

常願寺川水系河川整備基本方針

基本高水等に関する資料（案）

令和 年 月

国土交通省 水管理・国土保全局

目 次

1. 基本高水の検討	1
1.1 工事実施基本計画	1
1.2 河川整備基本方針	1
1.3 河川整備基本方針策定後の状況	3
1.4 新たな流出解析モデルの構築	4
1.5 基本高水ピーク流量の設定	14
1.6 対象降雨の継続時間の設定	14
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	27
1.8 主要降雨波形の設定	31
1.9 対象降雨の地域分布及び時間分布の検討	33
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	36
1.11 アンサンブル予測降雨波形による検討	38
1.12 既往洪水からの検討	47
1.13 総合的判断による基本高水のピーク流量の決定	48
2. 高水処理計画	50
3. 計画高水流量	51
4. 河道計画	52
5. 河川管理施設等の整備の状況	54

1. 基本高水の検討

1.1 工事实施基本計画

昭和 50 年（1975 年）に策定された常願寺川水系工事实施基本計画では、以下に示すとおり、基準地点^{かめいわ}瓶岩における基本高水のピーク流量を $4,600\text{m}^3/\text{s}$ としている。

- ① 計画の規模は、流域の重要性及び全国他河川流域とのバランスを総合的に勘案して、1/150 に設定した。
- ② 降雨継続時間は、実績降雨の継続時間等を考慮して 2 日とし、昭和 15 年（1940 年）～昭和 47 年（1972 年）までの 33 年間の 2 日雨量を確率処理して基準地点^{かめいわ}瓶岩の確率規模（1/150）の計画降雨量を $497.5\text{mm}/2$ 日と決定した。
- ③ 昭和 34 年（1959 年）7 月、昭和 39 年（1964 年）7 月、昭和 44 年（1969 年）8 月、昭和 46 年（1971 年）6 月、昭和 46 年（1971 年）9 月の 5 洪水により流出計算モデル（貯留関数法）を同定した。
- ④ 既往洪水の中から、計算ピーク流量が最大となる昭和 44 年（1969 年）8 月の洪水を選定し、 $4,600\text{m}^3/\text{s}$ を基本高水のピーク流量と決定した。

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、下記に示す様々な手法により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、基準地点^{かめいわ}瓶岩の基本高水のピーク流量を $4,600\text{m}^3/\text{s}$ とし、平成 17 年（2005 年）11 月に常願寺川水系河川整備基本方針を策定した。

- ① 流量確率評価による検証
相当年数の流量データが蓄積されたこと等から、流量データを確率統計処理することにより、基本高水のピーク流量を検証した。
- ② 既往洪水からの検証
時間雨量等の記録が存在する実績洪水や過去の著名洪水を、各種条件のもとに再現が可能となったことから基本高水のピーク流量を検証した。

(1) 流量確率評価による検証

流量データを確率統計処理することにより、基本高水のピーク流量を検証した。流量確率の検討の結果、基準地点^{かめいわ}瓶岩における 1/150 規模の流量は 4,000～4,700m³/s と推定された。

表 1.1 1/150 確率流量（基準地点^{かめいわ}瓶岩）

確率分布モデル	確率流量（m ³ /s）
平方根指数型最大値分布