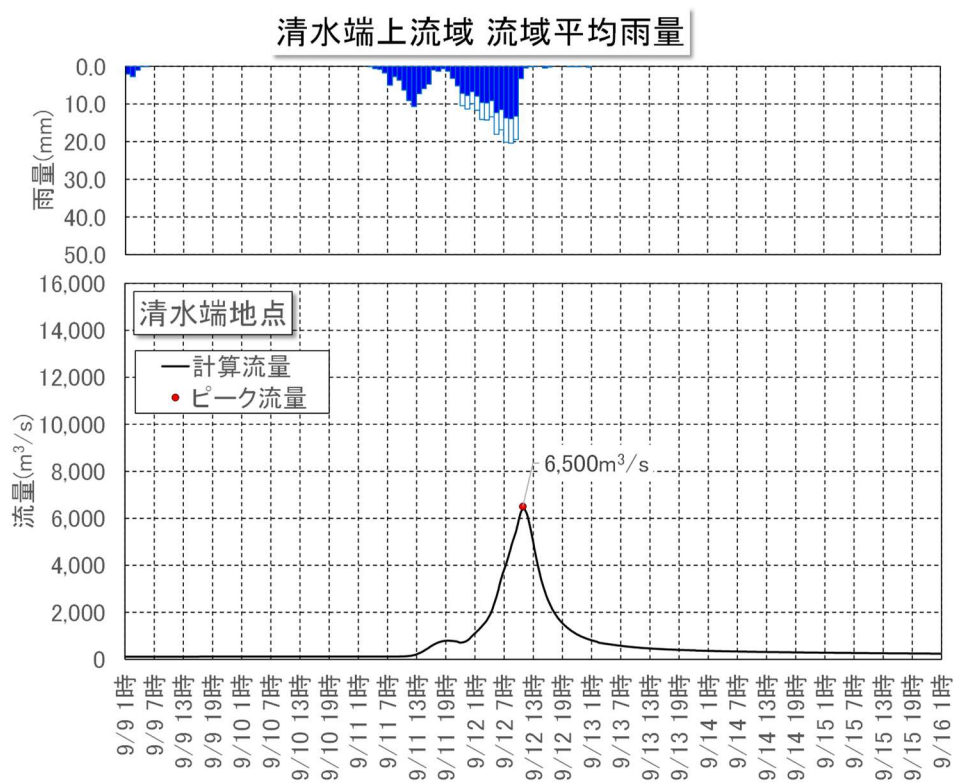


図 1.60 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点清水端 H12.9.9 洪水）

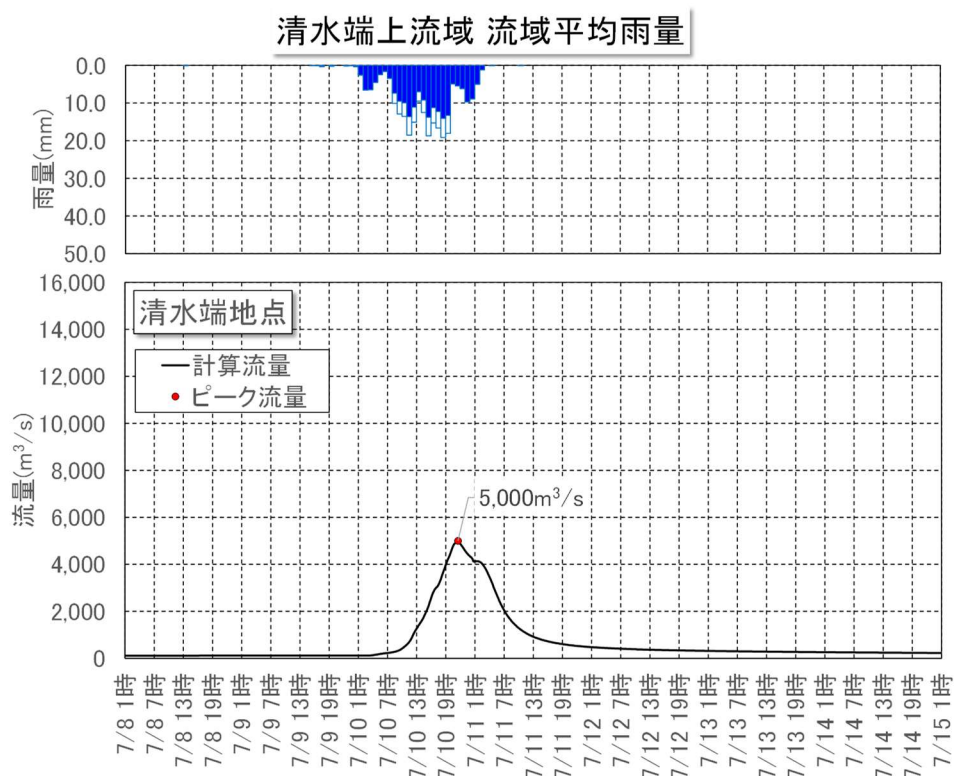


図 1.61 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点清水端 H14.7.9 洪水）

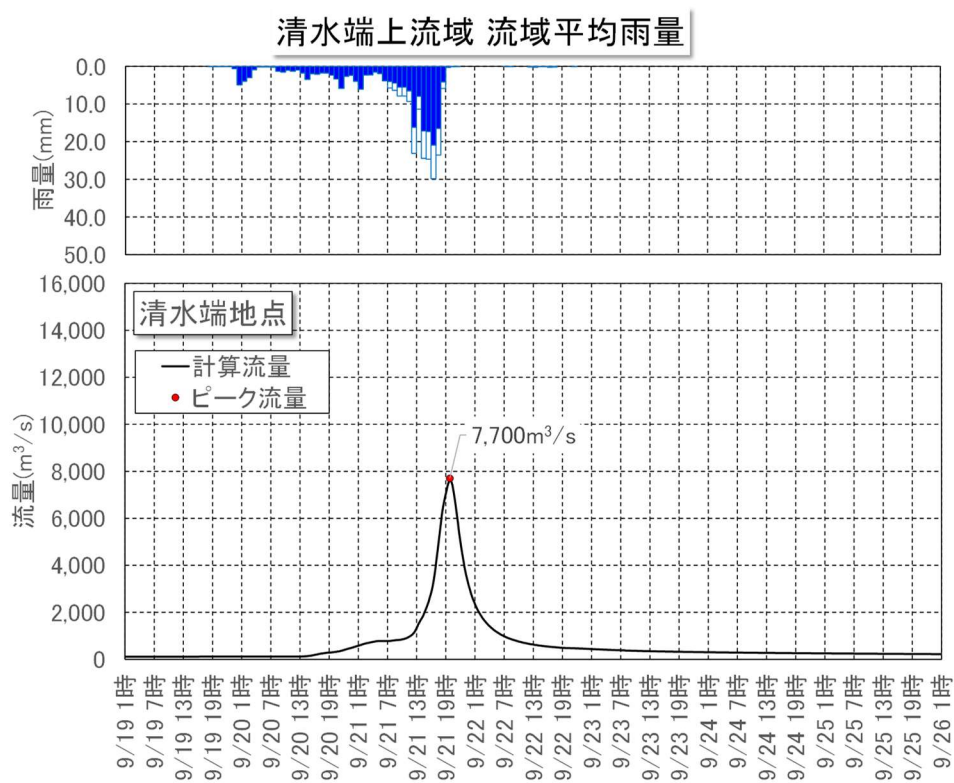


図 1.62 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点清水端 H23.9.19 洪水）

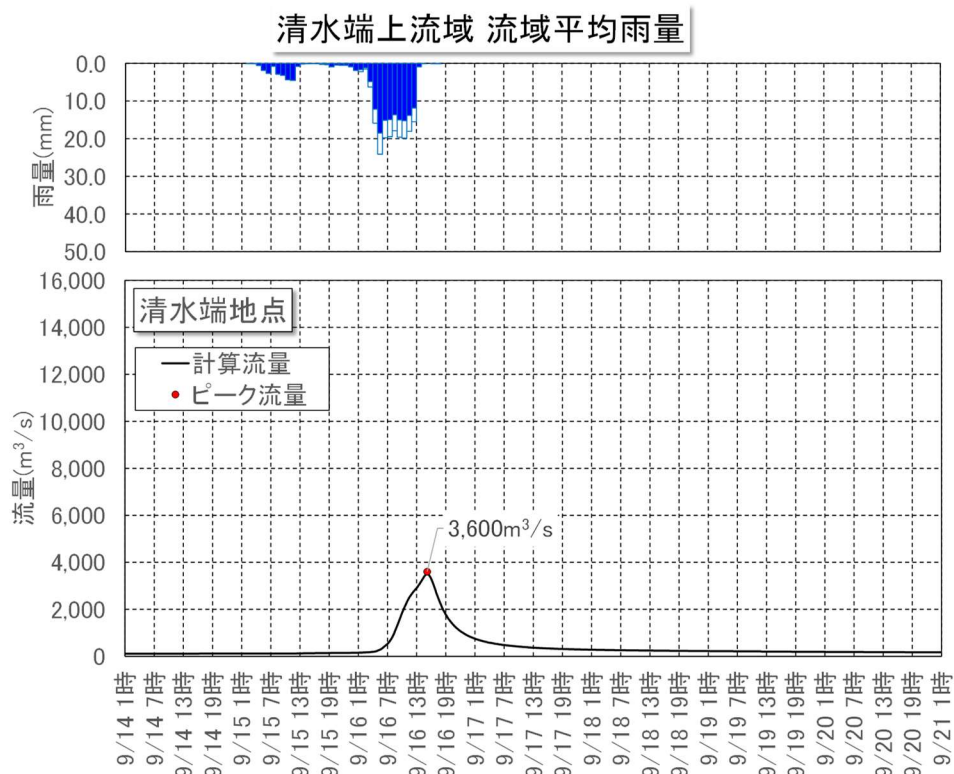


図 1.63 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点清水端 H25.9.15洪水）

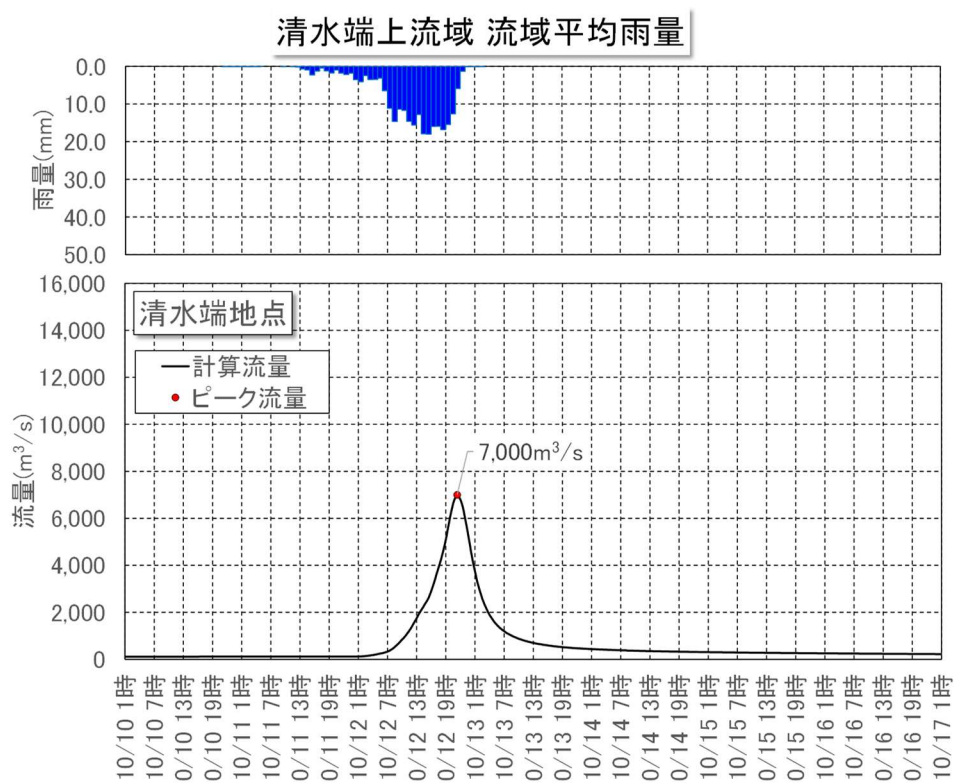


図 1.64 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点清水端 R1.10.10洪水）

基準地点北松野における主要降雨波形は、令和 4 年（2022 年）までの 12 時間雨量のうち、図 1.65 の年超過確率 1/5（129 mm/12 h）を超過し、引伸ばし率が 2 倍以下（1.1 倍する前の確率雨量）となる 18 洪水を選定した。

選定した洪水を対象に、基準地点北松野の 1/150 確率 12 時間雨量 233 mm（212 mm×1.1）となるよう引伸ばし降雨波形を作成し流出計算を行ったところ、基準地点北松野におけるピーク流量は 10,100 m³/s～21,300 m³/s となりその結果を表 1.15 に示し、各洪水のハイドログラフを図 1.66 から図 1.83 に示す。

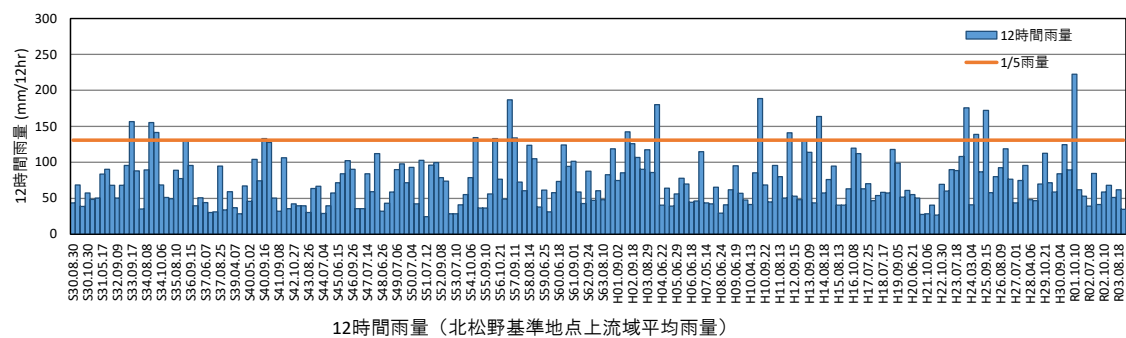


図 1.65 主要降雨波形の選定（基準地点北松野）

表 1.15 主要降雨波形のピーク流量一覧（基準地点北松野）

No	洪水名	北松野地点 12時間雨量 (mm/12h)	引き延ばし率	北松野地点 計算流量 (m ³ /s)
1	S33.9.17	157	1.48	11,700
2	S34.8.11	155	1.50	21,300
3	S34.9.24	142	1.64	16,800
4	S36.6.26	131	1.78	14,700
5	S40.9.16	133	1.75	18,300
6	S54.10.17	134	1.74	20,000
7	S56.8.21	133	1.75	11,200
8	S57.8.2	187	1.25	17,300
9	H2.8.9	143	1.63	14,000
10	H3.9.17	180	1.29	18,400
11	H10.9.13	189	1.23	12,400
12	H12.9.9	141	1.65	19,600
13	H13.8.21	131	1.78	10,100
14	H14.7.9	164	1.42	14,300
15	H23.9.19	176	1.32	20,500
16	H24.6.18	139	1.68	18,000
17	H25.9.15	172	1.35	12,000
18	R1.10.10	223	1.04	15,800

※100 m³/s の端数については、切り上げるものとした

※引き伸ばし率:「12 時間雨量(mm)」と「1/150 確率雨量×1.1」との比率

※計算流量: 流出計算モデルを用いて実績降雨から算出した流量

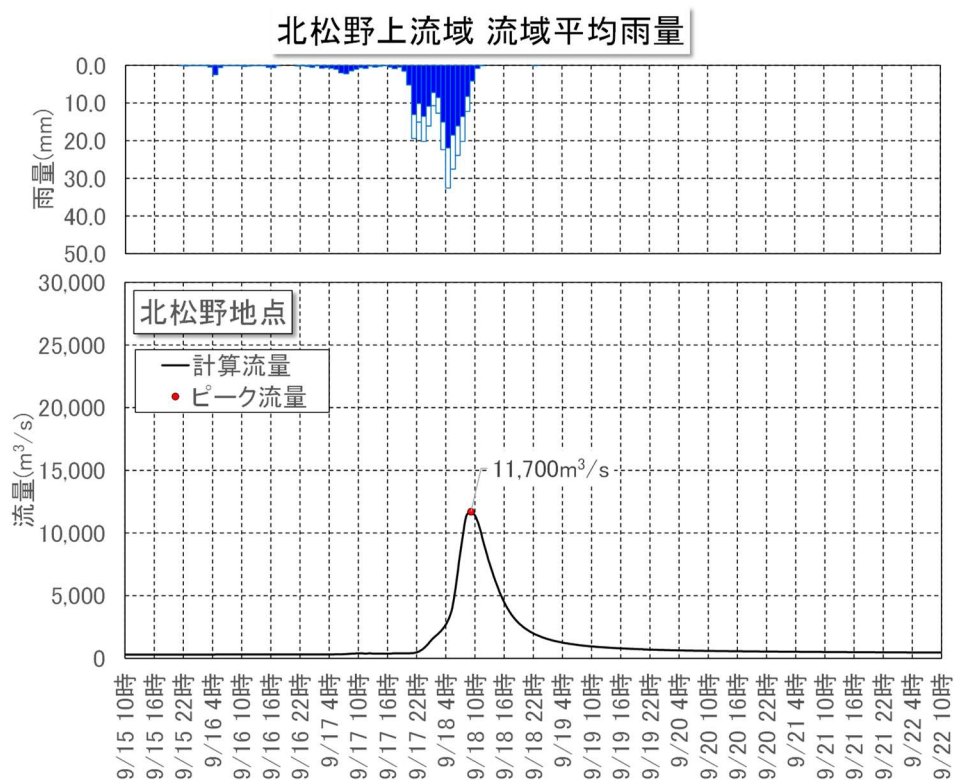


図 1.66 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 S33.9.17 洪水）

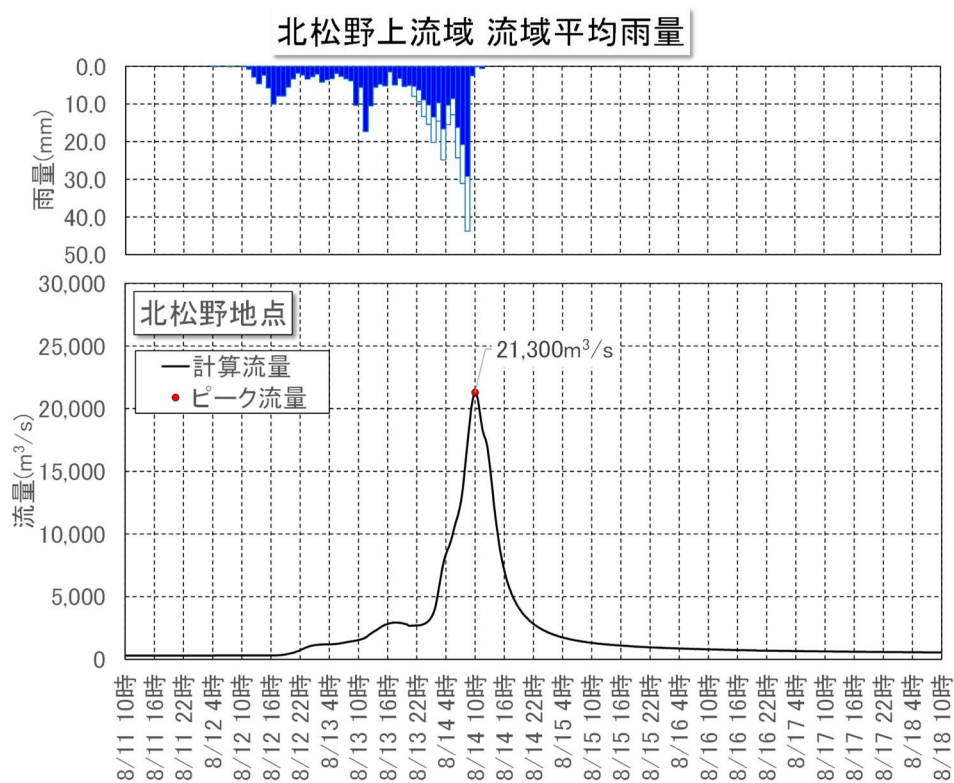


図 1.67 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 S34.08.11 洪水）

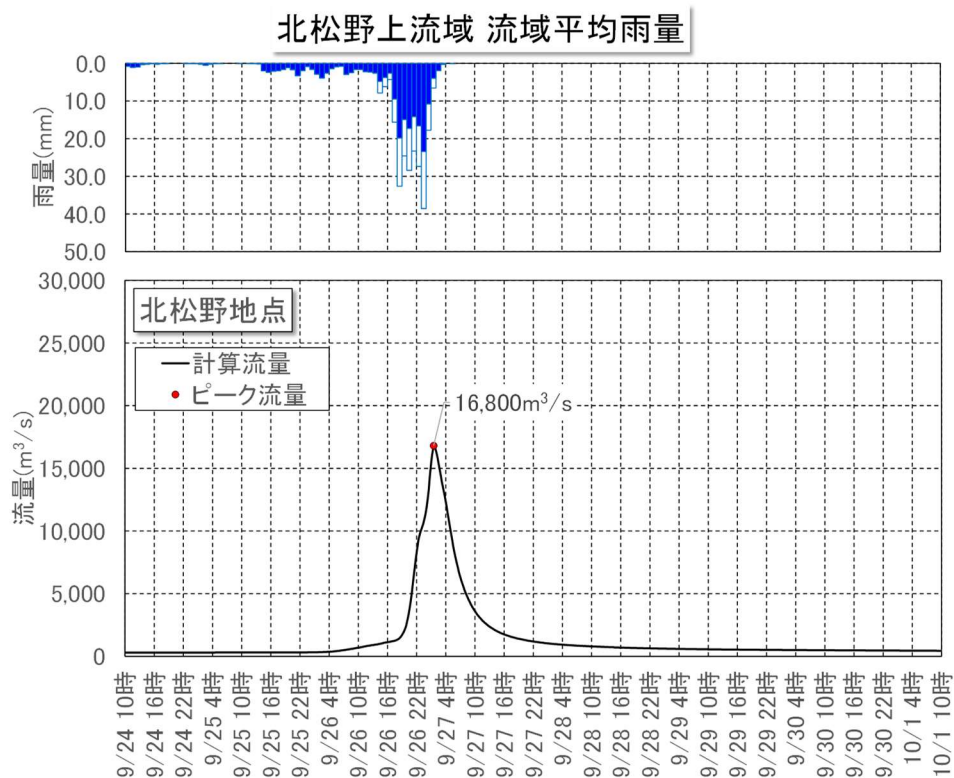


図 1.68 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 S34. 9. 25 洪水）

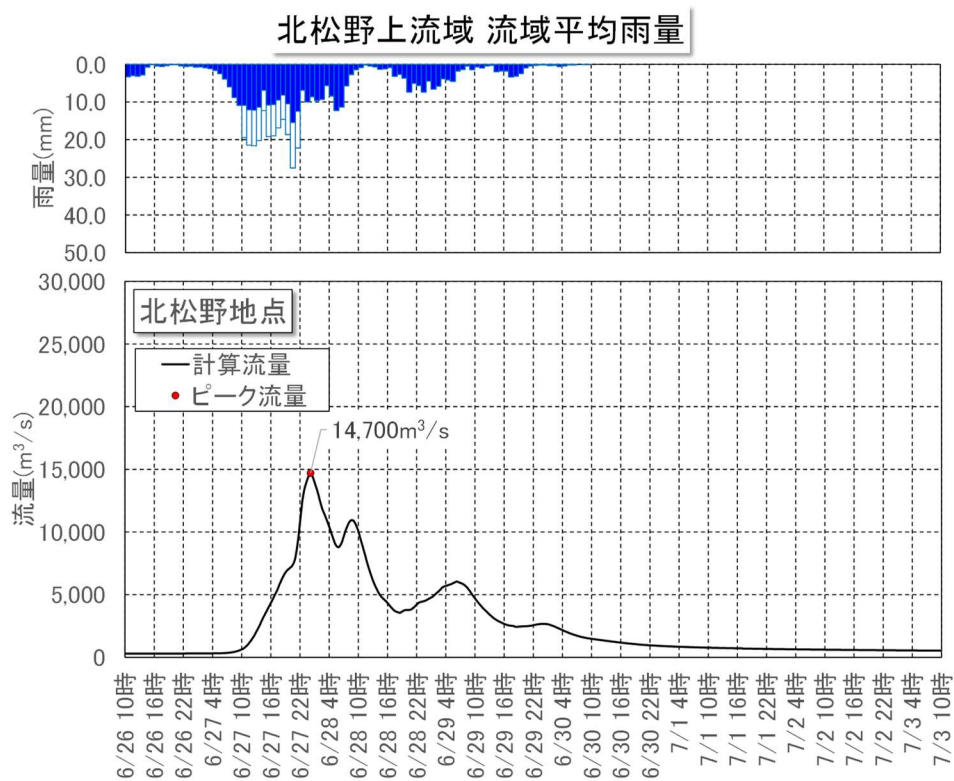


図 1.69 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 S36. 6. 26 洪水）

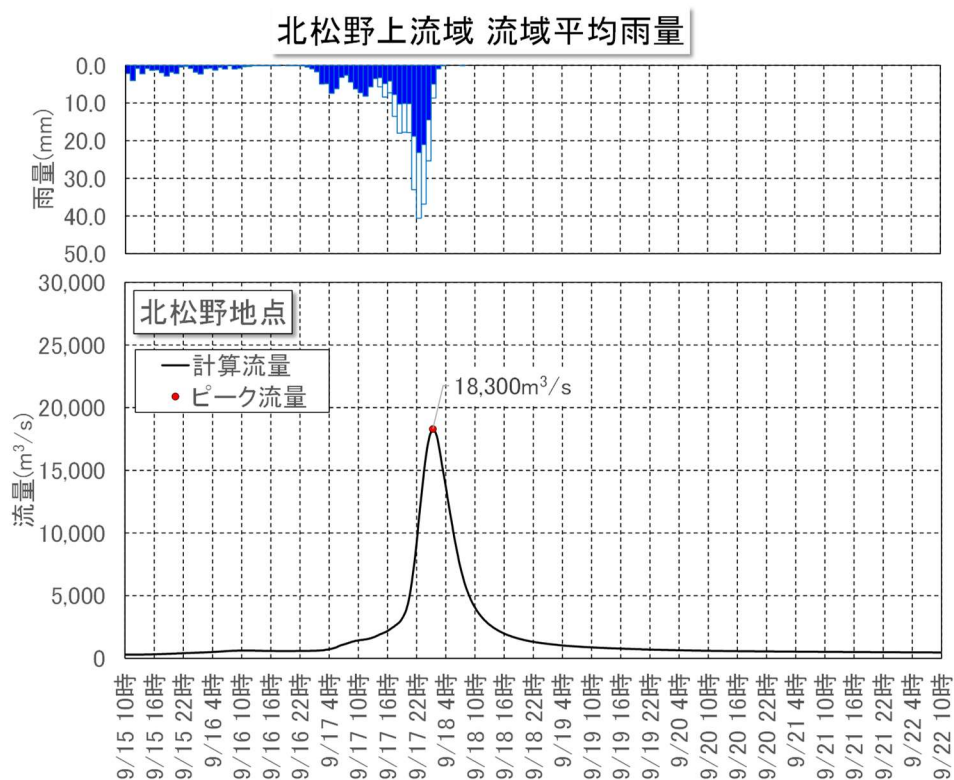


図 1.70 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 S40.9.16 洪水）

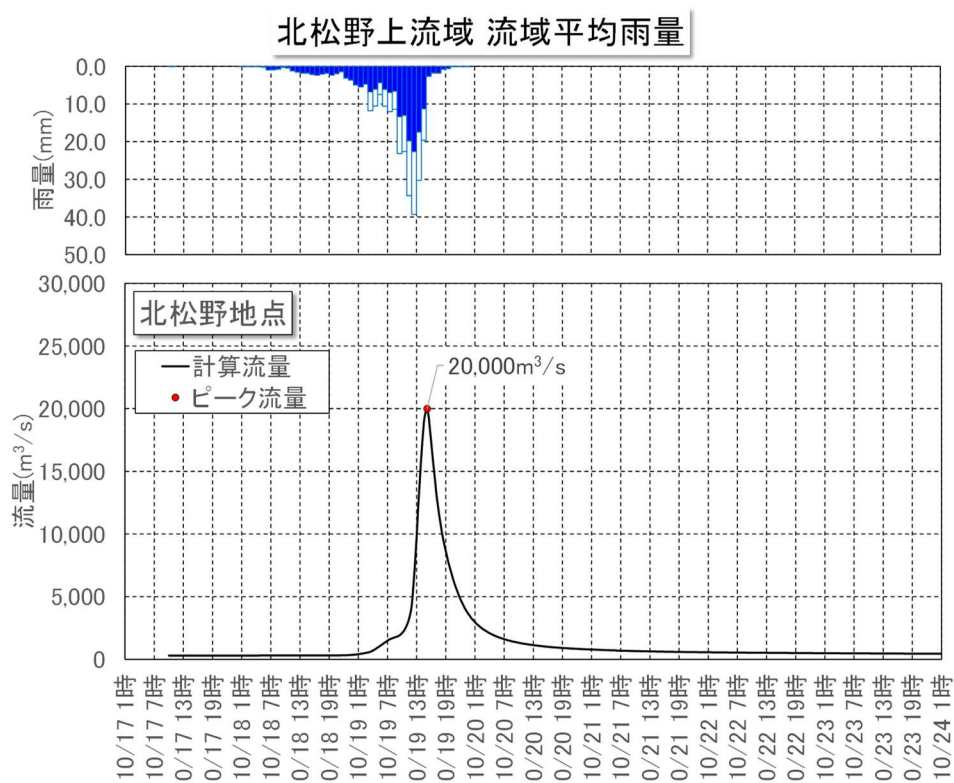


図 1.71 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 S54.10.17 洪水）

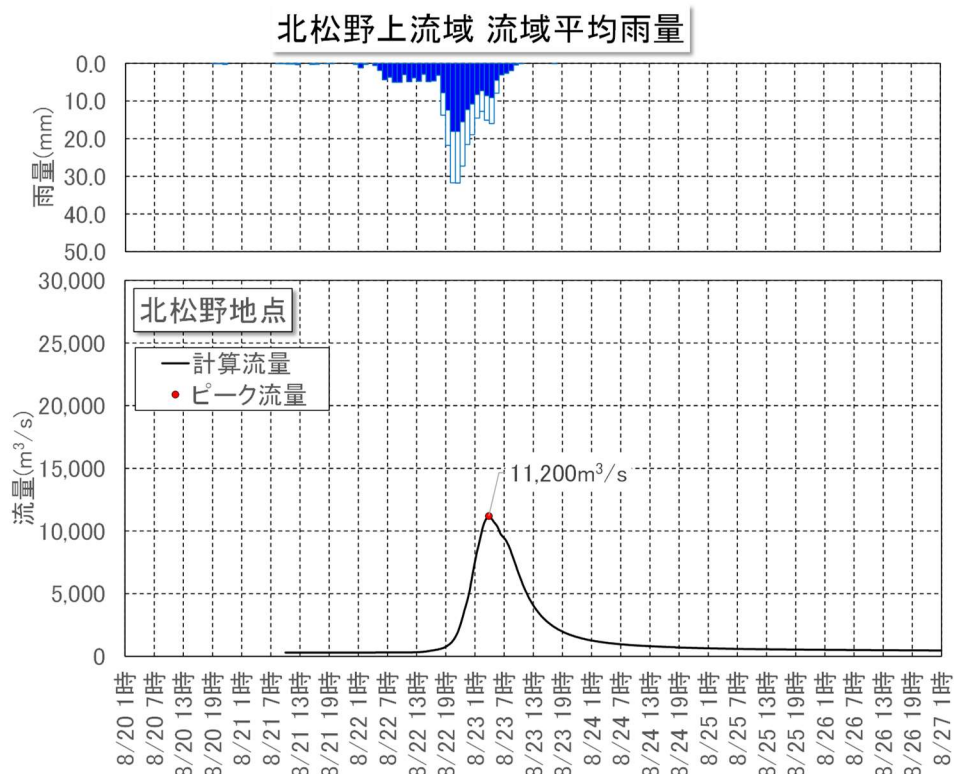


図 1.72 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 S56.8.21 洪水）

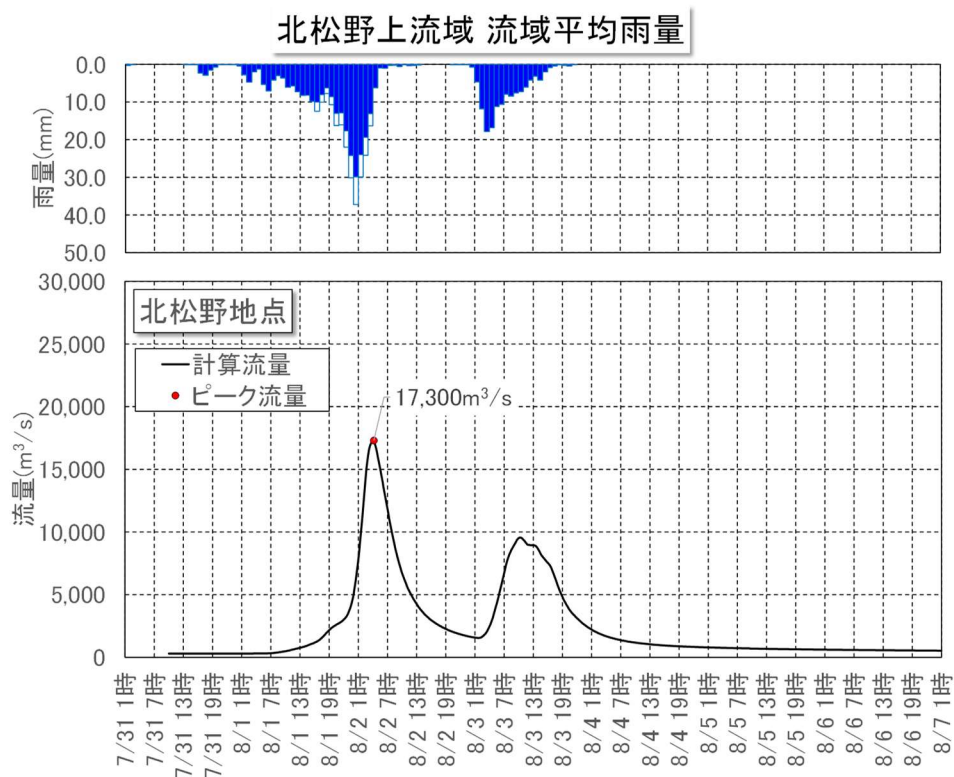


図 1.73 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 S57.8.2 洪水）

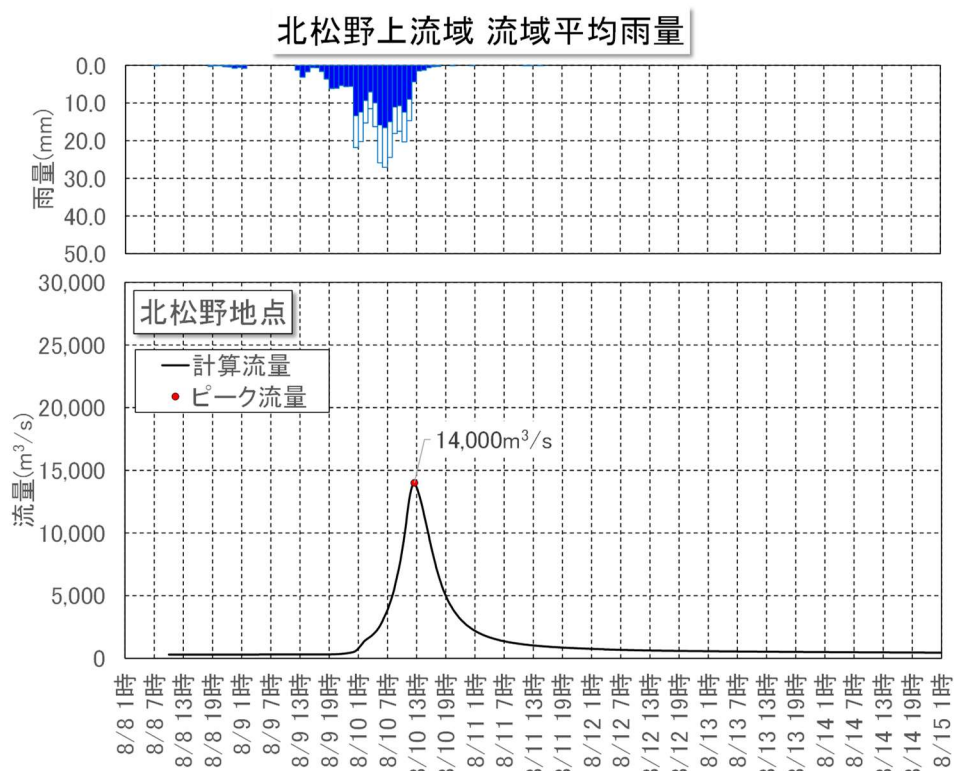


図 1.74 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 H2. 8. 9 洪水）

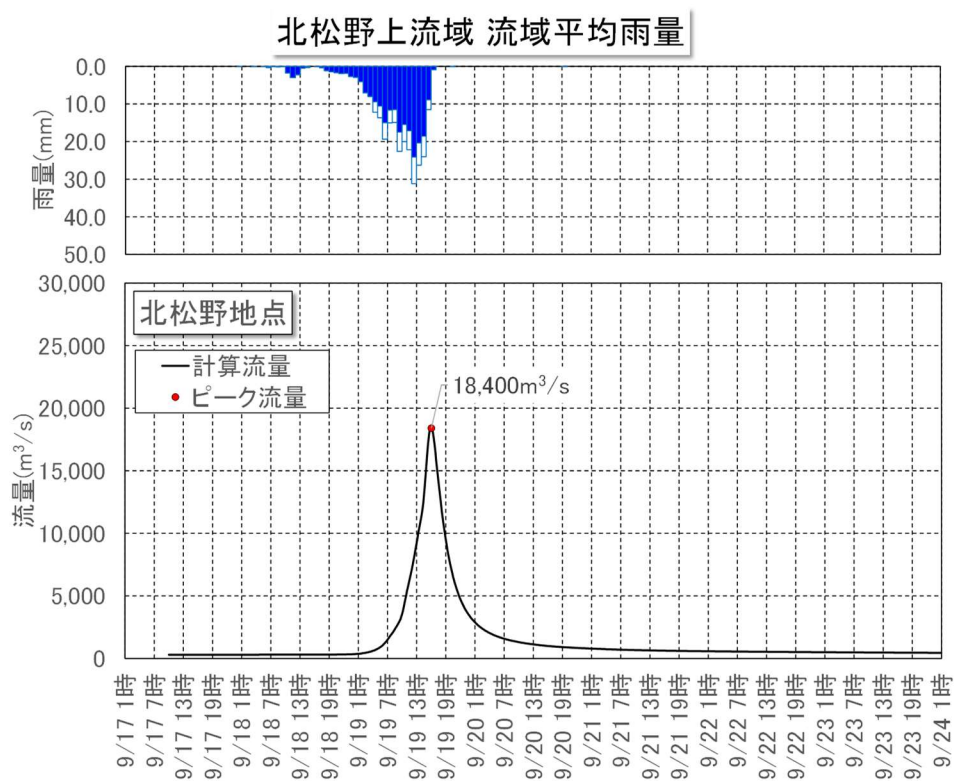


図 1.75 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 H3. 9. 17 洪水）

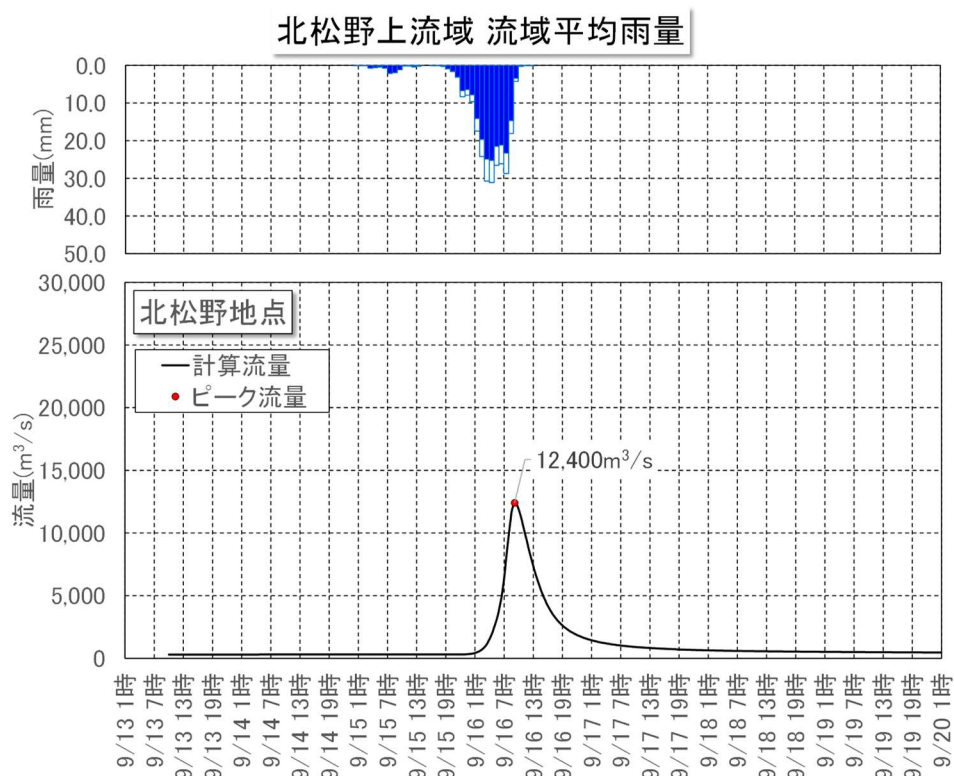


図 1.76 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 H10.9.13 洪水）

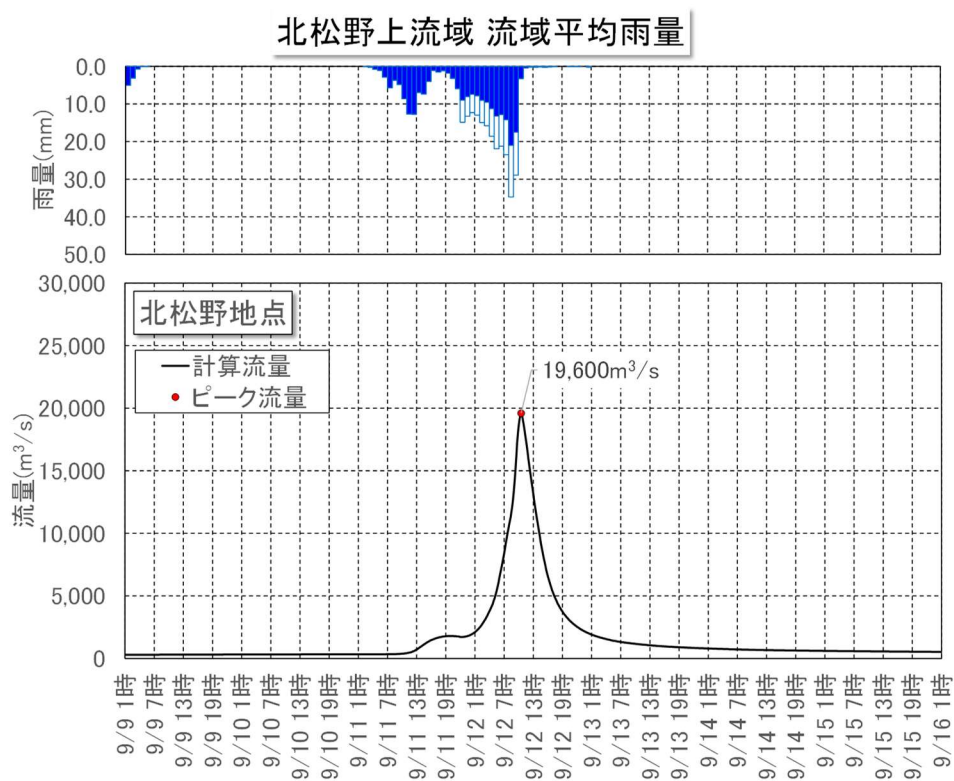


図 1.77 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 H12.9.9 洪水）

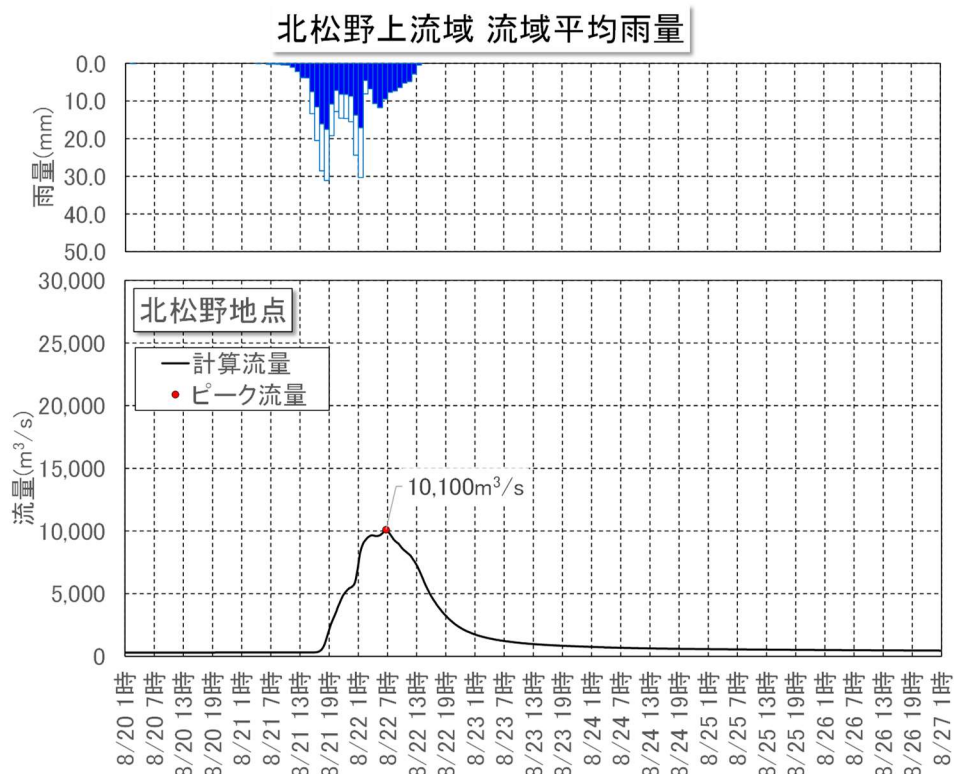


図 1.78 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 H13.8.21 洪水）

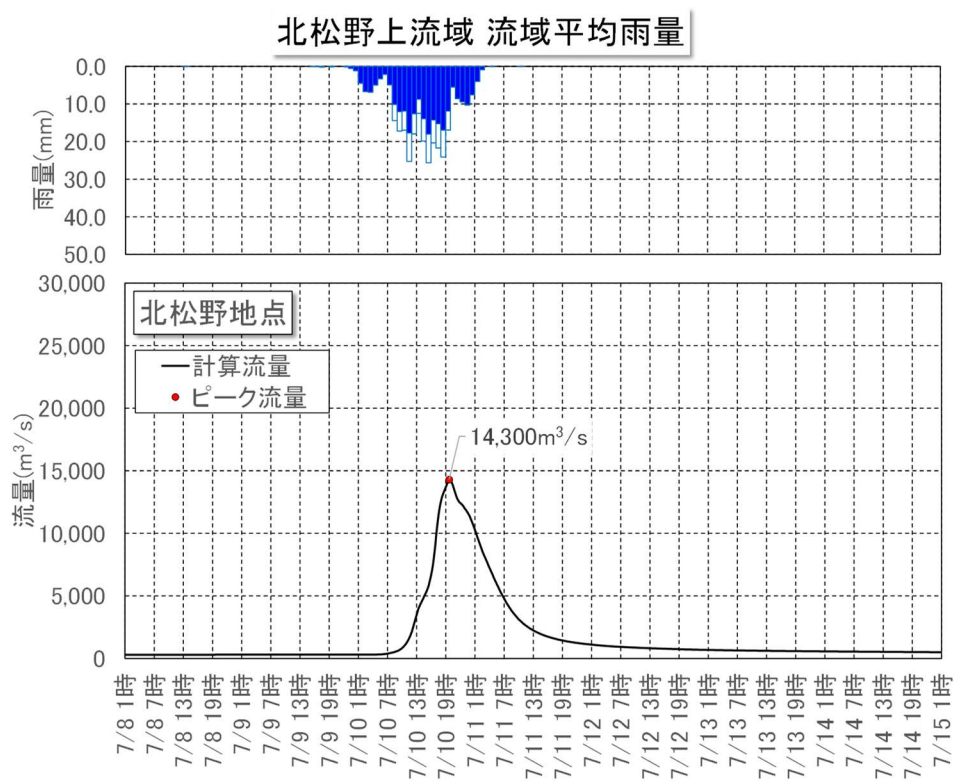


図 1.79 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 H14.7.9 洪水）

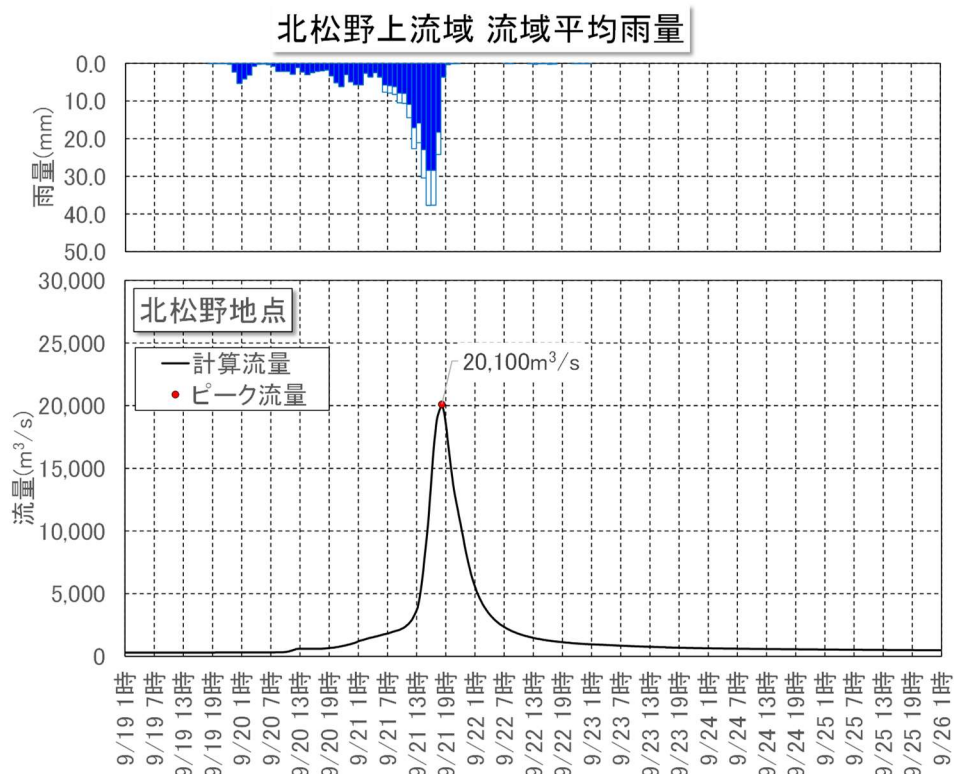


図 1.80 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 H23.9.19 洪水）

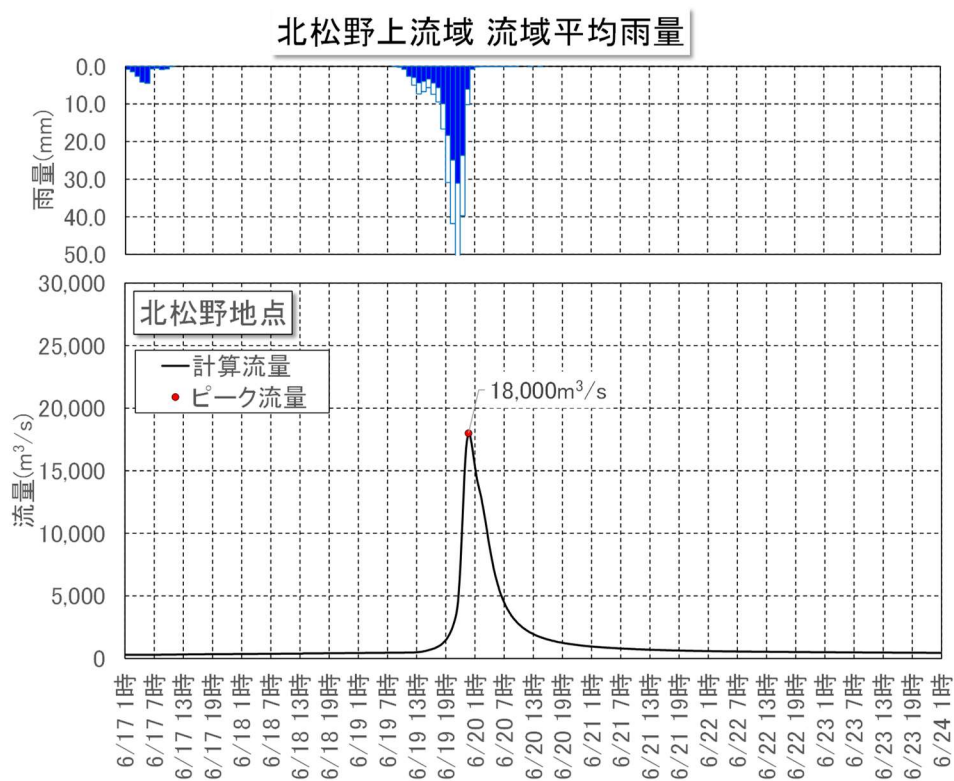


図 1.81 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 H24.6.18 洪水）

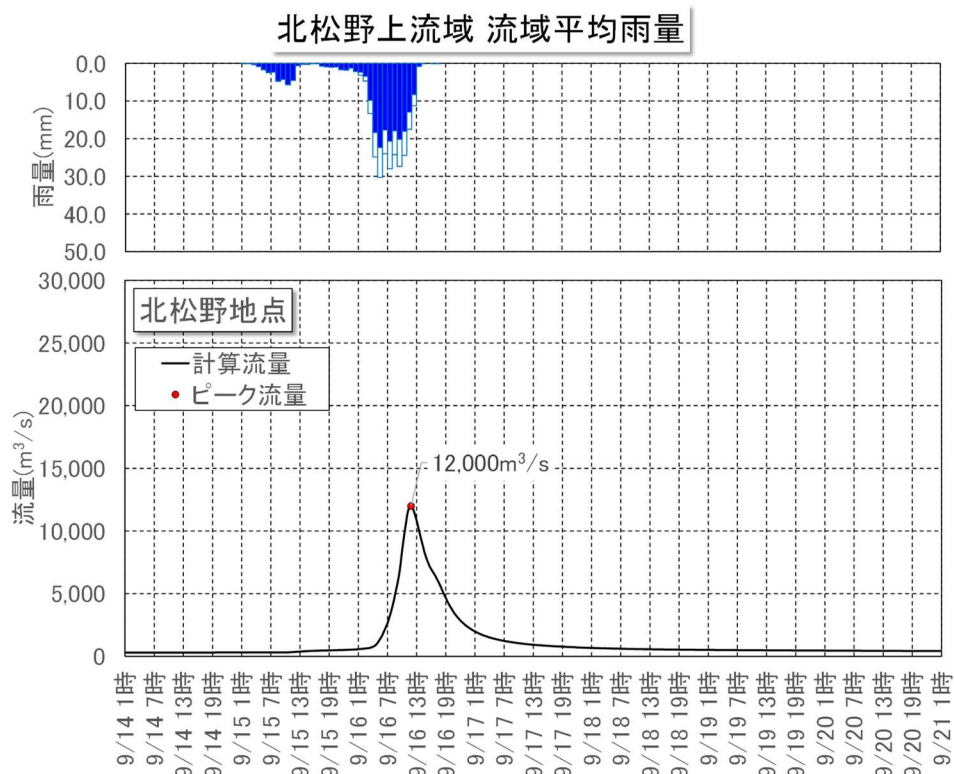


図 1.82 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 H25.9.15 洪水）

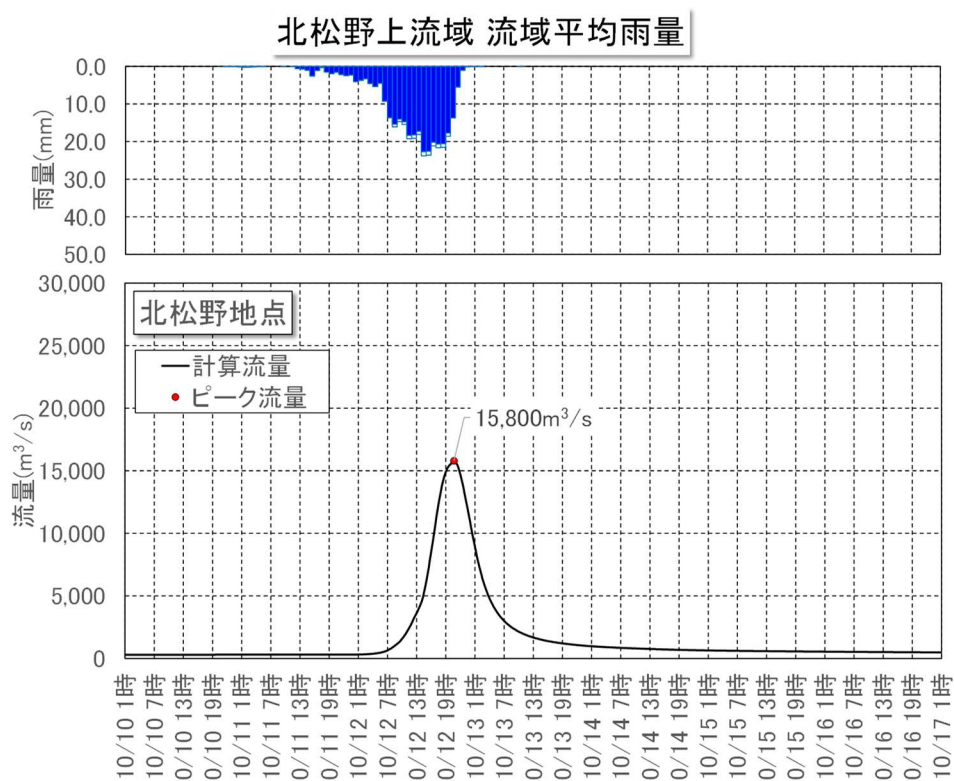


図 1.83 主要降雨波形のハイドログラフ（基準地点北松野 R1.10.10 洪水）

2) 主要降雨波形の地域分布及び時間分布の検討

(1) 主要降雨波形の地域分布及び時間分布の考え方

主要降雨波形において、「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」等を一律引き伸ばしすると、引き伸ばし後の短時間雨量が非現実的な確率値となる場合がある。そのため、実績降雨波形を対象降雨波形として採用するには、確率水文量への引き伸ばしによって異常な降雨になっていないか十分にチェックする必要がある。

従って、前項で選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、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。

(2) 棄却基準の設定

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

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

(3) 地域分布の評価

① 対象地域の選定

対象地域は、以下に示す主な理由により4流域と選定した。

A：釜無川流域

基準地点清水端上流域の主要河川である釜無川流域のハイエトの確認用として選定

B：笛吹川流域

基準地点清水端上流域の主要支川である笛吹川流域のハイエトの確認用として選定

C：早川流域

基準地点清水端および北松野の主要支川である早川流域のハイエトの確認用として選定

D：その他流域

釜無川流域、笛吹川流域、早川流域以外の流域を選定

② 棄却基準値の設定

各対象地域における棄却基準値を設定する。確率雨量の算定は、昭和30年（1955年）から平成22年（2010年）までの各対象地域における年最大12時間雨量について確率計算を行い、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おける1/500確率雨量を採用した。

③ 地域分布の雨量評価

前項にて設定した地域について、引き伸ばし後雨量の異常性評価を確認する。基準地点清水端における各地域の引き伸ばし後雨量及び1/500雨量は表1.16に示すとおりであり、3洪水が棄却され、基準地点北松野における各地域の引き伸ばし後雨量及び1/500雨量は表1.17に示すとおりであり、5洪水が棄却される結果となった。

表 1.16 地域分布による引き伸ばし後降雨の確率表（基準地点清水端）

No	洪水	12時間 雨量 (mm)	計画 降雨量 (mm)	引き 伸ばし 率	引き伸ばし前				引き伸ばし後				棄却			
					釜無川 流域 (mm)	笛吹川 流域 (mm)	早川 流域 (mm)	その他 流域 (mm)	釜無川 流域 (mm)	笛吹川 流域 (mm)	早川 流域 (mm)	その他 流域 (mm)	釜無川 流域	笛吹川 流域	早川 流域	その他 流域
1	S33.09.17	137	164	1.19	121	164	217	163	144	183	259	194				
2	S34.08.11	135	164	1.21	129	144	219	153	156	174	265	185				
3	S34.09.24	107	164	1.53	103	111	250	152	157	169	381	232				
4	S36.06.26	128	164	1.27	112	156	162	134	142	199	207	171		×		○
5	S41.06.27	109	164	1.49	106	113	140	167	158	169	209	250				
6	S57.08.02	151	164	1.08	153	150	334	194	166	162	362	210				
7	S57.09.11	106	164	1.54	99	111	179	161	153	171	277	248				
8	S58.08.14	112	164	1.46	111	125	204	160	162	183	299	234				
9	H02.08.09	114	164	1.44	107	119	194	181	154	171	279	260				
10	H03.09.17	125	164	1.31	109	142	208	309	142	186	272	404			×	○
11	H10.09.13	155	164	1.05	149	159	222	244	157	168	234	257				
12	H12.09.09	123	164	1.33	119	122	157	166	159	163	210	222				
13	H14.07.09	132	164	1.24	135	126	225	205	167	156	278	253				
14	H23.09.19	126	164	1.29	139	111	275	234	180	144	356	303				
15	H25.09.15	138	164	1.19	161	115	276	189	191	136	327	224	×			○
16	R01.10.10	181	164	0.90	179	181	341	239	162	164	309	216				

※釜無川流域における年超過確率 1/500 の 12 時間雨量は 180.3mm である。

※笛吹川流域における年超過確率 1/500 の 12 時間雨量は 193.2mm である。

※早川流域における年超過確率 1/500 の 12 時間雨量は 438.6mm である。

※その他流域における年超過確率 1/500 の 12 時間雨量は 303.7mm である。

※■: 引き伸ばし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した洪水。

※1/500 雨量は、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おける値による。

表 1.17 地域分布による引き伸ばし後降雨の確率表（基準地点北松野）

No	洪水	12時間 雨量 (mm)	計画 降雨量 (mm)	引き 伸ばし 率	引き伸ばし前				引き伸ばし後				棄却			
					釜無川 流域 (mm)	笛吹川 流域 (mm)	早川 流域 (mm)	その他 流域 (mm)	釜無川 流域 (mm)	笛吹川 流域 (mm)	早川 流域 (mm)	その他 流域 (mm)	釜無川 流域	笛吹川 流域	早川 流域	その他 流域
1	S33.09.17	157	212	1.36	121	154	217	163	164	209	295	222				
2	S34.08.11	155	212	1.36	129	144	219	153	176	196	299	209				
3	S34.09.24	142	212	1.50	103	111	250	152	154	166	375	228				
4	S36.06.26	131	212	1.62	112	156	162	134	181	253	263	217		×		○
5	S40.09.16	133	212	1.60	121	72	263	138	194	115	420	220	×		×	○
6	S54.10.17	134	212	1.58	90	88	183	225	142	140	289	355				○
7	S56.08.21	133	212	1.60	89	117	214	148	142	187	342	236				
8	S57.08.02	187	212	1.13	153	150	334	194	174	170	379	220				
9	H02.08.09	143	212	1.49	107	119	194	181	159	177	289	269				
10	H03.09.17	180	212	1.18	109	142	208	309	128	167	245	364			×	○
11	H10.09.13	189	212	1.12	149	159	222	244	167	179	249	274				
12	H12.09.09	141	212	1.51	119	122	157	166	179	184	237	251				
13	H13.08.21	131	212	1.62	118	88	176	175	191	143	284	283				
14	H14.07.09	164	212	1.30	135	126	225	205	175	164	291	266				
15	H23.09.19	176	212	1.21	139	111	275	234	168	134	332	282				
16	H24.06.18	139	212	1.53	118	87	210	181	181	133	321	276				
17	H25.09.15	172	212	1.23	161	115	276	189	199	142	340	233	×			○
18	R01.10.10	223	212	0.95	179	181	341	239	171	173	325	228				

※釜無川流域における年超過確率 1/500 の 12 時間雨量は 192.7mm である。

※笛吹川流域における年超過確率 1/500 の 12 時間雨量は 211.9mm である。

※早川流域における年超過確率 1/500 の 12 時間雨量は 385.6mm である。

※その他流域における年超過確率 1/500 の 12 時間雨量は 334.2mm である。

※■: 引き伸ばし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した洪水。

※1/500 雨量は、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おける値による。

(4) 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ついて過度に引き伸ばしがされていないか確認を行った。

① 対象時間の選定

対象時間は対象降雨継続時間 12 時間の 1/2 である 6 時間および角屋の式から 9 時間を短時間雨量として設定し、表 1.18、表 1.19 に示す。

表 1.18 対象時間の設定（基準地点清水端）

基準地点名	時間分布棄却基準(短時間雨量として設定)
清水端	6 h、9 h

表 1.19 対象時間の設定（基準地点北松野）

基準地点名	時間分布棄却基準(短時間雨量として設定)
北松野	6 h、9 h

② 棄却基準値の設定

各対象地域における棄却基準値を設定する。確率雨量の算定は、昭和 30 年（1955 年）から平成 22 年（2010 年）までの各対象地域における年最大 12 時間雨量について確率計算を行い、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おける 1/500 確率雨量を採用した。

③ 時間分布の雨量評価

前項にて設定した棄却基準値をもとに、著しい引き伸ばしとなっていないかを確認する。

基準地点清水端における各時間の引き伸ばし後雨量及び 1/500 雨量は表 1.20 に示すとおりであり、2 洪水棄却される結果となり、基準地点北松野における各時間の引き伸ばし後雨量及び 1/500 雨量は表 1.21 に示すとおりであり、1 洪水棄却される結果となった。

表 1.20 短時間降雨確率評価表（基準地点清水端）

No	洪水	12時間 雨量 (mm)	計画 降雨量 (mm)	引き 伸ばし 率	引き伸ばし前		引き伸ばし後		棄却		
					6時間 雨量 (mm)	9時間 雨量 (mm)	6時間 雨量 (mm)	9時間 雨量 (mm)	6時間 雨量	9時間 雨量	棄却理由 時間分布
1	S33.09.17	137	164	1.19	81	111	96	132			
2	S34.08.11	135	164	1.21	92	117	111	142			
3	S34.09.24	107	164	1.53	79	97	120	148	×		○
4	S36.06.26	128	164	1.27	72	101	91	128			
5	S41.06.27	109	164	1.49	67	89	100	132			
6	S57.08.02	151	164	1.08	99	129	107	140			
7	S57.09.11	106	164	1.54	71	93	109	144			
8	S58.08.14	112	164	1.46	75	95	109	139			
9	H02.08.09	114	164	1.44	65	93	94	134			
10	H03.09.17	125	164	1.31	78	105	102	137			
11	H10.09.13	155	164	1.05	109	141	115	148			
12	H12.09.09	123	164	1.33	74	101	98	135			
13	H14.07.09	132	164	1.24	74	105	91	130			
14	H23.09.19	126	164	1.29	96	114	124	147	×		○
15	H25.09.15	138	164	1.19	92	130	110	154			
16	R01.10.10	181	164	0.90	100	143	90	129			

※引き伸ばし率は、基準地点清水端 1/100 確率規模降雨量 164 mm/12 h に対する実績 12 時間雨量との引き伸ばし率である。

※清水端における年超過確率 1/500 の 6 時間雨量は 120mm、9 時間雨量は 162mm である。

※■：引き伸ばし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した洪水。

※1/500 雨量は、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おける値による。

表 1.21 短時間降雨確率評価表（基準地点北松野）

No	洪水	12時間 雨量 (mm)	計画 降雨量 (mm)	引き 伸ばし 率	引き伸ばし前		引き伸ばし後		棄却		
					6時間 雨量 (mm)	9時間 雨量 (mm)	6時間 雨量 (mm)	9時間 雨量 (mm)	6時間 雨量	9時間 雨量	棄却理由 時間分布
1	S33.09.17	157	212	1.36	94	125	127	170			
2	S34.08.11	155	212	1.36	102	135	139	184			
3	S34.09.24	142	212	1.50	106	130	159	195			
4	S36.06.26	131	212	1.62	67	96	108	155			
5	S40.09.16	133	212	1.60	98	121	156	193			
6	S54.10.17	134	212	1.58	98	117	154	185			
7	S56.08.21	133	212	1.60	87	111	139	178			
8	S57.08.02	187	212	1.13	128	163	145	185			
9	H02.08.09	143	212	1.49	82	110	121	164			
10	H03.09.17	180	212	1.18	113	151	133	178			
11	H10.09.13	189	212	1.12	136	172	152	194			
12	H12.09.09	141	212	1.51	90	116	136	175			
13	H13.08.21	131	212	1.62	71	107	115	174			
14	H14.07.09	164	212	1.30	90	129	117	168			
15	H23.09.19	176	212	1.21	131	158	158	191			
16	H24.06.18	139	212	1.53	114	127	174	195	×		○
17	H25.09.15	172	212	1.23	117	158	144	195			
18	R01.10.10	223	212	0.95	124	178	119	170			

※引き伸ばし率は、基準地点北松野 1/150 確率規模降雨量 212 mm/12 h に対する実績 12 時間雨量との引き伸ばし率である。

※北松野における年超過確率 1/500 の 6 時間雨量は 159mm、9 時間雨量は 207mm である。

※■：引き伸ばし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した洪水。

※1/500 雨量は、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おける値による。

3) 主要降雨波形の設定

基準地点清水端における主要降雨波形について前項で棄却された洪水を含め表 1.22 に示す。基準地点北松野における主要降雨波形について前項で棄却された洪水を含め表 1.23 に示す。

表 1.22 主要降雨波形一覧（基準地点清水端）

No	洪水	12時間 雨量 (mm)	引き伸ばし率 (1.1倍考慮)	ピーク 流量 (m ³ /s)	棄却理由 時間分布	棄却理由 地域分布
1	S33.09.17	137	1.31	4,600		
2	S34.08.11	135	1.33	10,000		
3	S34.09.24	107	1.68	6,900	○	
4	S36.06.26	128	1.41	5,600		○
5	S41.06.27	109	1.65	4,500		
6	S57.08.02	151	1.19	6,600		
7	S57.09.11	106	1.70	10,200		
8	S58.08.14	112	1.61	7,200		
9	H02.08.09	114	1.58	5,500		
10	H03.09.17	125	1.44	6,800		○
11	H10.09.13	155	1.16	4,100		
12	H12.09.09	123	1.46	6,500		
13	H14.07.09	132	1.36	5,000		
14	H23.09.19	126	1.43	7,700	○	
15	H25.09.15	138	1.30	3,600		○
16	R01.10.10	181	0.99	7,000		

※ ■ : 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

※ 引き伸ばし率: 「12 時間雨量(mm)」と「1/100 確率雨量 × 1.1」との比率

表 1.23 主要降雨波形一覧（基準地点北松野）

No	洪水	12時間 雨量 (mm)	引き伸ばし率 (1.1倍考慮)	ピーク 流量 (m ³ /s)	棄却理由 時間分布	棄却理由 地域分布
1	S33.09.17	157	1.48	11,700		
2	S34.08.11	155	1.50	21,300		
3	S34.09.24	142	1.64	16,800		
4	S36.06.26	131	1.78	14,700		○
5	S40.09.16	133	1.75	18,300		○
6	S54.10.17	134	1.74	20,000		○
7	S56.08.21	133	1.75	11,200		
8	S57.08.02	187	1.25	17,300		
9	H02.08.09	143	1.63	14,000		
10	H03.09.17	180	1.29	18,400		○
11	H10.09.13	189	1.23	12,400		
12	H12.09.09	141	1.65	19,600		
13	H13.08.21	131	1.78	10,100		
14	H14.07.09	164	1.42	14,300		
15	H23.09.19	176	1.32	20,500		
16	H24.06.18	139	1.68	18,000	○	
17	H25.09.15	172	1.35	12,000		○
18	R01.10.10	223	1.04	15,800		

※■: 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

※引き伸ばし率: 「12 時間雨量(mm)」と「1/150 確率雨量×1.1」との比率

1-10 アンサンブル予測降雨波形による検討

1) アンサンブル予測降雨波形による流出計算

気候変動アンサンブルデータは、文部科学省・気候変動リスク情報創世プログラム及び海洋研究開発機構・地球シミュレータ特別推進課題において作成された地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース（d4PDF）（20 km メッシュ）であり、過去実験として 3,000 年分、将来実験として 5,400 年分（4℃上昇）、3,200 年分（2℃上昇：d2PDF）という国内でも類を見ない大量のデータで構成されており、物理的に発生し得る様々な気象パターンを想定することが可能である。

さらに、短時間・局所的な極端降雨、地形性降雨を十分に表現できるように、海洋研究開発機構のスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」を用い、解像度（5 km メッシュ）に NHRCM（気象庁の地域気候モデル）を用いて力学的ダウンスケーリング（DS）を行っている。

この解像度 5 km メッシュにダウンスケーリングされたアンサンブルデータにおけるアンサンブル予測降雨波形（d2PDF）から、計画対象降雨の降雨量 180mm/12 h（基準地点清水端）、233mm/12 h（基準地点北松野）に近い 20 洪水をそれぞれ抽出した（図 1.84、図 1.85）。抽出した洪水は、中央集中や複数の降雨ピークがある波形等、様々なタイプの降雨波形を含んでいることを確認した。

また、抽出した洪水の降雨波形を、気候変動を考慮した 1/100 確率規模の 12 時間雨量 180 mm（基準地点清水端）、1/150 確率規模の 12 時間雨量 233 mm（基準地点北松野）まで引伸ばし・引縮め、流出計算モデルにより流出量を算出した結果、表 1.24 および表 1.25 に示すとおり基準地点清水端で約 5,100 m³/s～10,800 m³/s、基準地点北松野で約 12,700 m³/s～22,000 m³/s の範囲となり、雨量データによる確率からの検討により算出された流量がこの範囲に収まっていることを確認した。

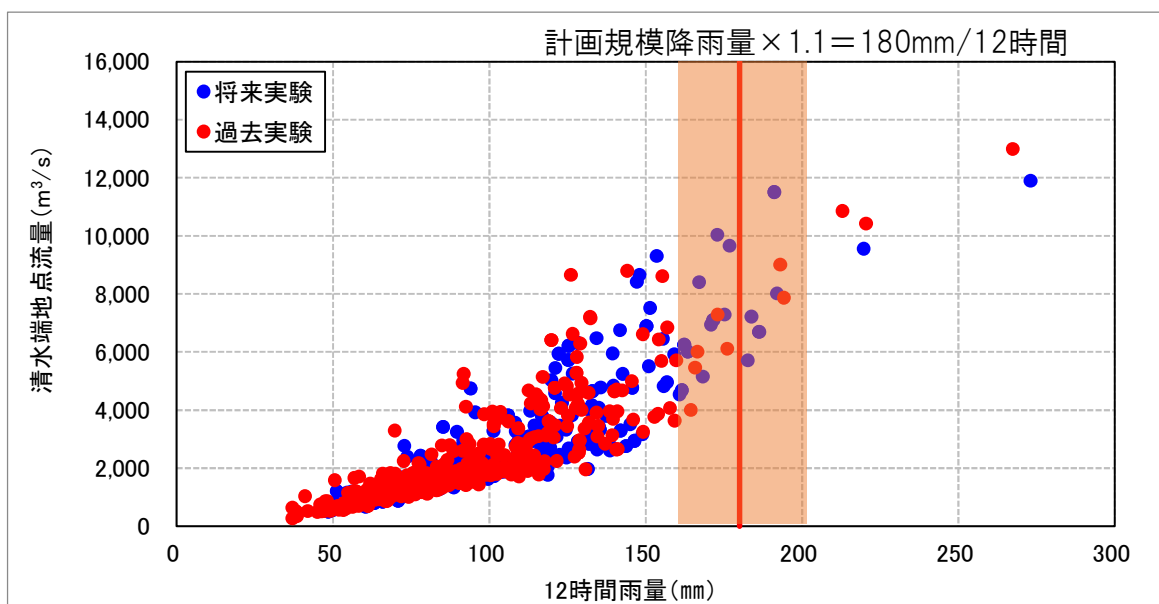


図 1.84 アンサンブル予測降雨波形からの抽出（基準地点清水端）

表 1.24 アンサンブル予測降雨波形のピーク流量一覧（基準地点清水端）

順位	将来or過去	洪水名		引伸ばし前 清水端上流 12時間雨量 (mm)	気候変動後 1/100雨量 (mm)	拡大率	ピーク流量 (m^3/s)
1	過去	HPB_m007	H06.07.15	194.2	180	0.927	7,000
2	過去	HPB_m010	H09.08.03	193.0		0.933	8,600
3	将来	HFB_2K_MP_m105	R64.07.24	192.0		0.938	8,000
4	将来	HFB_2K_HA_m101	R52.09.05	191.1		0.942	10,600
5	将来	HFB_2K_HA_m101	R66.09.20	186.2		0.967	6,500
6	将来	HFB_2K_CC_m101	R62.09.05	183.8		0.979	6,900
7	将来	HFB_2K_MR_m101	R51.08.21	182.6		0.986	5,600
8	将来	HFB_2K_MP_m105	R55.09.01	176.8		1.018	9,700
9	過去	HPB_m007	H19.07.16	176.1		1.022	6,400
10	将来	HFB_2K_MP_m105	R71.08.14	175.2		1.027	7,600
11	過去	HPB_m003	H21.08.18	173.0		1.041	7,700
12	将来	HFB_2K_MR_m105	R50.07.16	172.9		1.041	10,800
13	将来	HFB_2K_MI_m105	R68.09.15	171.6		1.049	7,900
14	将来	HFB_2K_CC_m101	R69.09.08	170.9		1.053	7,700
15	将来	HFB_2K_MI_m101	R47.07.12	168.2		1.070	5,700
16	将来	HFB_2K_GF_m105	R72.07.15	167.1		1.077	9,400
17	過去	HPB_m002	H10.07.14	166.5		1.081	6,700
18	過去	HPB_m001	H06.08.11	165.8		1.086	6,400
19	過去	HPB_m001	S61.08.01	164.5		1.094	5,100
20	将来	HFB_2K_CC_m105	R69.06.14	163.4		1.102	7,200

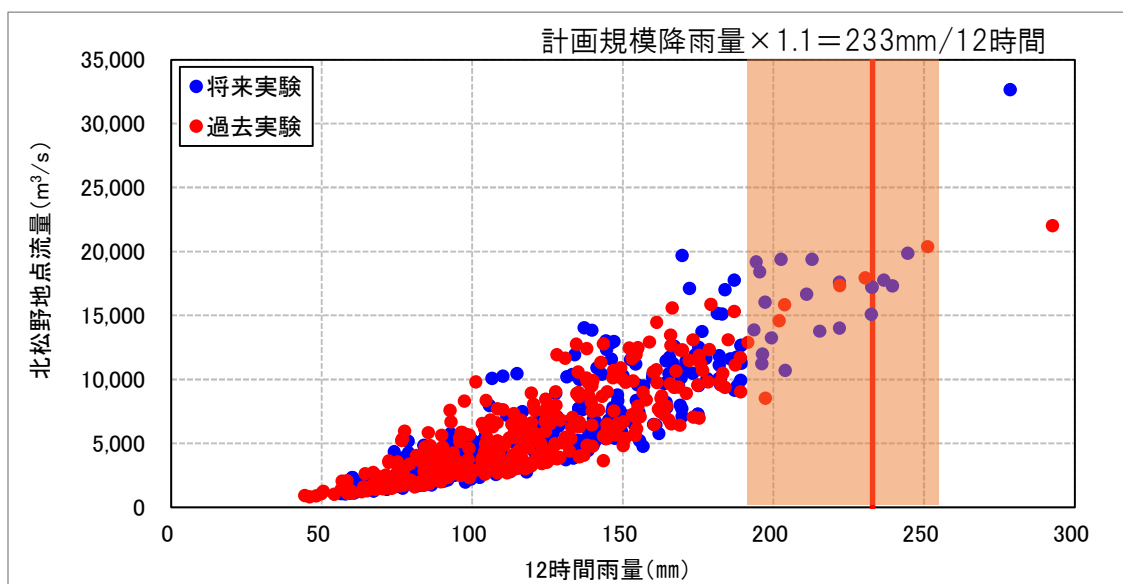


図 1.85 アンサンブル予測降雨波形からの抽出（基準地点北松野）

表 1.25 アンサンブル予測降雨波形のピーク流量一覧（基準地点北松野）

順位	将来or過去	洪水名		引伸ばし前 北松野上流 12時間雨量 (mm)	気候変動後 1/150雨量 (mm)	拡大率	ピーク流量 (m^3/s)
1	過去	HPB_m003	H02.08.13	251.2	233	0.928	18,900
2	将来	HFB_2K_MP_m101	R71.08.14	244.5		0.953	18,800
3	将来	HFB_2K_MP_m101	R55.07.18	239.5		0.973	16,600
4	将来	HFB_2K_MP_m105	R51.08.21	236.6		0.985	17,400
5	将来	HFB_2K_GF_m105	R72.07.15	232.7		1.001	17,300
6	将来	HFB_2K_MP_m101	R72.07.19	232.5		1.002	15,200
7	過去	HPB_m007	H06.07.15	230.5		1.011	18,200
8	過去	HPB_m004	H18.09.13	222.0		1.050	18,500
9	将来	HFB_2K_GF_m105	R53.08.03	221.9		1.050	18,700
10	将来	HFB_2K_CC_m101	R62.09.05	221.9		1.050	15,400
11	将来	HFB_2K_MP_m105	R53.07.15	215.3		1.082	15,700
12	将来	HFB_2K_MP_m101	R49.09.10	212.7		1.095	22,000
13	将来	HFB_2K_CC_m101	R54.08.30	211.0		1.104	18,700
14	将来	HFB_2K_MR_m105	R63.08.25	203.9		1.143	13,200
15	過去	HPB_m002	H16.10.01	203.7		1.144	19,100
16	将来	HFB_2K_GF_m101	R47.09.04	202.5		1.150	19,800
17	過去	HPB_m003	H15.10.02	201.8		1.154	17,500
18	将来	HFB_2K_CC_m101	R53.08.20	199.4		1.169	16,300
19	過去	HPB_m007	H14.08.18	197.4		1.181	12,700
20	将来	HFB_2K_MR_m105	R49.09.19	197.2		1.181	21,200

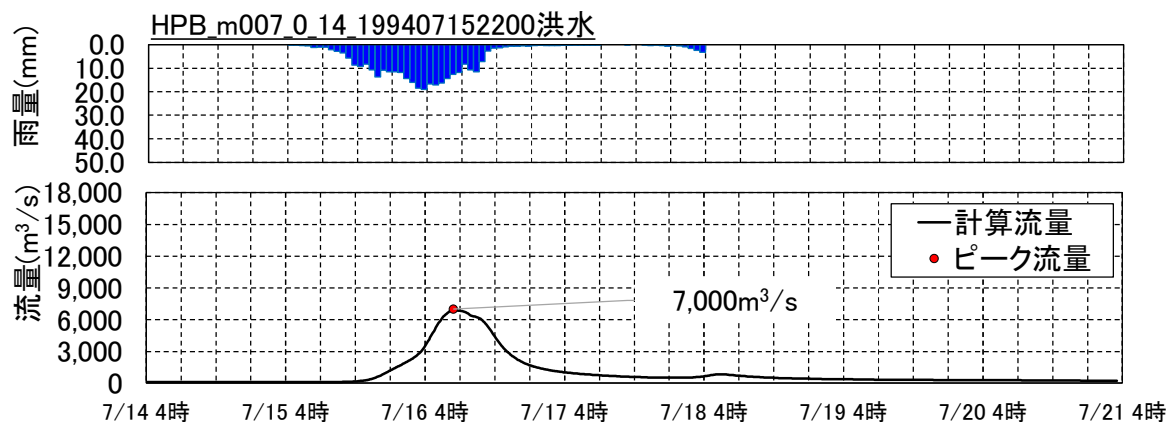


図 1.86 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点清水端 HPB_m007_H06.07.15)

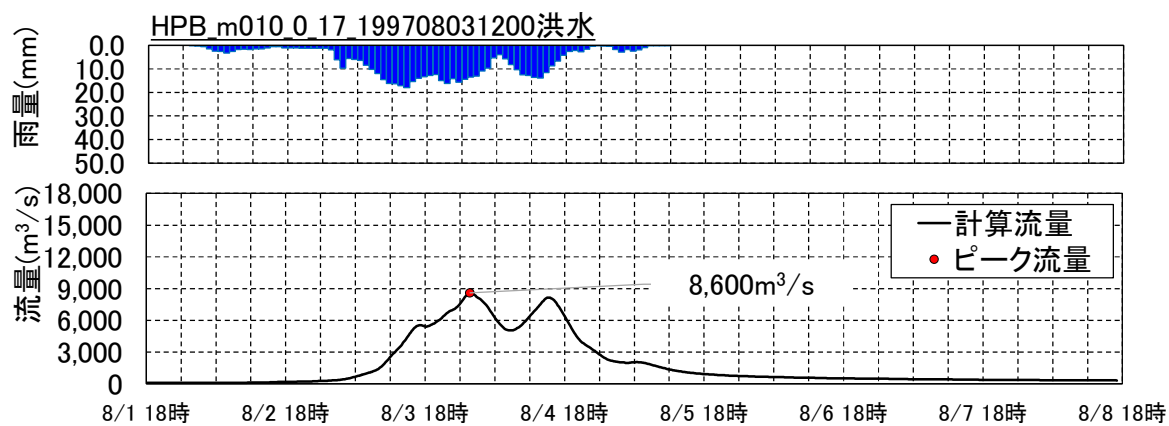


図 1.87 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点清水端 HPB_m010_H09.08.03)

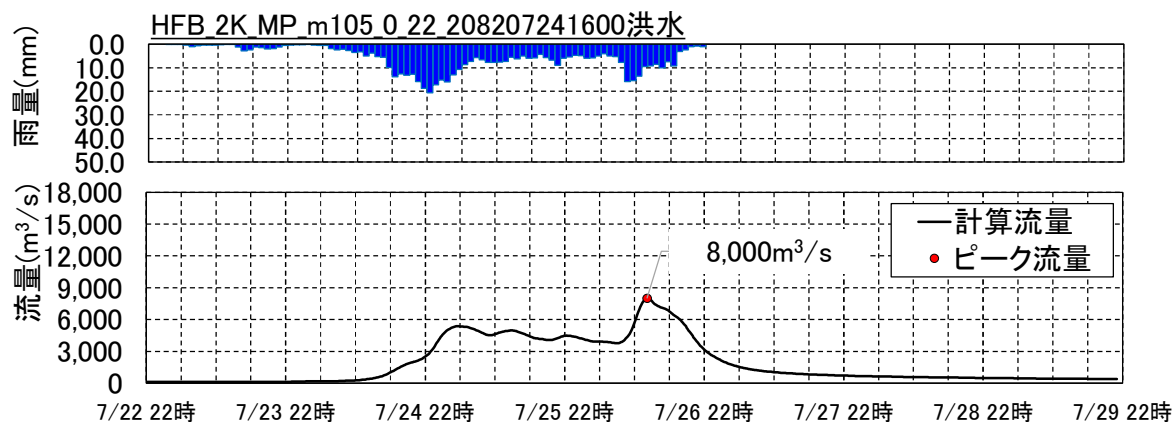


図 1.88 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点清水端 HFB_2K_MP_m105_R64.07.24)

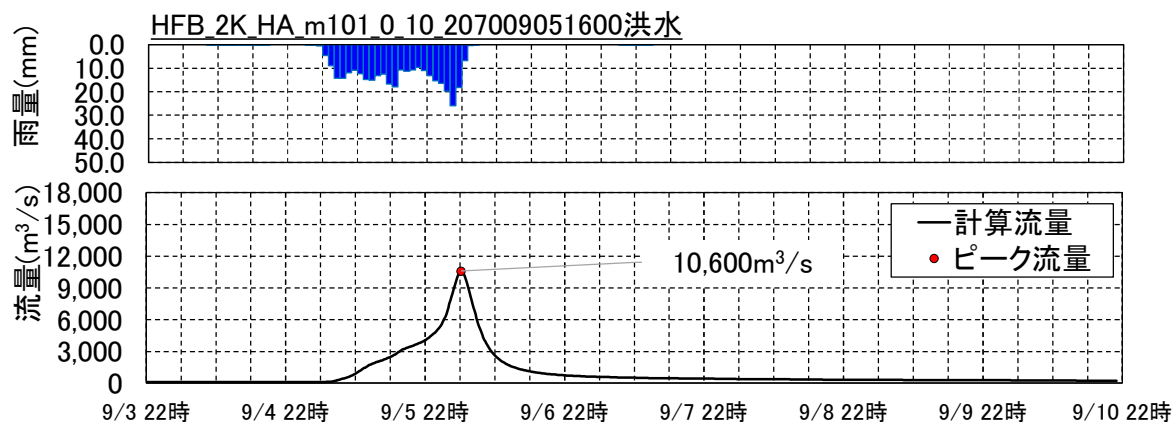


図 1.89 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ

(基準地点清水端 HFB_2K_HA_m101_R52. 09. 05)

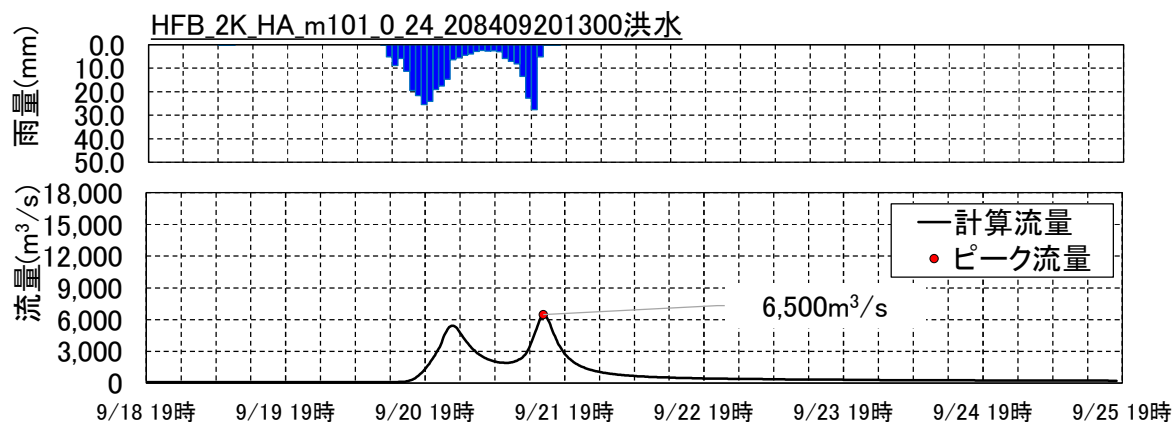


図 1.90 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ

(基準地点清水端 HFB_2K_HA_m101_R66. 09. 20)

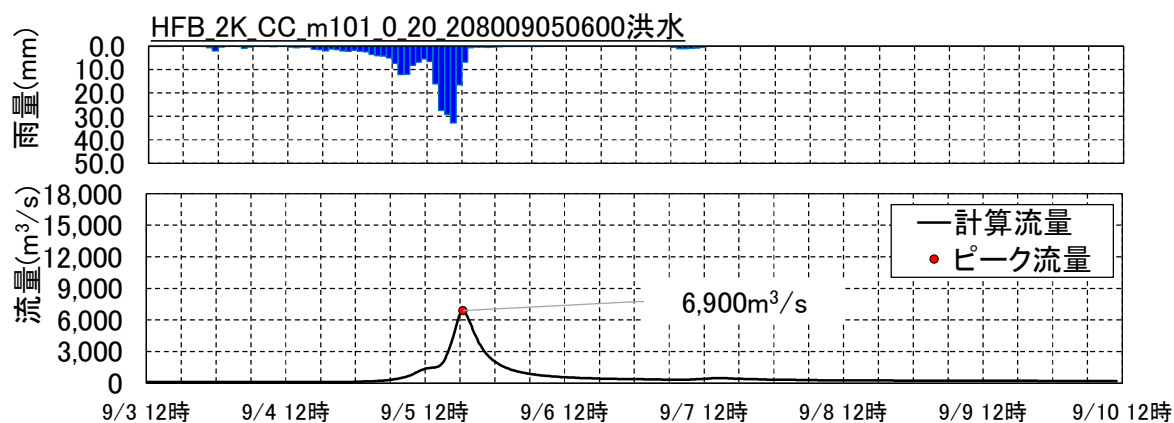


図 1.91 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ

(基準地点清水端 HFB_2K_CC_m101_R62. 09. 05)

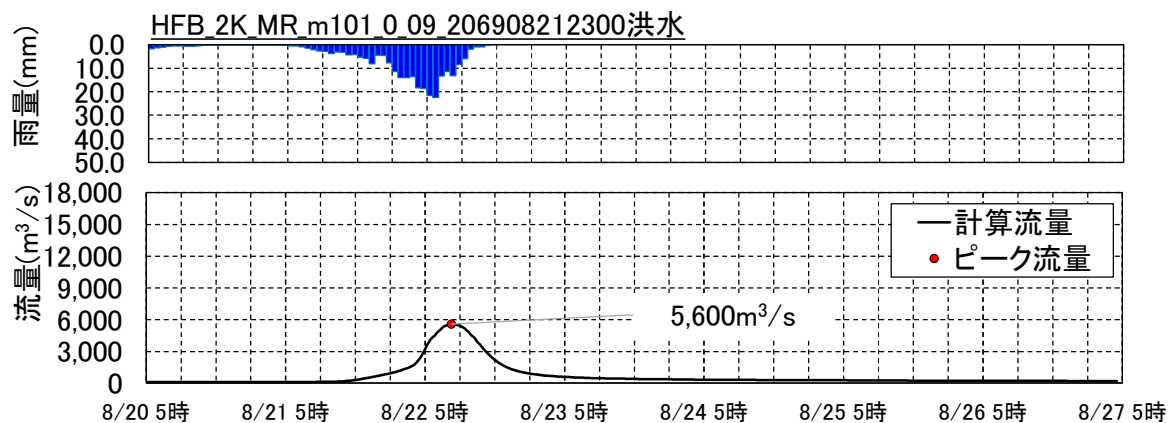


図 1.92 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ

(基準地点清水端 HFB_2K_MR_m101_R51.08.21)

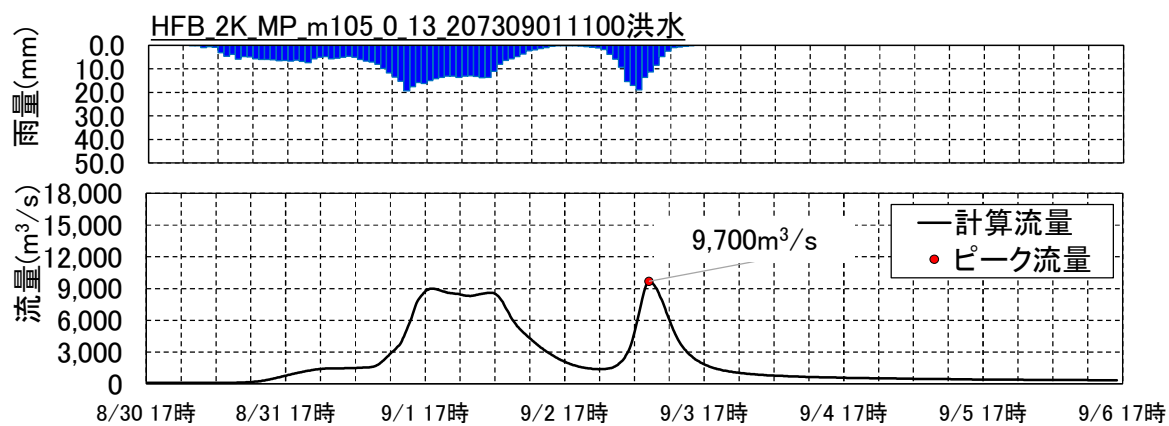


図 1.93 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ

(基準地点清水端 HFB_2K_MP_m105_R55.09.01)

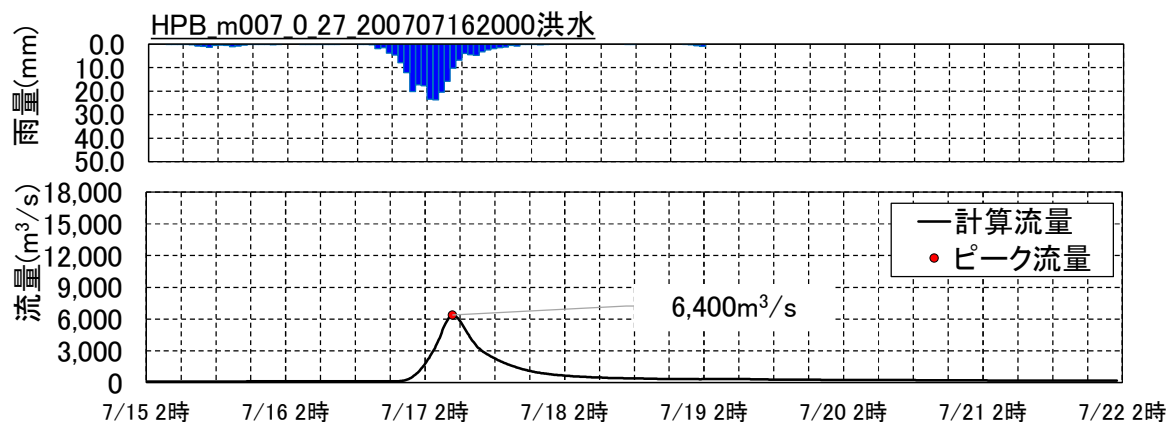


図 1.94 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ

(基準地点清水端 HPB_m007_H19.07.16)

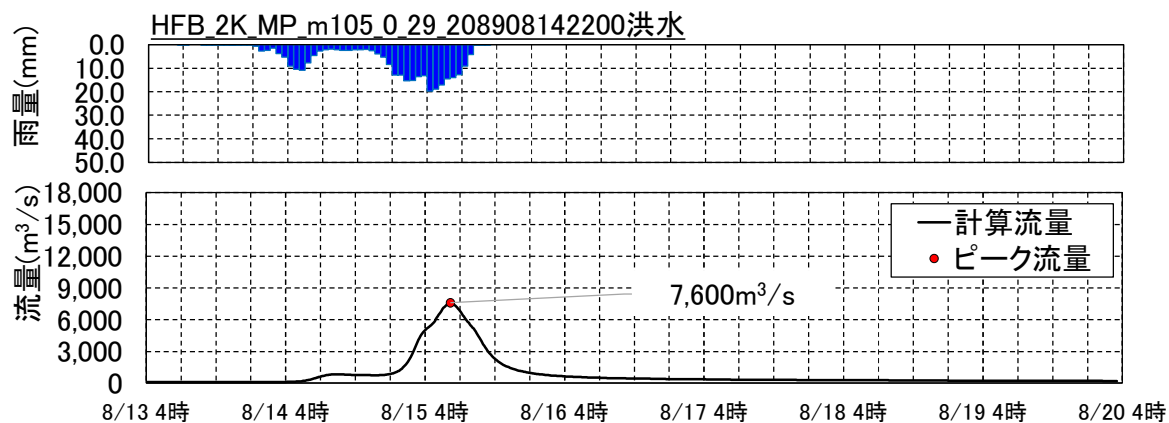


図 1.95 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ

(基準地点清水端 HFB_2K_MP_m105_R71.08.14)

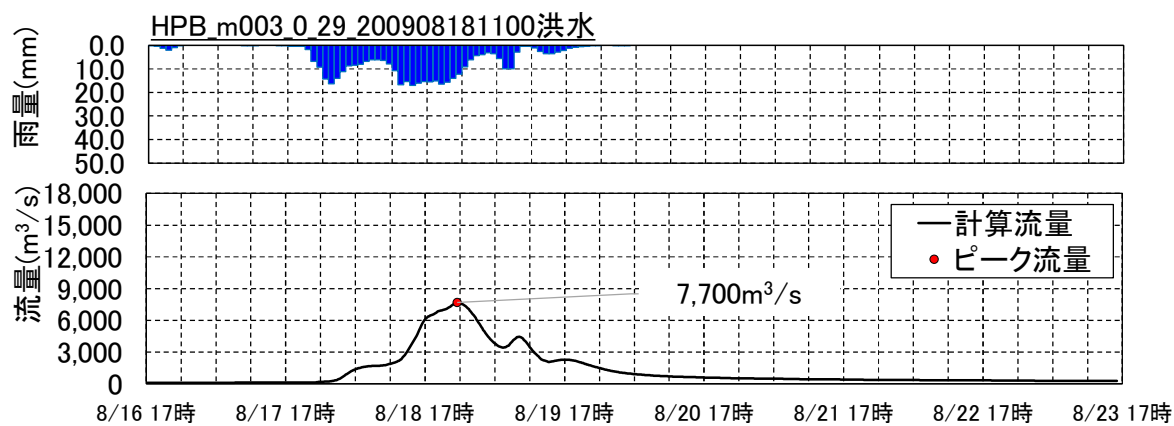


図 1.96 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ

(基準地点清水端 HPB_m003_H21.08.18)

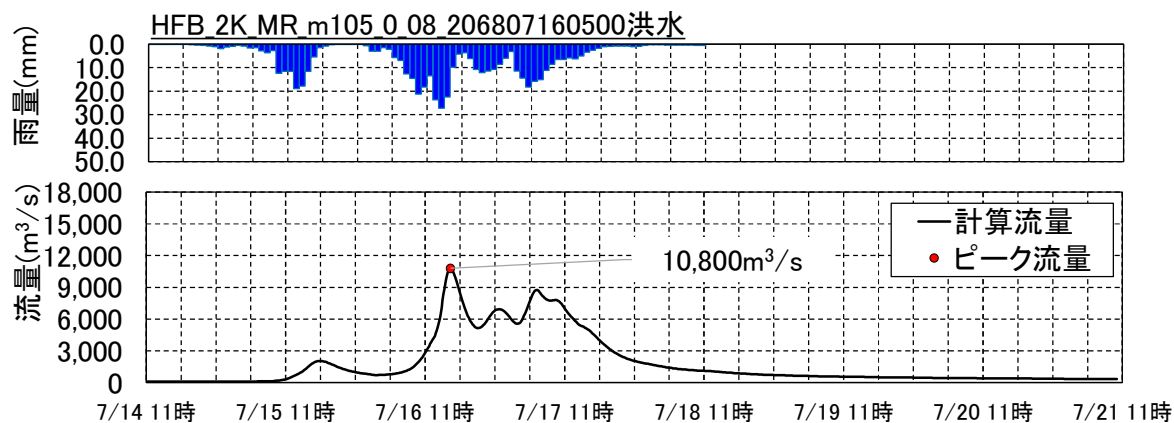


図 1.97 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ

(基準地点清水端 HFB_2K_MR_m105_R50.07.16)

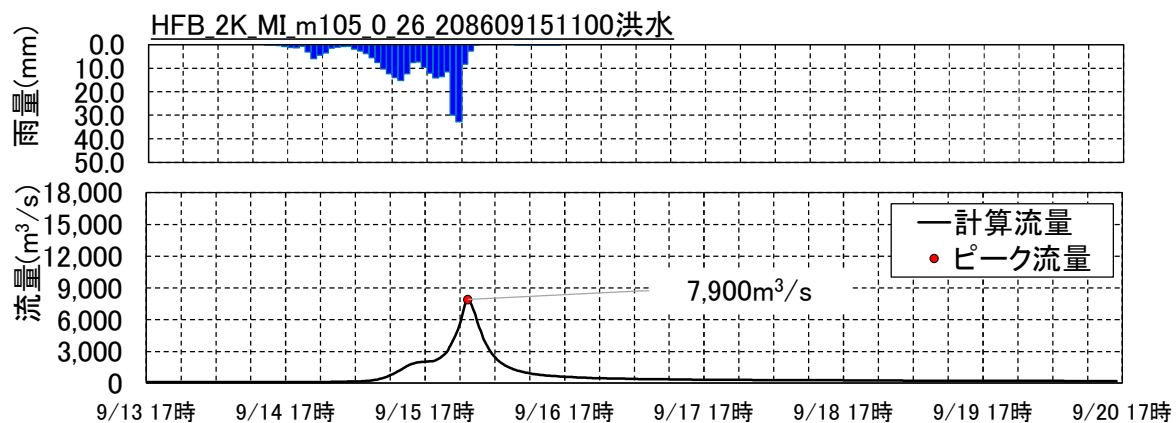


図 1.98 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ

(基準地点清水端 HFB_2K_MI_m105_R68.09.15)

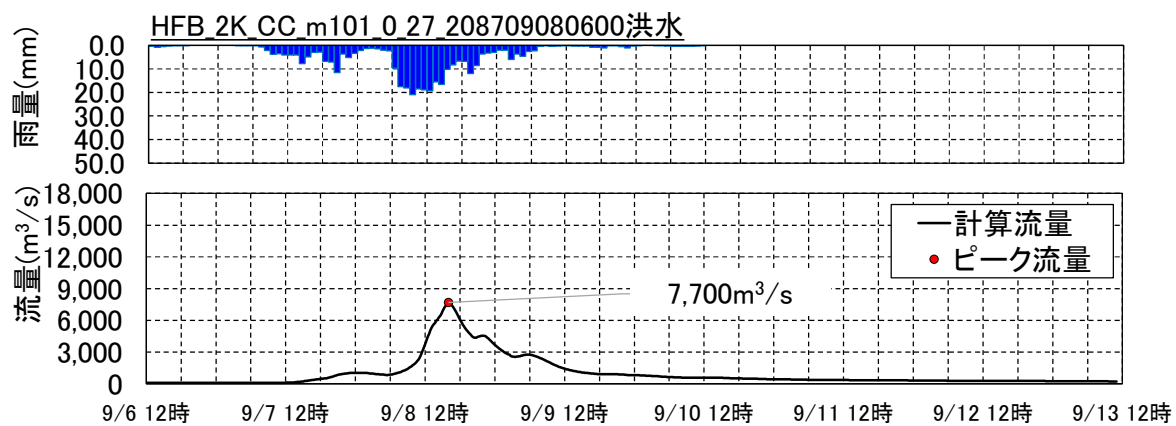


図 1.99 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ

(基準地点清水端 HFB_2K_CC_m101_R69.09.08)

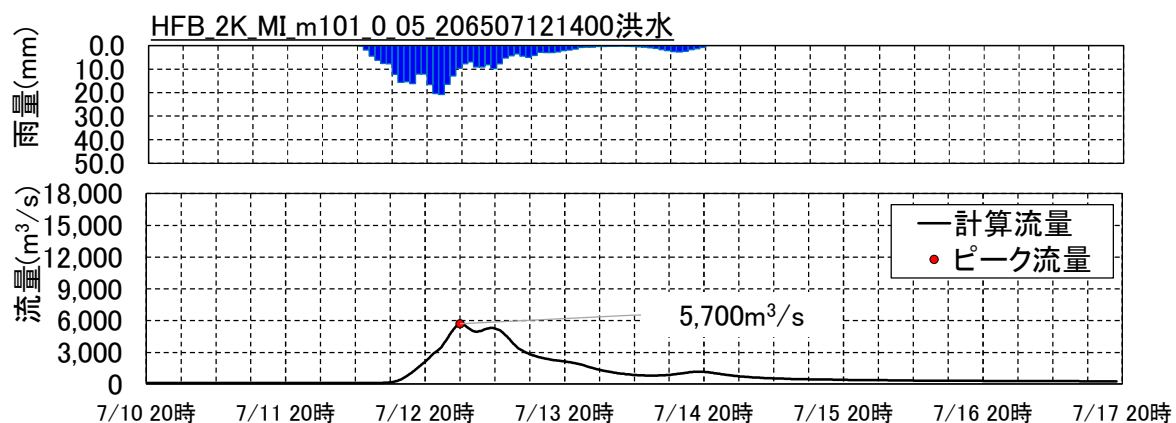


図 1.100 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ

(基準地点清水端 HFB_2K_MI_m101_R47.07.12)

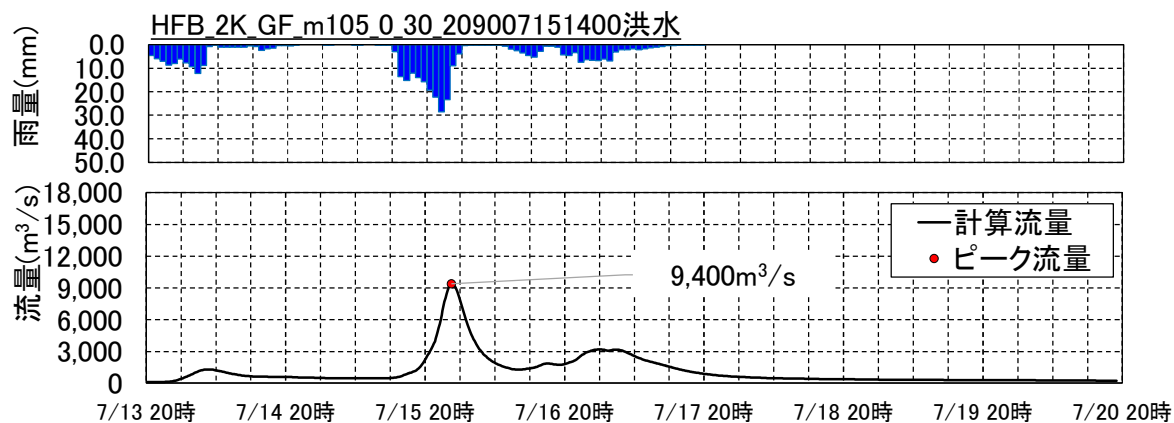


図 1.101 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点清水端 HFB_2K_GF_m105_R72.07.15)

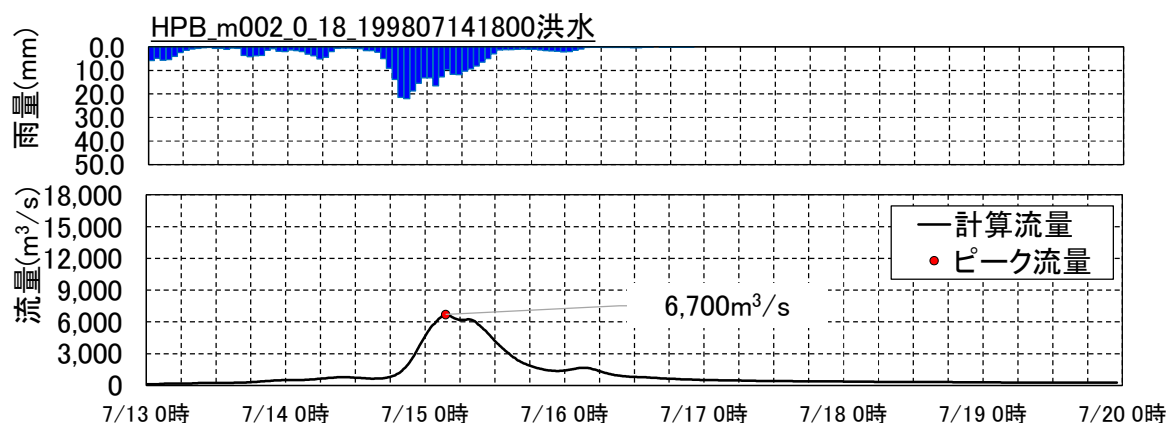


図 1.102 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点清水端 HPB_m002_H10.07.14)

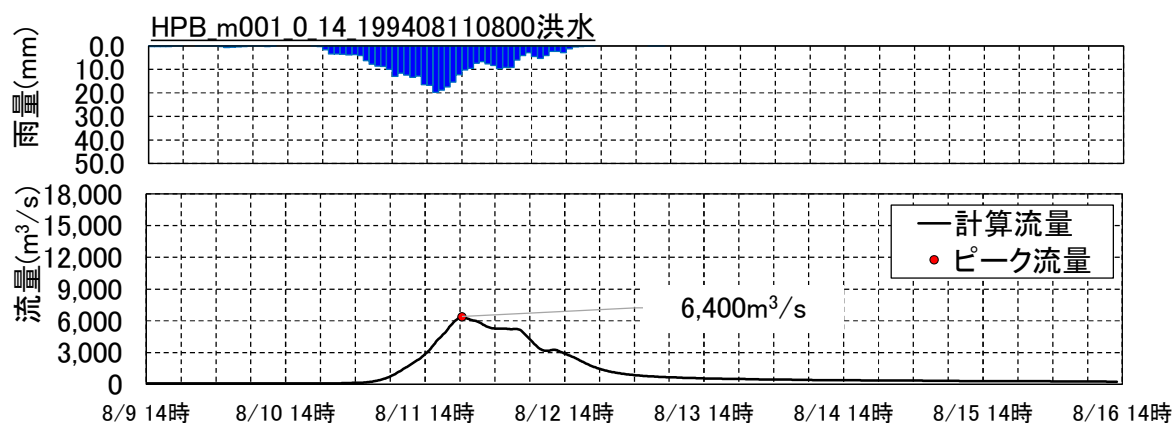


図 1.103 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点清水端 HPB_m001_H06.08.11)

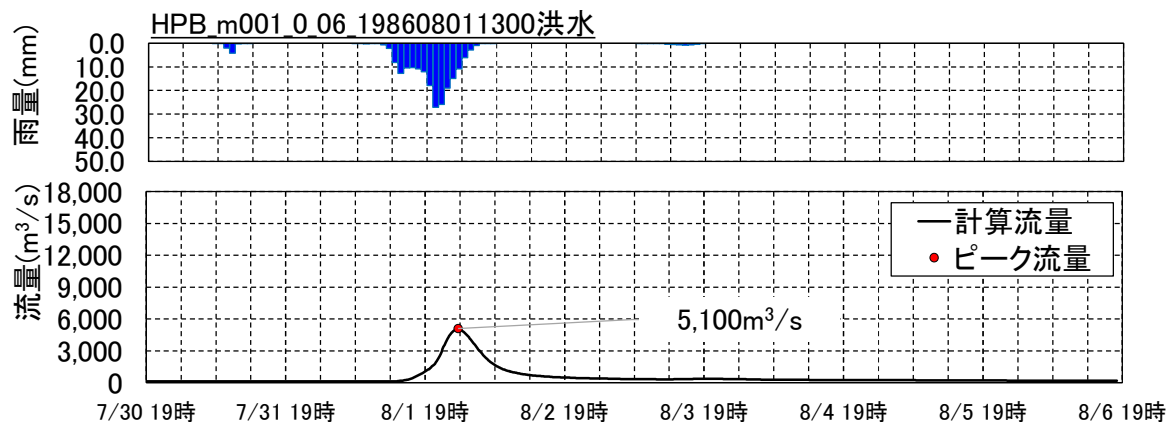


図 1.104 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点清水端 HPB_m001_S61.08.01)

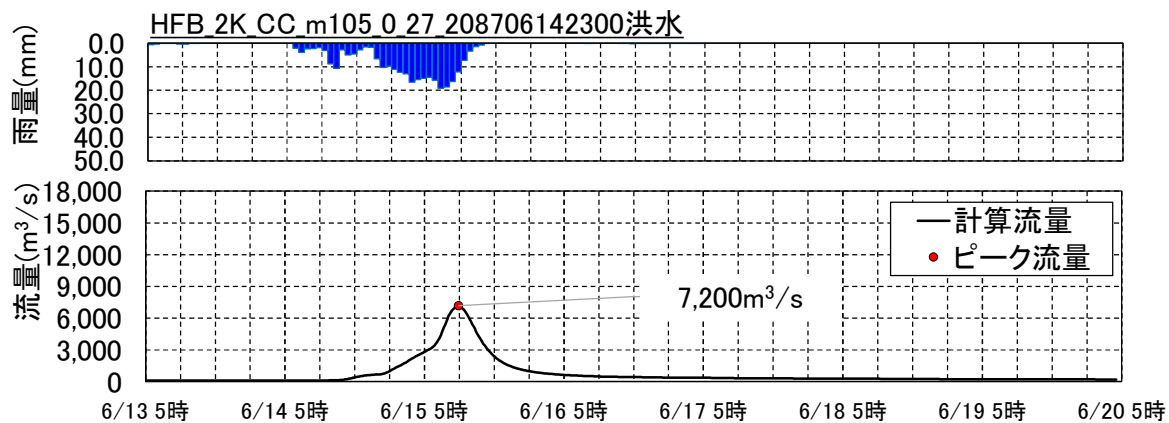


図 1.105 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点清水端 HFB_2K_CC_m105_R69.06.14)

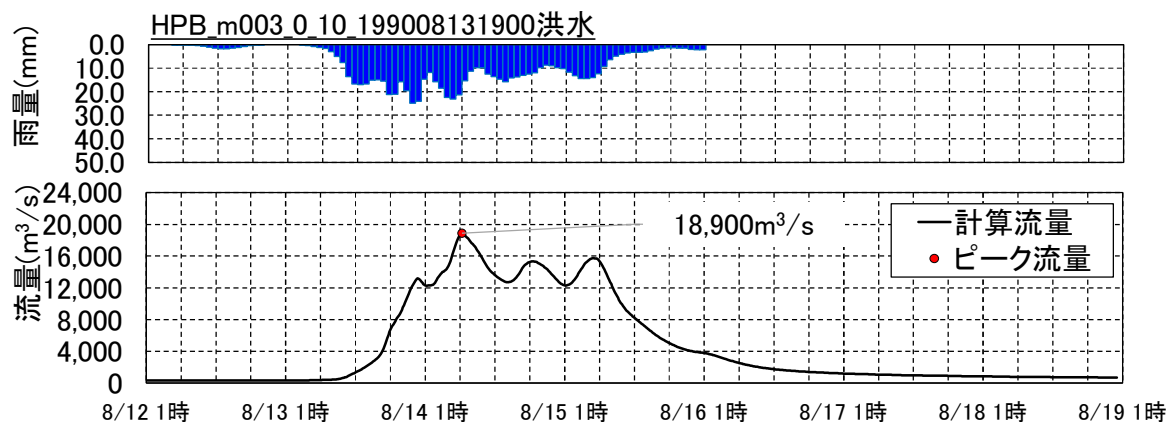


図 1.106 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点北松野 HPB_m003_H02.08.13)

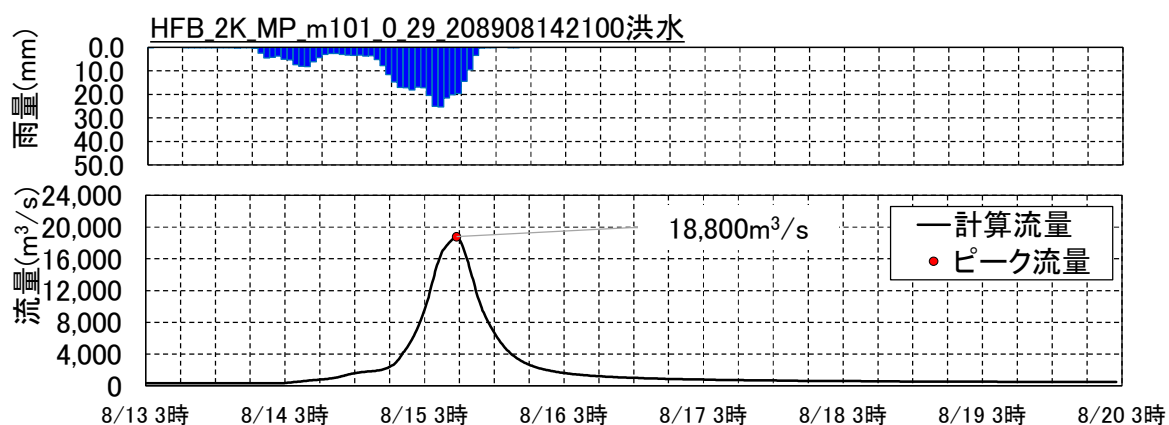


図 1.107 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点北松野 HFB_2K_MP_m101_R71.08.14)

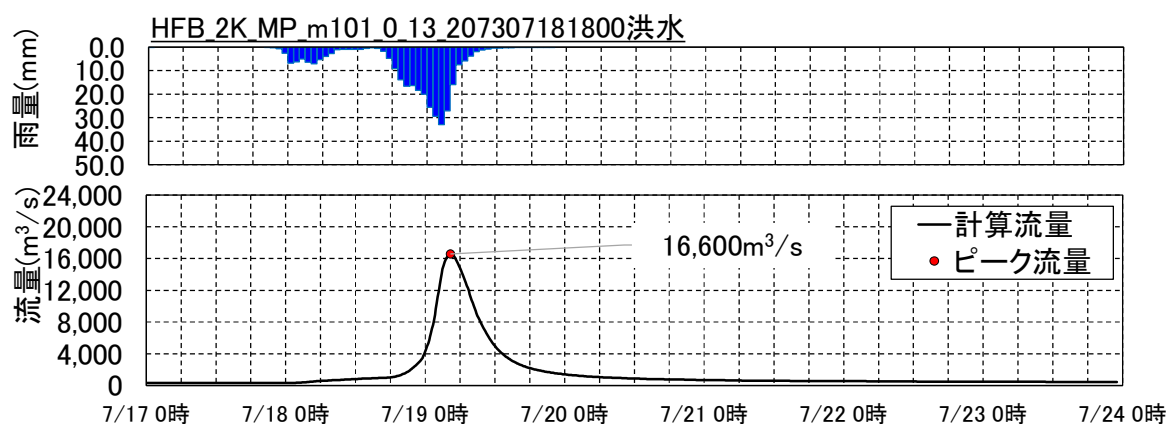


図 1.108 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点北松野 HFB_2K_MP_m101_R55.07.18)

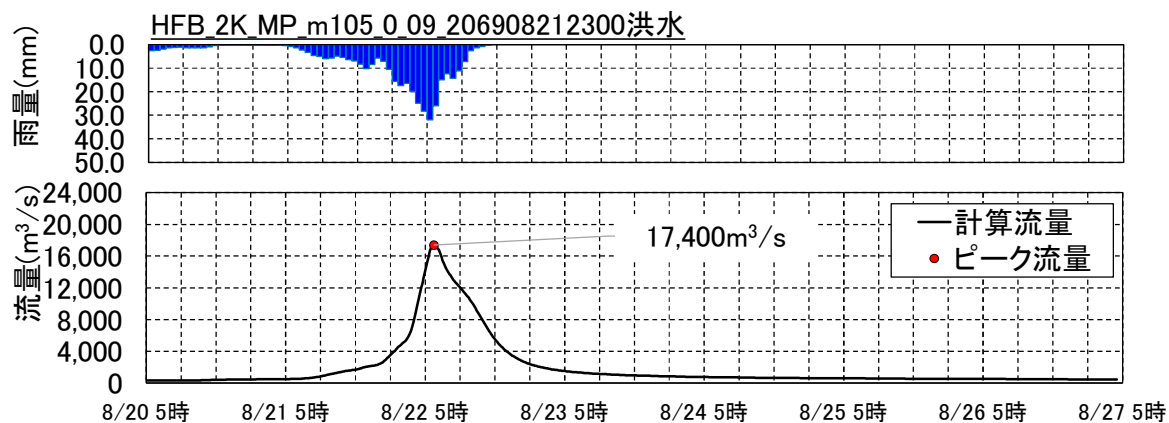


図 1.109 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点北松野 HFB_2K_MP_m105_R51.08.21)

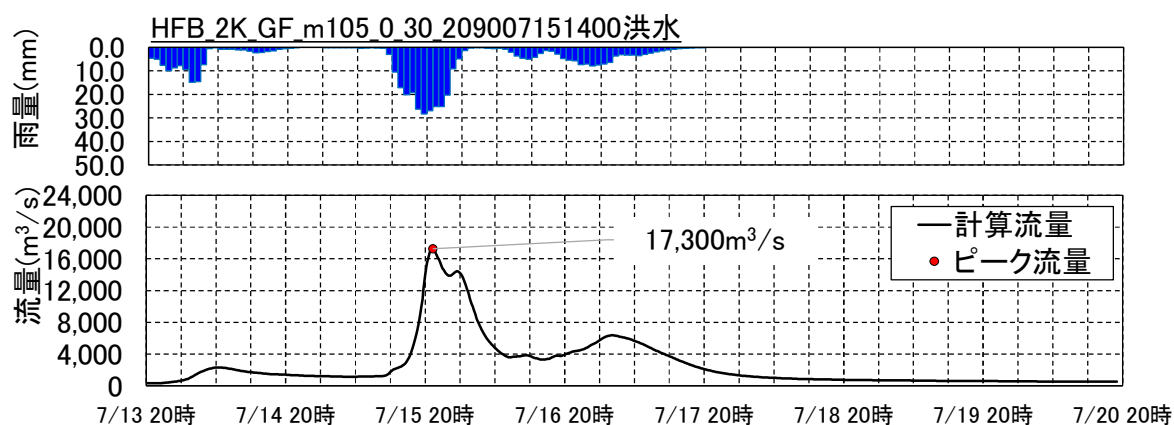


図 1.110 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点北松野 HFB_2K_GF_m105_R72.07.15)

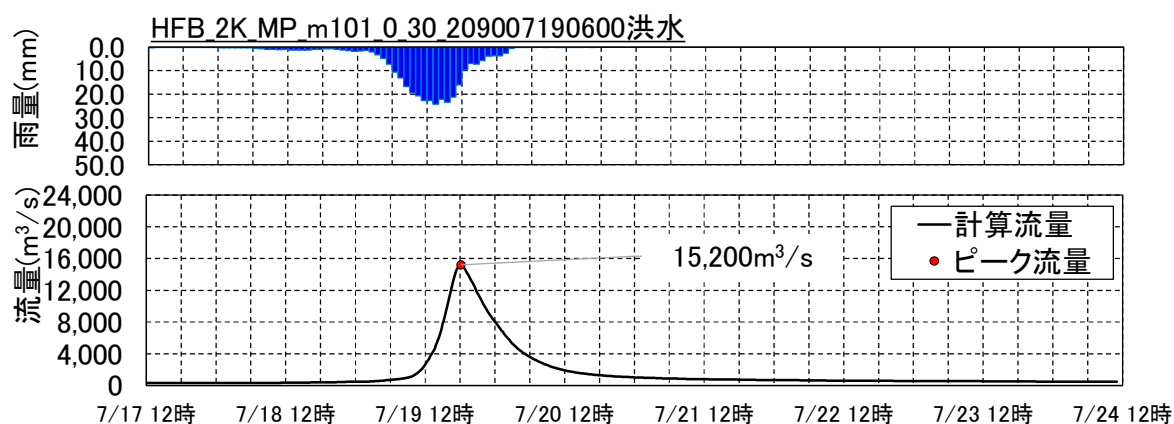


図 1.111 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点北松野 HFB_2K_MP_m101_R72.07.19)

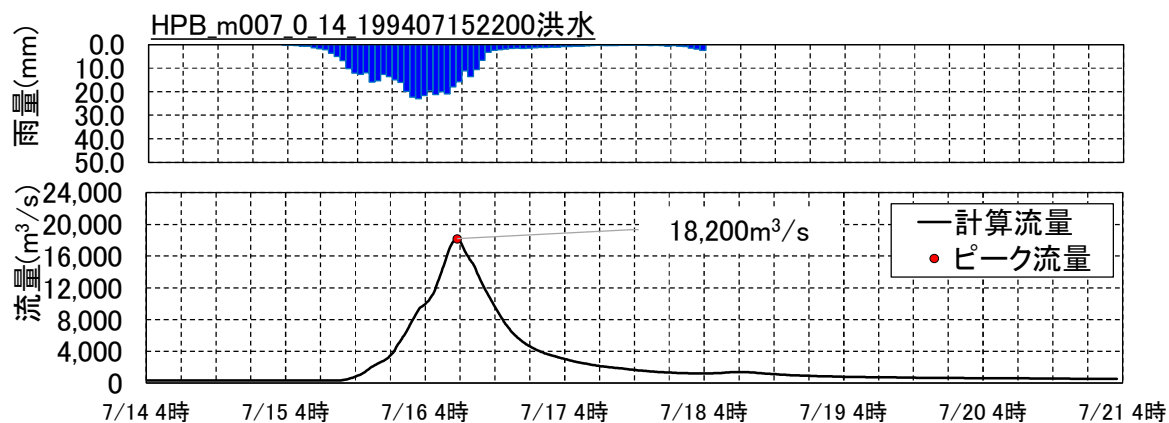


図 1.112 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点北松野 HPB_m007_H06.07.15)

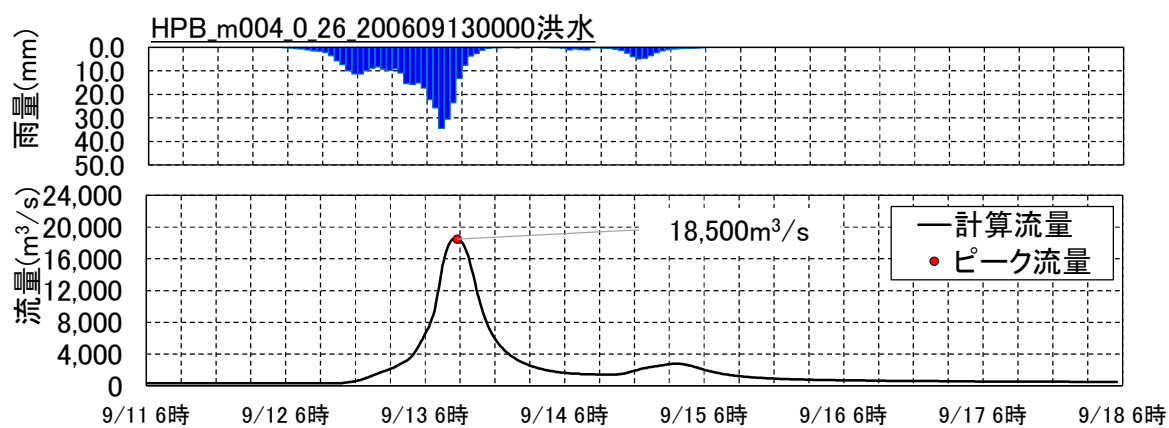


図 1.113 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点北松野 HPB_m004_H18.09.13)

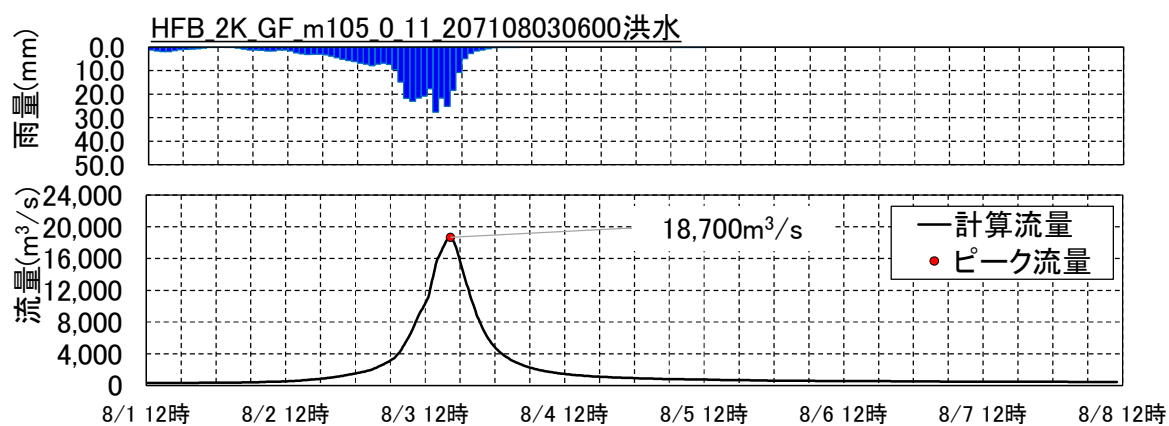


図 1.114 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点北松野 HFB_2K_GF_m105_R53.08.03)

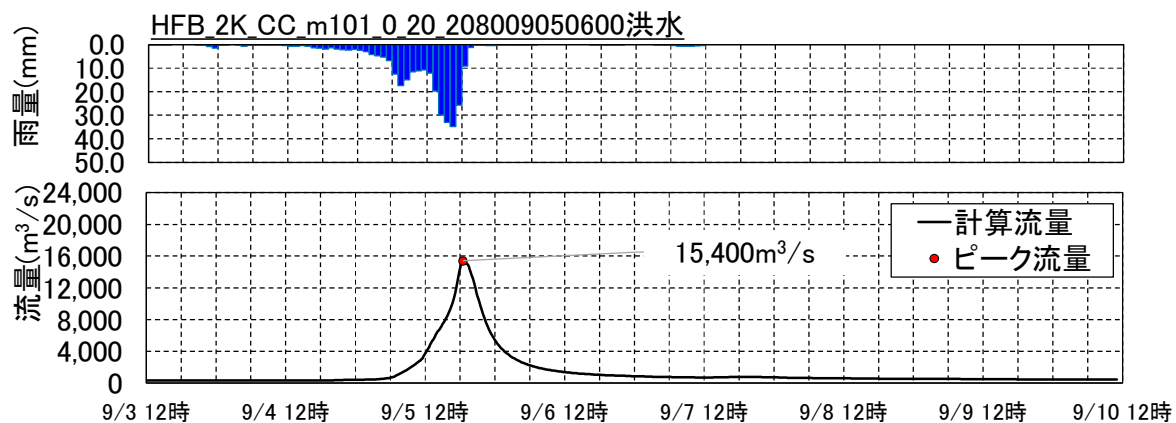


図 1.115 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点北松野 HFB_2K_CC_m101_R62.09.05)

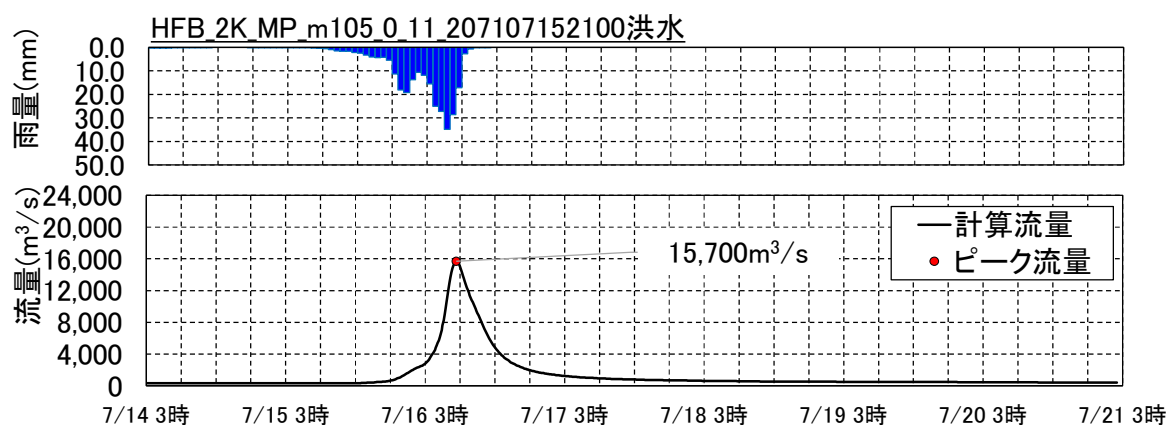


図 1.116 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点北松野 HFB_2K_MP_m105_R53.07.15)

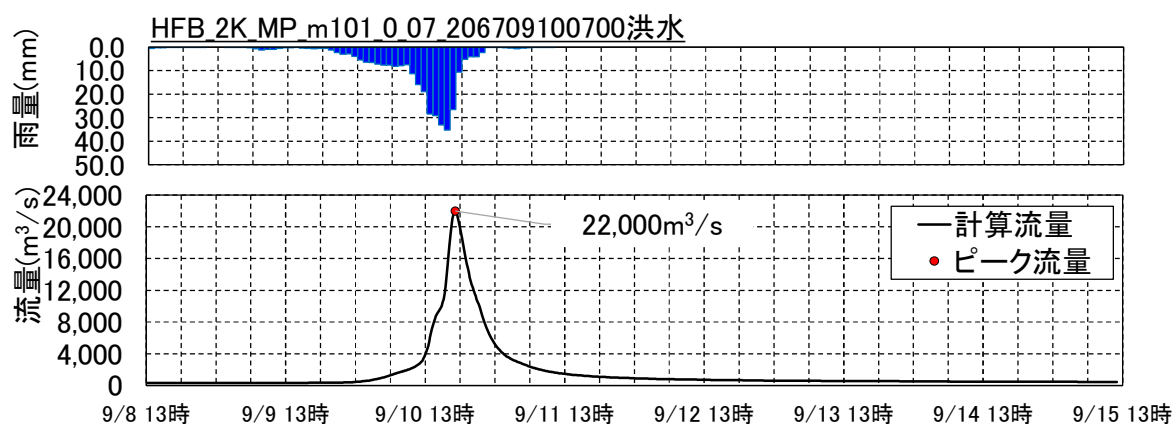


図 1.117 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点北松野 HFB_2K_MP_m101_R49.09.10)

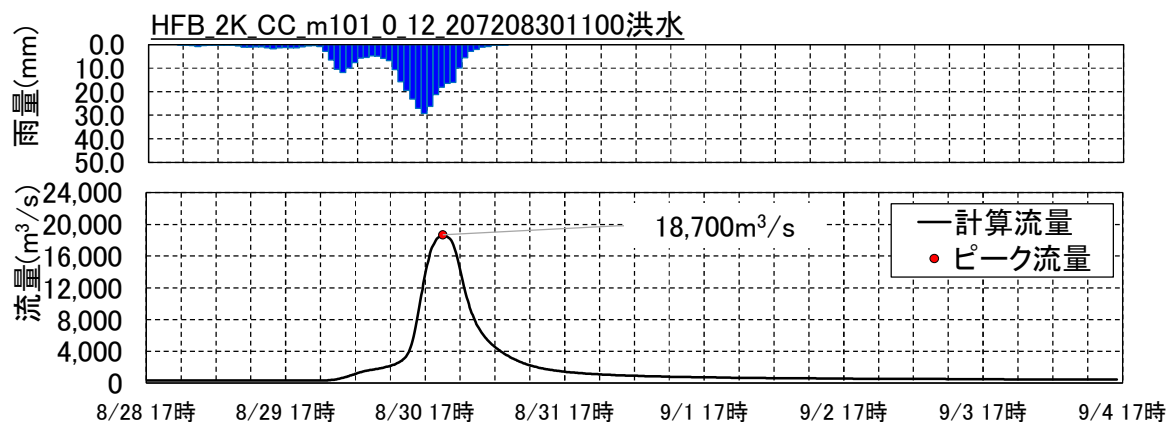


図 1.118 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ

(基準地点北松野 HFB_2K_CC_m101_R54.08.30)

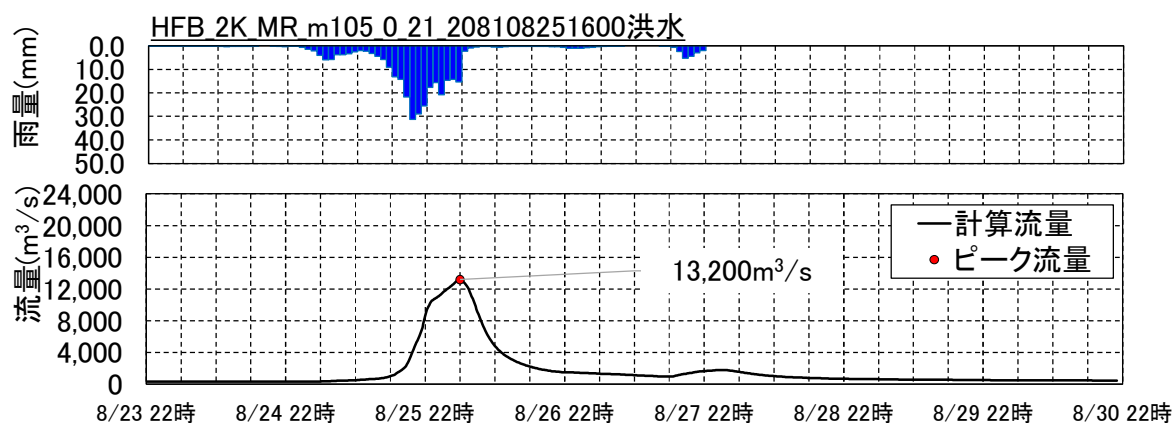


図 1.119 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ

(基準地点北松野 HFB_2K_MR_m105_R63.08.25)

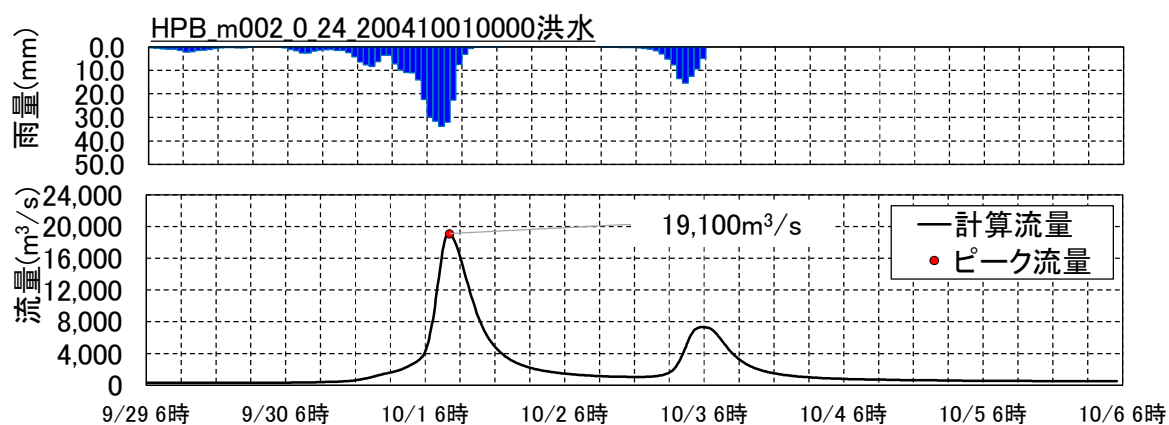


図 1.120 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ

(基準地点北松野 HPB_m002_H16.10.01)

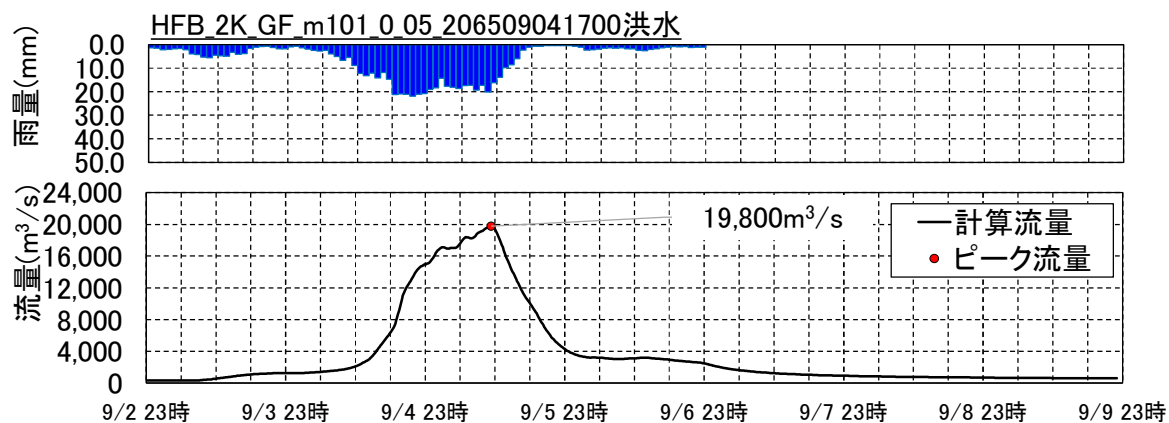


図 1.121 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点北松野 HFB_2K_GF_m101_R47.09.04)

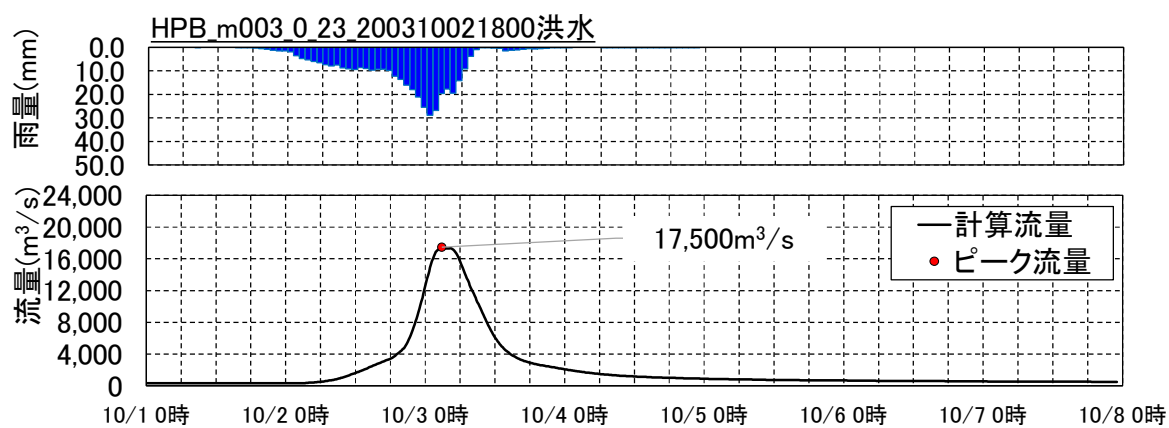


図 1.122 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点北松野 HPB_m003_H15.10.02)

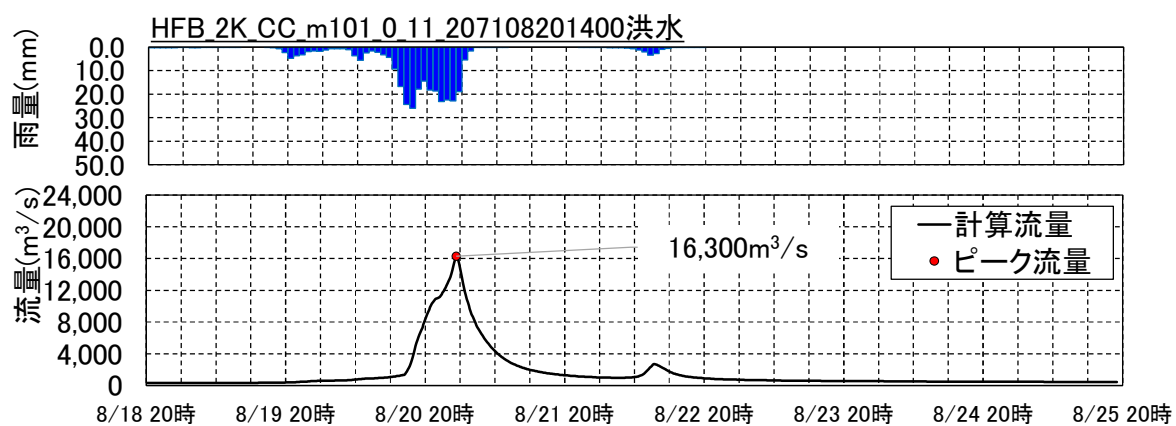


図 1.123 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点北松野 HFB_2K_CC_m101_R53.08.20)

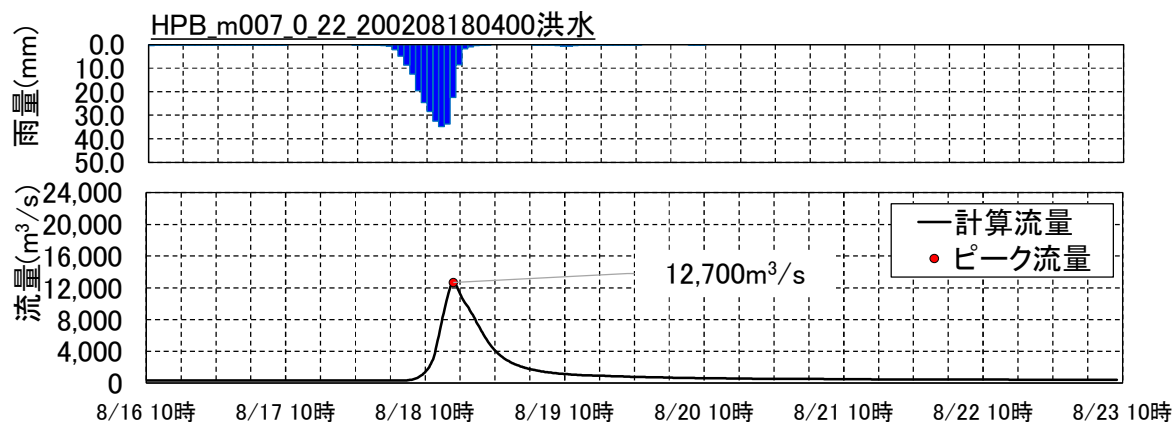


図 1.124 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点北松野 HPB_m007_H14.08.18)

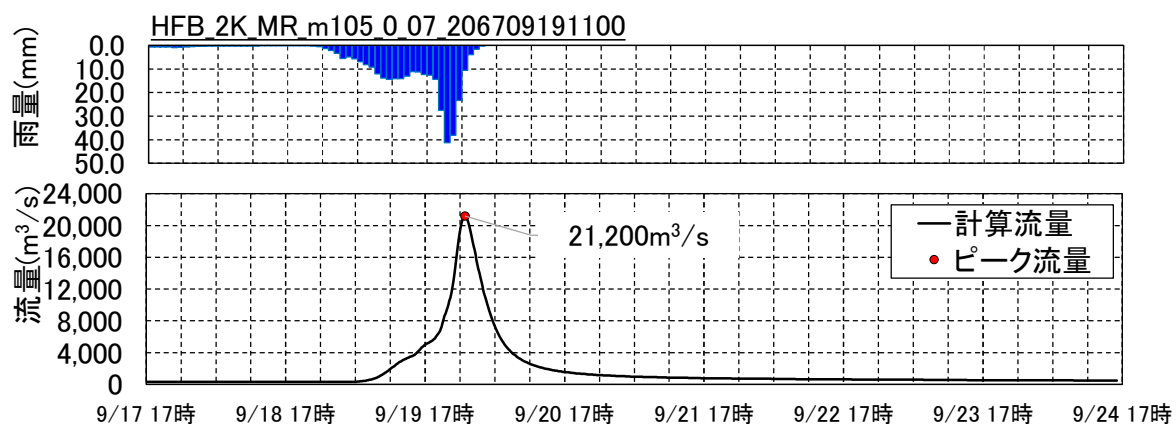


図 1.125 アンサンブル予測降雨波形のハイドログラフ
(基準地点北松野 HFB_2K_MR_m105_R49.09.19)

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（特に中流域集中度の変化）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、当該河川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。なお、中流域とは図 1.126 に示す釜無川流域、笛吹川流域、早川流域、その他流域の 4 流域である。

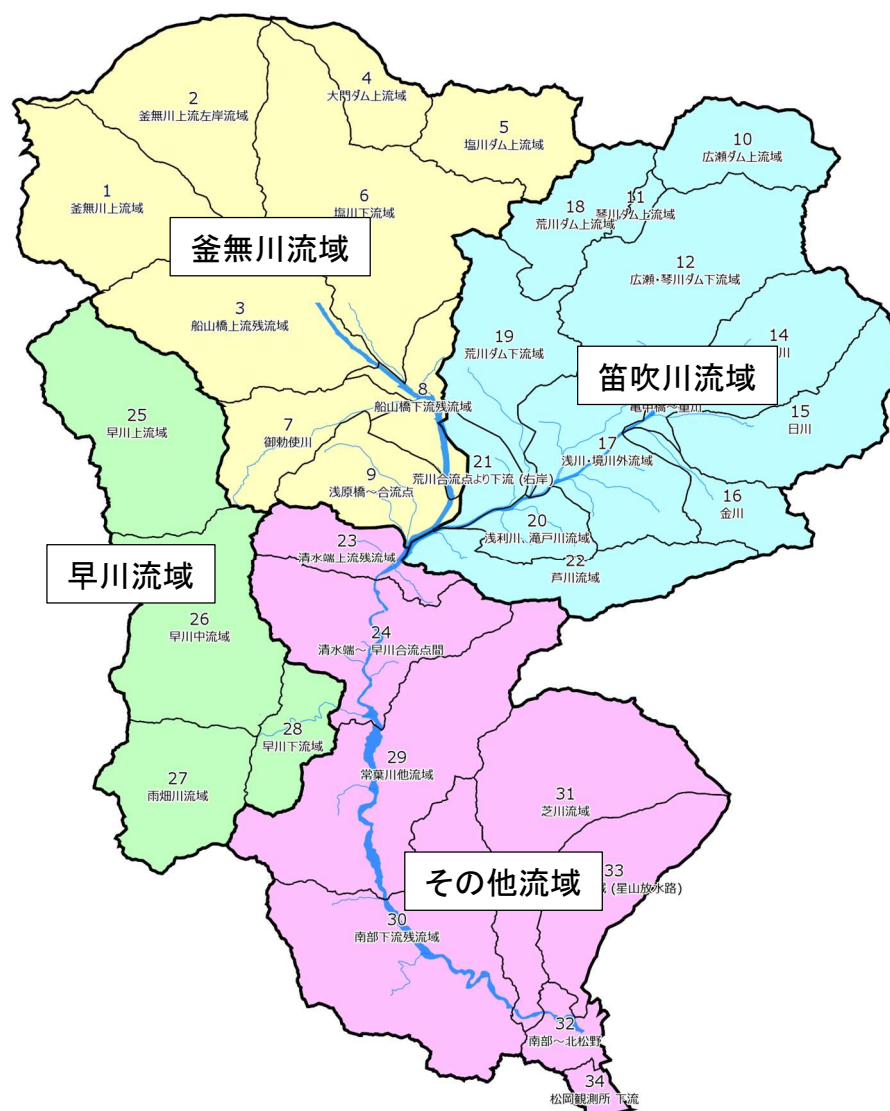


図 1.126 流域分割図

(1) 基準地点清水端

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（5洪水）のアンサンブル予測降雨波形を抽出し、各波形について、「基準地点上流域の流域平均雨量に対する小流域の流域平均雨量の比率」（中流域の流域平均雨量/基準地点上流域平均雨量）を求め、表 1.26 に一覧を示す。

棄却した引き伸ばし降雨波形も同様に比率を求め、実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル予測降雨波形による比率を下回っている場合は、生起し難いと言えないため参考波形として扱うこととする。結果は表 1.27 に示すとおりであり、地域分布により棄却した 3 洪水のうち昭和 36 年（1961 年）6 月洪水、平成 25 年（2013 年）9 月洪水は参考波形として扱うこととする。

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（5洪水）のアンサンブル予測降雨波形を抽出し、各波形について、「対象降雨の継続時間内雨量に対する短時間雨量の比率」（短時間（洪水到達時間やその 1/2 時間）の流域平均雨量/継続時間内の流域平均雨量）を求め、結果を表 1.28 に示す。

棄却した引き伸ばし降雨波形も同様に比率を求め、実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル予測降雨波形による比率を下回っている場合は、生起し難いと言えないため参考波形として扱うこととする。結果は表 1.29 に示すとおりであり、時間分布により棄却した昭和 34 年（1959 年）9 月洪水、平成 23 年（2011 年）9 月洪水は参考波形として扱うこととする。

表 1.26 雨量の比率（アンサンブル予測降雨波形）

洪水名	雨量(mm)					比率			
	清水端上流域 12時間雨量	地域分布				地域分布			
		釜無川流域 12時間雨量	笛吹川流域 12時間雨量	早川流域 12時間雨量	その他流域 12時間雨量	釜無川流域 12時間雨量	笛吹川流域 12時間雨量	早川流域 12時間雨量	その他流域 12時間雨量
HFB_2K_CC_m101_0_20_208009050600	183.8	193.2	171.4	234.3	314.2	1.05	0.93	1.27	1.71
HFB_2K_GF_m105_0_30_209007151400	167.1	133.8	196.3	302.8	361.2	0.80	1.17	1.81	2.16
HFB_2K_MI_m101_0_05_206507121400	168.2	123.2	216.3	42.5	152.3	0.73	1.29	0.25	0.91
HFB_2K_MP_m105_0_13_207309011100	176.8	266.7	84.8	122.8	227.8	1.51	0.48	0.69	1.29
HFB_2K_MP_m105_0_29_208908142200	175.2	207.8	137.1	393.5	327.8	1.19	0.78	2.25	1.87
						1.51	1.29	2.25	2.16

表 1.27 雨量の比率（棄却した引き伸ばし降雨波形）

洪水名	① 清水端上流域 12時間雨量	②引伸し後雨量(mm)				③比率(②/①)				判定
		地域分布				地域分布				
		釜無川流域 12時間雨量	管吹川流域 12時間雨量	早川流域 12時間雨量	その他流域 12時間雨量	釜無川流域 12時間雨量	管吹川流域 12時間雨量	早川流域 12時間雨量	その他流域 12時間雨量	
S36.06.26	180		199.4				1.11			参考波形
H03.09.17	180				403.7					棄却
H25.09.15	180	190.9				1.06				参考波形

表 1.28 雨量の比率（アンサンブル予測降雨波形）

洪水名	雨量(mm)			比率	
	清水端上流域 12時間雨量	時間分布		時間分布	
		清水端上流域 6時間雨量	清水端上流域 9時間雨量	清水端上流域 6時間雨量	清水端上流域 9時間雨量
HFB_2K_CC_m101_0_20_208009050600	183.8	131.3	151.7	0.71	0.83
HFB_2K_GF_m105_0_30_209007151400	167.1	114.5	152.4	0.69	0.91
HFB_2K_MI_m101_0_05_206507121400	168.2	92.5	135.8	0.55	0.81
HFB_2K_MP_m105_0_13_207309011100	176.8	97.3	137.7	0.55	0.78
HFB_2K_MP_m105_0_29_208908142200	175.2	94.9	137.7	0.54	0.79
			比率最大値	0.71	0.91

表 1.29 雨量の比率（棄却した引き伸ばし降雨波形）

洪水名	① 清水端上流域 12時間雨量	②引伸し後雨量(mm)		③比率(②/①)		判定
		時間分布		時間分布		
		清水端上流域 6時間雨量	清水端上流域 9時間雨量	清水端上流域 6時間雨量	清水端上流域 9時間雨量	
S34.09.24	180	120.3		0.67		参考波形
H23.09.29	180	124.3		0.69		参考波形

(2) 基準地点北松野

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（4洪水）のアンサンブル予測降雨波形を抽出し、各波形について、「基準地点上流域の流域平均雨量に対する小流域の流域平均雨量の比率」（中流域の流域平均雨量/基準地点上流域平均雨量）を求め、表 1.30 に一覧を示す。

棄却した引き伸ばし降雨波形も同様に比率を求め、実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル予測降雨波形による比率を下回っている場合は、生起し難いと言えないため参考波形として扱うこととする。結果は表 1.31 に示すとおりであり、地域分布により棄却した 5 洪水のうち昭和 36 年（1961 年）6 月洪水、昭和 54 年（1979 年）10 月洪水、平成 3 年（1991 年）9 月洪水、平成 25 年（2013 年）9 月洪水は参考波形として扱うこととする。

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（4洪水）のアンサンブル予測降雨波形を抽出し、各波形について、「対象降雨の継続時間内雨量に対する短時間雨量の比率」（短時間（洪水到達時間やその 1/2 時間）の流域平均雨量/継続時間内の流域平均雨量）を求め、結果を表 1.32 に示す。

棄却した引き伸ばし降雨波形も同様に比率を求め、実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル予測降雨波形による比率を下回っている場合は、生起し難いと言えないため参考波形として扱うこととする。結果は表 1.33 に示すとおりであり、時間分布により棄却した洪水はアンサンブル予測降雨波形と比較しても生起し難いと判断し、棄却洪水とする。

表 1.30 雨量の比率（アンサンブル予測降雨波形）

洪水名	雨量(mm)					引伸ばし率			
	北松野上流域 12時間雨量	地域分布				地域分布			
		釜無川流域 12時間雨量	笛吹川流域 12時間雨量	早川流域 12時間雨量	その他流域 12時間雨量	釜無川流域 12時間雨量	笛吹川流域 12時間雨量	早川流域 12時間雨量	その他流域 12時間雨量
HFB_2K_CC_m101_0_11_207108201400	199.4	110.2	158.0	199.5	359.4	0.55	0.79	1.00	1.80
HFB_2K_GF_m101_0_05_206509041700	202.5	246.3	114.2	356.6	157.6	1.22	0.56	1.76	0.78
HFB_2K_MP_m101_0_07_206709100700	212.7	120.6	186.5	266.6	306.3	0.57	0.88	1.25	1.44
HFB_2K_MP_m101_0_30_209007190600	232.5	204.9	344.6	169.2	167.6	0.88	1.48	0.73	0.72
						1.22	1.48	1.76	1.80

表 1.31 雨量の比率（棄却した引き伸ばし降雨波形）

洪水名	① 北松野上流域 12時間雨量	②引伸ばし後雨量(mm)				③比率(②/①)				判定
		地域分布				地域分布				
		釜無川流域 12時間雨量	笛吹川流域 12時間雨量	早川流域 12時間雨量	その他流域 12時間雨量	釜無川流域 12時間雨量	笛吹川流域 12時間雨量	早川流域 12時間雨量	その他流域 12時間雨量	
S36.06.26	233		253.5				1.09			参考波形
S40.09.16	233	193.7		420.3		0.83		1.80		棄却
S54.10.17	233				354.8				1.52	参考波形
H03.09.17	233				363.5				1.56	参考波形
H25.09.15	233	198.6				0.85				参考波形

表 1.32 雨量の比率（アンサンブル予測降雨波形）

洪水名	雨量(mm)			引伸ばし率	
	北松野上流域 12時間雨量	時間分布		時間分布	
		北松野上流域 6時間雨量	北松野上流域 9時間雨量	北松野上流域 6時間雨量	北松野上流域 9時間雨量
HFB_2K_CC_m101_0_11_207108201400	199.4	106.3	160.9	0.53	0.81
HFB_2K_GF_m101_0_05_206509041700	202.5	110.4	155.4	0.55	0.77
HFB_2K_MP_m101_0_07_206709100700	212.7	156.7	191.1	0.74	0.90
HFB_2K_MP_m101_0_30_209007190600	232.5	136.2	193.0	0.59	0.83
				比率最大値	0.74 0.90

表 1.33 雨量の比率（棄却した引き伸ばし降雨波形）

洪水名	① 北松野上流域 12時間雨量	②引伸し後雨量(mm)		③比率(②/①)		判定
		時間分布		時間分布		
		北松野上流域 6時間雨量	北松野上流域 9時間雨量	北松野上流域 6時間雨量	北松野上流域 9時間雨量	
H24.06.18	233	174.3		0.75		棄却

3) 主要降雨波形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主要降雨波形としてきたが、基本高水のピーク流量の設定に用いる主要降雨波形は、対象流域において大規模洪水を生起し得る様々なパターンの降雨波形等を含んでいる必要がある。

気候変動等による降雨特性の変化によって、追加すべき降雨波形が無いかを確認するため、アンサンブル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。

(1) 基準地点清水端

清水端地点上流域では、アンサンブル予測降雨波形群を対象に、3つのクラスターに分類した。

基準地点清水端で選定された主要降雨波形について、クラスター分析を行った結果、1、2、3と評価されたため、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がないことを確認した（表 1.34）。

なお、アンサンブル予測降雨波形群のクラスター分割には、アンサンブル予測降雨を対象に、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クラスターに分類し、図 1.127 の結果となり、出現頻度は図 1.128 に示すとおりである。

表 1.34 主要降雨波形のクラスター分析結果

No	主要洪水名	清水端地点 12時間雨量 (mm)	計画降雨量 1.1倍	引き伸ばし率	クラスター 分類結果	清水端地点 ピーク流量 (m ³ /s)
1	S33.9.17	137	180	1.31	1	4,600
2	S34.8.11	135	180	1.33	1	10,000
3	S34.9.24	107	180	1.68	1	6,900
4	S36.6.26	128	180	1.41	3	5,600
5	S41.6.27	109	180	1.65	1	4,500
6	S57.8.2	151	180	1.19	1	6,600
7	S57.9.11	106	180	1.70	1	10,200
8	S58.8.14	112	180	1.61	1	7,200
9	H2.8.9	114	180	1.58	1	5,500
10	H3.9.17	125	180	1.44	3	6,800
11	H10.9.13	155	180	1.16	1	4,100
12	H12.9.9	123	180	1.46	1	6,500
13	H14.7.9	132	180	1.36	1	5,000
14	H23.9.19	126	180	1.43	2	7,700
15	H25.9.15	138	180	1.30	2	3,600
16	R1.10.10	181	180	0.99	1	7,000

※地域分布、時間分布により棄却した洪水を着色

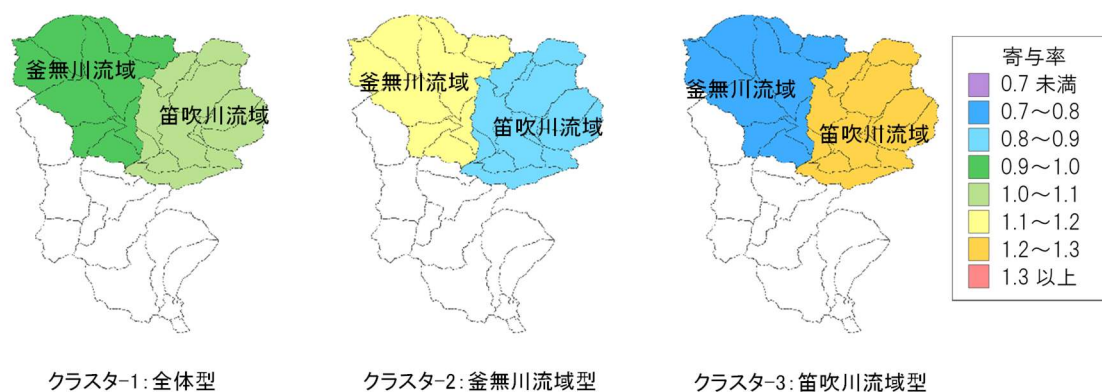


図 1.127 清水端上流域における将来実験アンサンブル予測降雨
のクラスター分類

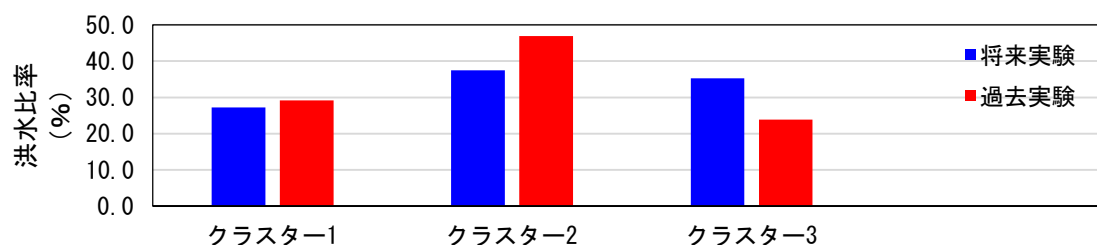


図 1.128 清水端上流域におけるアンサンブル予測降雨の出現頻度

(2) 基準地点北松野

北松野地点上流域では、アンサンブル予測降雨波形群を対象に、3つのクラスターに分類した。

基準地点北松野で選定された主要降雨波形について、クラスター分析を行った結果、1、2、3と評価されたため、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がないことを確認した（表 1.35）。

なお、アンサンブル予測降雨波形群のクラスター分割には、アンサンブル予測降雨を対象に、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クラスターに分類し、図 1.129 の結果となり、出現頻度は図 1.130 に示すとおりである。

表 1.35 主要降雨波形のクラスター分析結果

No	主要洪水名	北松野地点 12時間雨量 (mm)	計画降雨量 1.1倍	引き伸ばし率	クラスター 分類結果	北松野地点 ピーク流量 (m ³ /s)
1	S33.9.17	157	233	1.48	1	11,700
2	S34.8.11	155	233	1.50	1	21,300
3	S34.9.24	142	233	1.64	3	16,800
4	S36.6.26	131	233	1.78	1	14,700
5	S40.9.16	133	233	1.75	3	18,300
6	S54.10.17	134	233	1.74	2	20,000
7	S56.8.21	133	233	1.75	3	11,200
8	S57.8.2	187	233	1.25	3	17,300
9	H2.8.9	143	233	1.63	1	14,000
10	H3.9.17	180	233	1.29	2	18,400
11	H10.9.13	189	233	1.23	1	12,400
12	H12.9.9	141	233	1.65	1	19,600
13	H13.8.21	131	233	1.78	3	10,100
14	H14.7.9	164	233	1.42	3	14,300
15	H23.9.19	176	233	1.32	3	20,100
16	H24.6.18	139	233	1.68	3	18,000
17	H25.9.15	172	233	1.35	3	12,000
18	R1.10.10	223	233	1.04	3	15,800

※地域分布、時間分布により棄却した洪水を着色

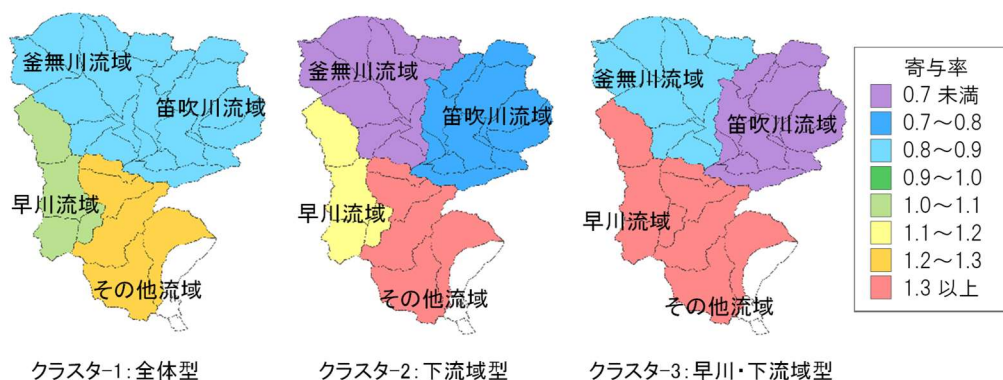


図 1.129 北松野上流域における将来実験アンサンブル予測降雨
のクラスター分類

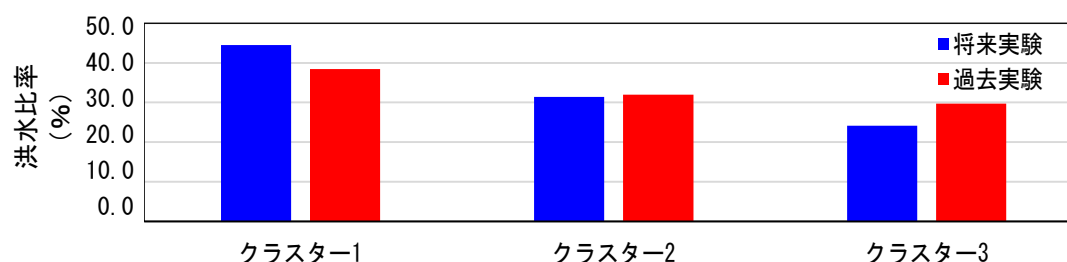


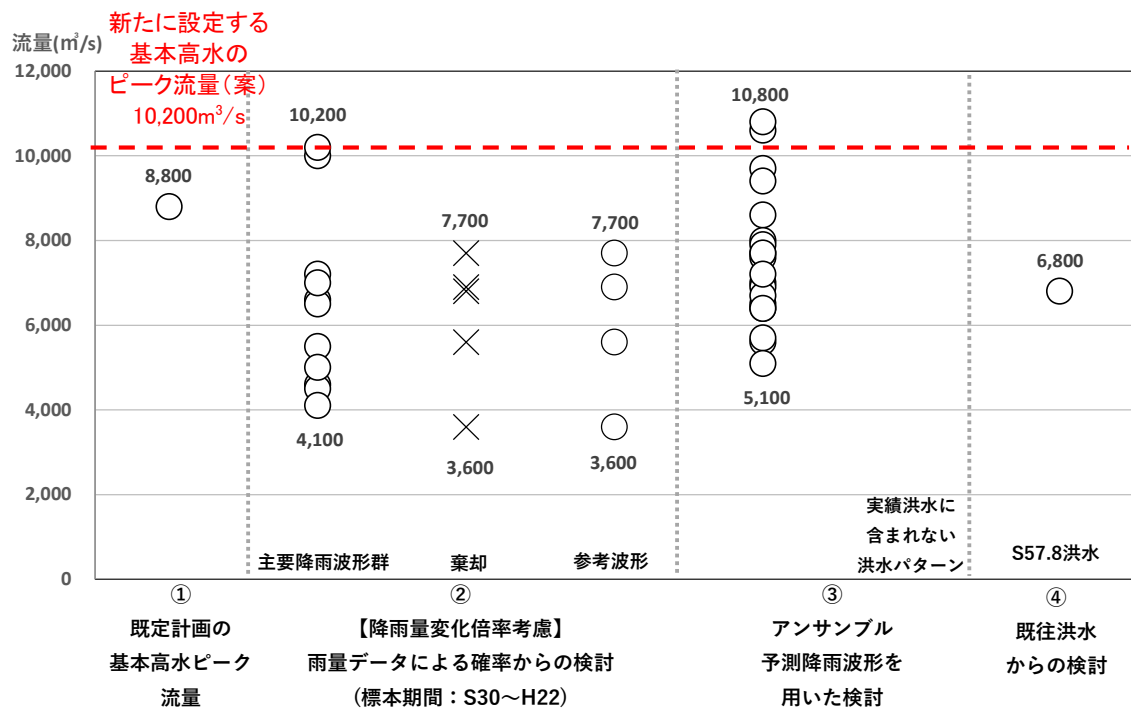
図 1.130 北松野流域におけるアンサンブル予測降雨の出現頻度

1-11 既往洪水による検討

過去の洪水時の痕跡水位や、水害の記録より、昭和 57 年（1982 年）8 月洪水が富士川流域での実績最大洪水であると考えられる。そこで、現地での聞き込み調査や痕跡水位、氾濫の時間経過を示す日記等から、昭和 57 年（1982 年）8 月洪水での流量を推測し、清水端、北松野地点でそれぞれ約 $6,800\text{m}^3/\text{s}$ 、約 $14,300\text{m}^3/\text{s}$ であったと推定した。

1-12 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、図 1.131、図 1.132 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、富士川における基本高水のピーク流量は、基準地点清水端で 10,200m³/s、基準地点北松野で 21,500m³/s となった。



【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

○：年超過確率 1/5 以上、引伸ばし率 2 倍以下の洪水

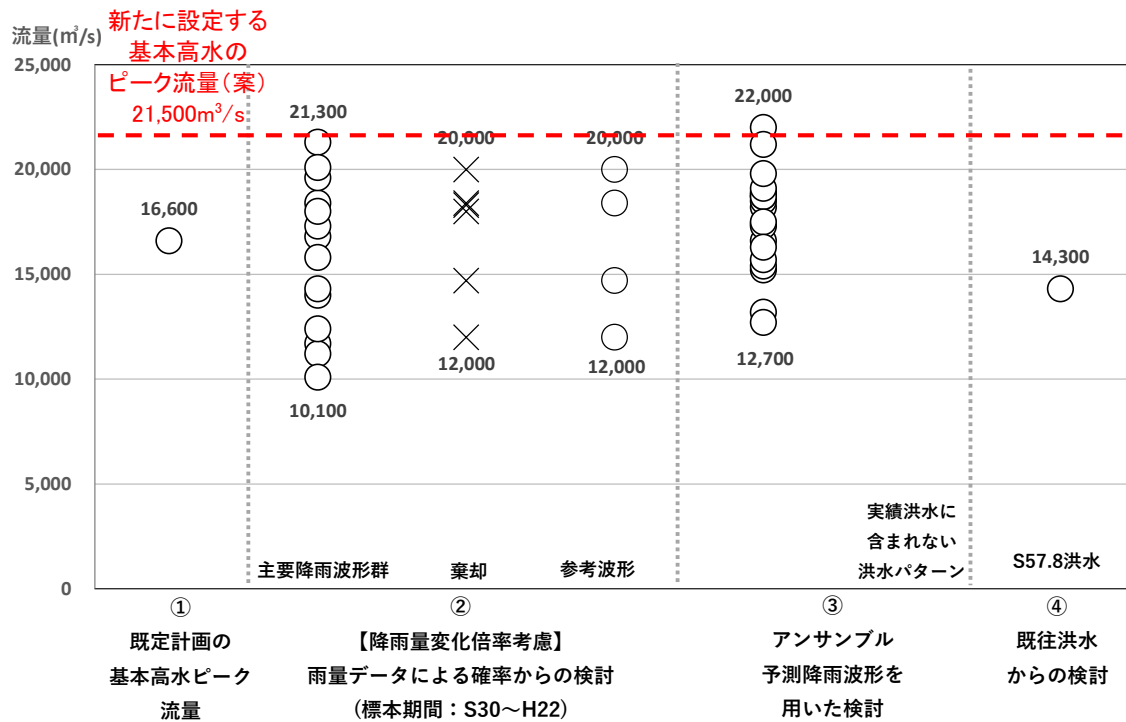
×：時間・地域分布において著しい引伸ばしとなっている洪水

③アンサンブル予測降雨波形を用いた検討：

将来・過去実験から様々な降雨パターンの検討

○：計画対象降雨の降雨量(180 mm/12 h)近傍の 20 洪水

図 1.131 基本高水のピーク流量の設定に係る総合的判断（基準地点清水端）



【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

○: 年超過確率 1/5 以上、引伸ばし率 2 倍以下の洪水

×: 時間・地域分布において著しい引伸ばしとなっている洪水

③アンサンブル予測降雨波形を用いた検討:

将来・過去実験から様々な降雨パターンの検討

○: 計画対象降雨の降雨量(233 mm/12 h)近傍の 20 洪水

図 1.132 基本高水のピーク流量の設定に係る総合的判断(基準地点北松野)

2 高水処理計画

既定計画の基本高水のピーク流量は、基準地点清水端において $8,800\text{m}^3/\text{s}$ 、北松野において $16,600\text{m}^3/\text{s}$ である。

富士川の河川改修は既定計画の計画高水流量（清水端 $8,800\text{m}^3/\text{s}$ 、北松野 $16,600\text{m}^3/\text{s}$ ）を目標に実施され、大規模な引堤を含む築堤が行われて、堤防高は概ね確保されており、既に橋梁、樋管等多くの構造物も完成している。

さらに、地域の社会的・経済的発展に伴い、沿川は高度な土地利用が行われている。

このような沿川の土地利用の高度化など社会的状況の変化に加え、河川の状況変化等を踏まえて、河道及び洪水調節施設の検討を行った。

検討の基本的な考え方として、より早期にかつ確実に水系全体のバランスのとれた治水安全度の向上を図る観点から、掘削等により河道の流下能力の増大を図ることによりできるだけ河道で対応することとする。

その結果、堤防の嵩上げや引堤による社会的影響及び大幅な河道掘削による河川環境の改変や将来河道の維持を考慮すると、清水端 $10,200\text{m}^3/\text{s}$ 、北松野 $21,500\text{m}^3/\text{s}$ であり、これらを計画高水流量とする。

3 計画高水流量

計画高水流量は、清水端 10,200m³/s、北松野 21,500m³/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図 3.1 のとおりとする。

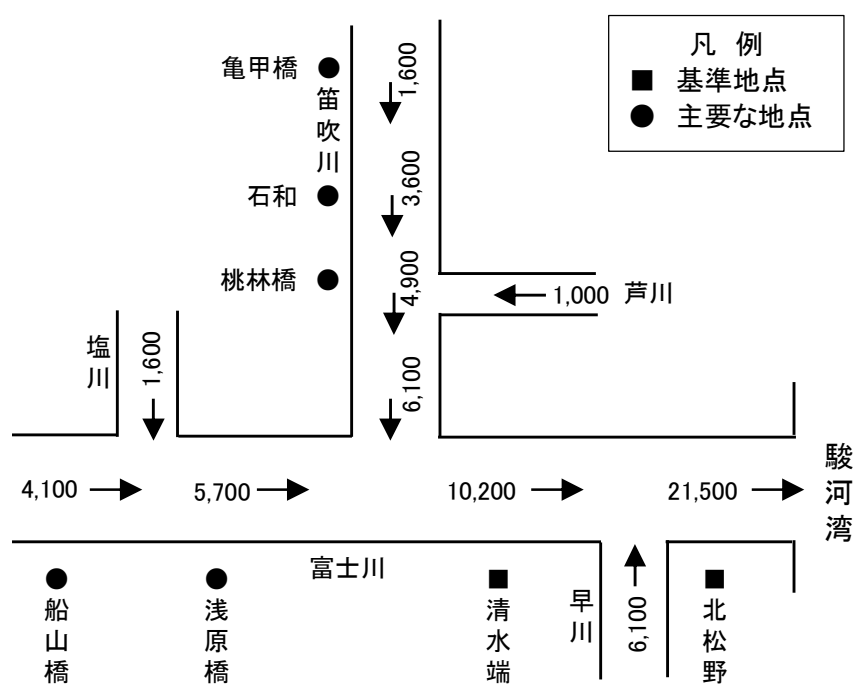


図 3.1 富士川計画高水流量配分図

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に配慮しながら必要な河積（洪水を安全に流下させるための断面）を確保する。

- ① 既定計画の計画高水位に対し、大臣管理区間の堤防は全川でほぼ完成していること。
- 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や樋門等の構造物が完成していることや計画高水位を上げることによる堤内地での内水被害の助長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さの設定が重要であること。

計画縦断図を図 4.1 から図 4.3 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。

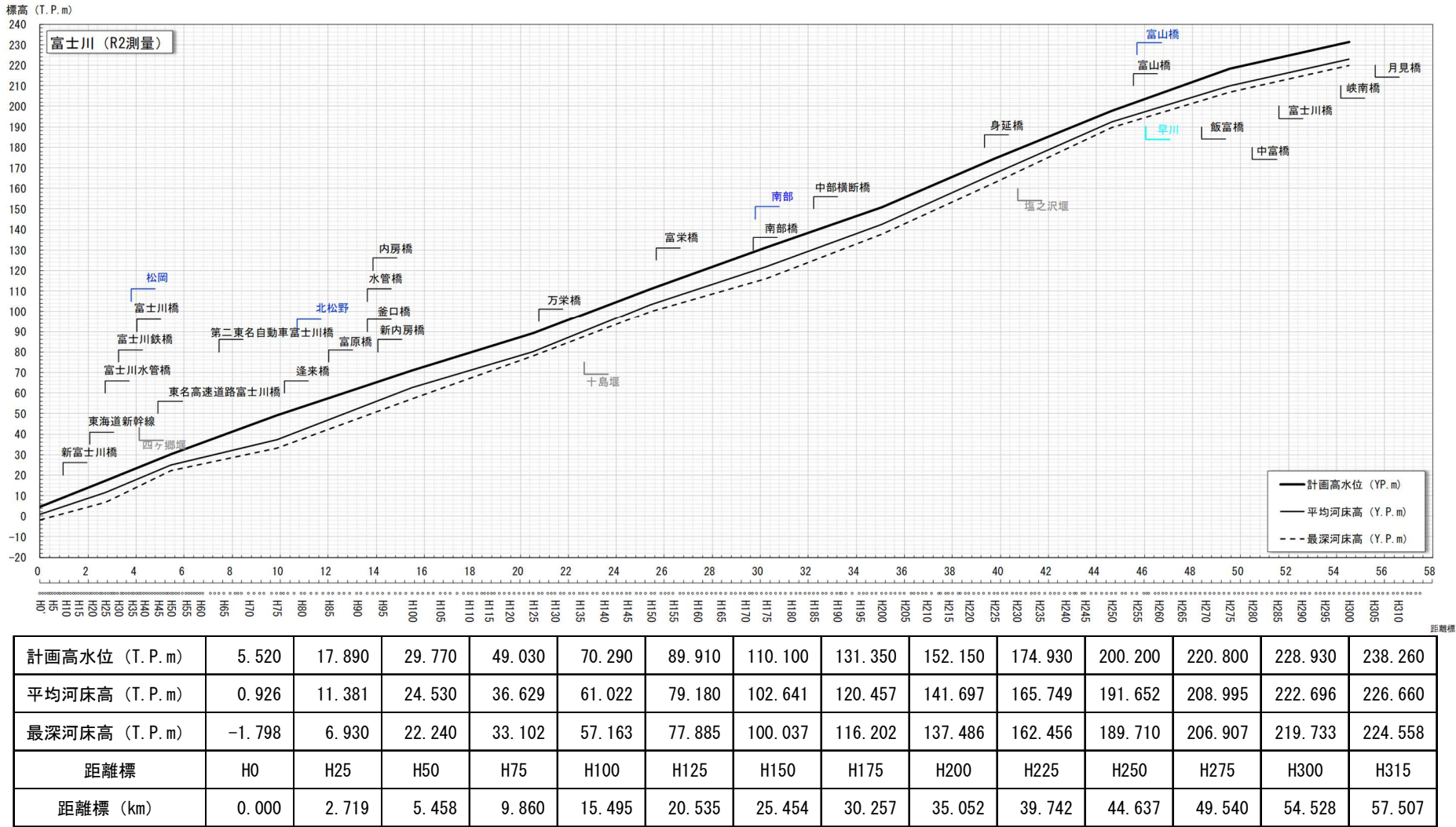


図 4.1 計画縦断図 (富士川)

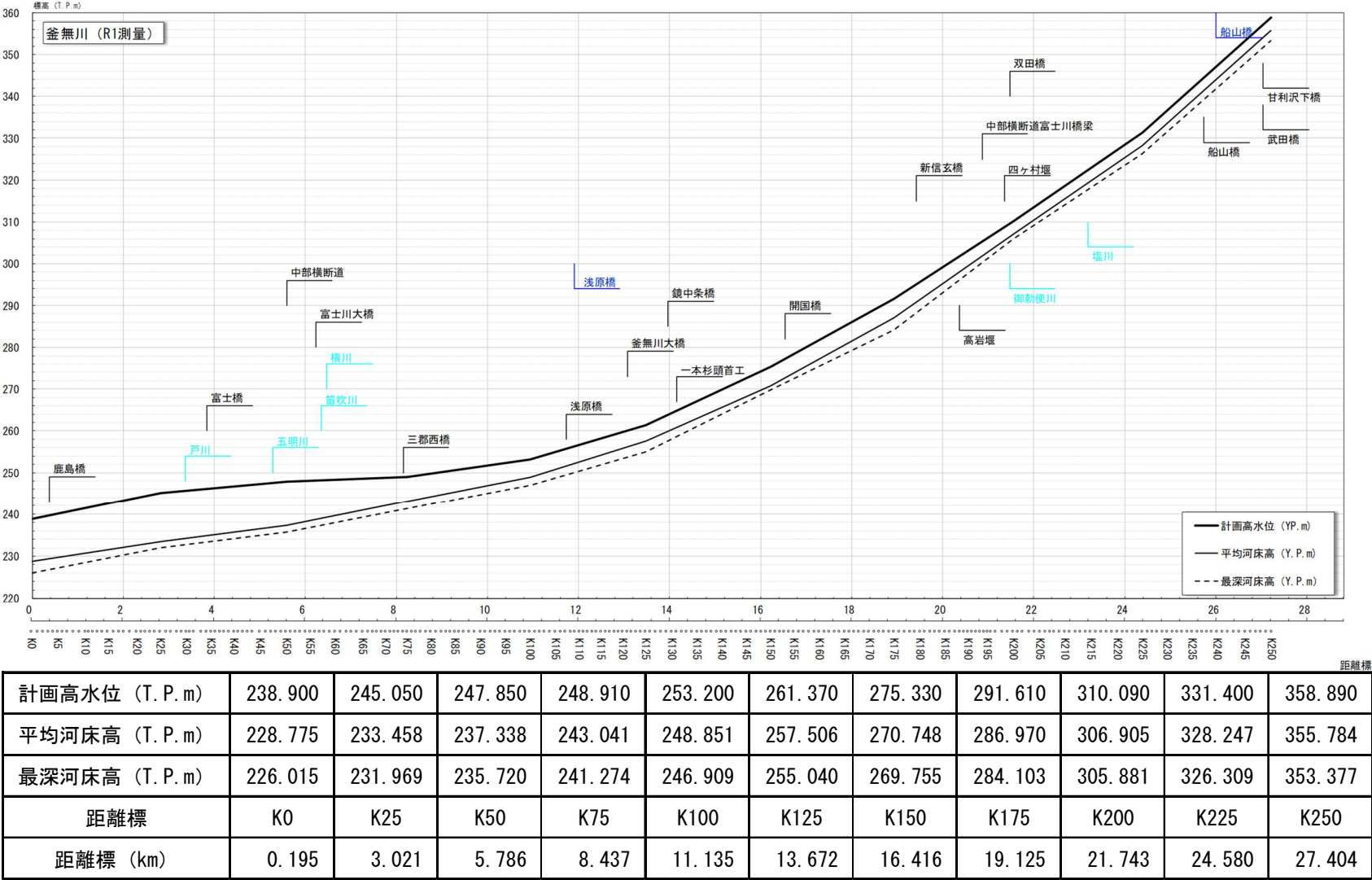


図 4.2 計画縦断図（釜無川）

計畫高水位 (T. P. m)	248. 900	249. 920	251. 050	253. 260	255. 550	258. 220	262. 360	272. 400	289. 950	323. 080	366. 170	394. 090
平均河床高 (T. P. m)	238. 257	241. 544	243. 261	245. 567	248. 615	251. 746	257. 562	268. 826	286. 250	319. 322	362. 934	389. 635
最深河床高 (T. P. m)	236. 829	239. 417	241. 190	243. 850	246. 462	250. 215	255. 893	267. 549	285. 421	318. 381	362. 719	387. 717
距離標	F0	F25	F50	F75	F100	F125	F150	F175	F200	F225	F250	F264
距離標 (km)	0. 000	2. 781	5. 401	8. 154	11. 015	13. 805	16. 498	19. 313	21. 847	24. 354	26. 857	28. 278

図 4.3 計画縦断面図（笛吹川）

表 4.1 主要な地点における計画高水位及び概ねの川幅一覧表

河川名	地 点 名	河口又は合流点 からの距離(km)		計画 高水位	川幅 (m)
				T.P.(m)	
富士川	船山橋	河口から	83.7	344.84	310
	浅原橋	〃	69.7	255.69	420
	清水端	〃	60.9	245.34	150
	北松野	〃	10.7	52.10	160
笛吹川	亀甲橋	富士川合流点から	25.9	348.26	110
	石和	〃	19.1	271.01	230
	桃林橋	〃	4.8	250.61	250

(注)T.P.:東京湾中等潮位

5 河川管理施設等の整備の現状

富士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

堤防の整備状況（令和5年（2023年）3月末時点）は表5.1のとおりである。

表 5.1 堤防整備の状況

区分	延長(km)
完成堤防	112.4
暫定堤防	38.7
未施工区間	14.5
堤防不必要区間	84.7
計	250.3

* 令和5年3月末時点

* 延長は、大臣管理区間(ダム管理区間を除く)の左右岸の合計である。

* 暫定堤防は、H.W.L 以上の堤防と H.W.L 未満の堤防の合計である。

2) 洪水調節施設

富士川水系の洪水調節施設は、指定区間において完成 5 施設の洪水調節施設がある。

完成施設 : 概ね 18,100 千 m^3

残りの必要容量 : 0 m^3

3) 排水機場等

富士川水系では、50箇所樋門及び樋管、5箇所の排水機場がある。

河川管理施設：43m³/s

許可工作物：33m³/s

※大臣管理区間の施設のみである。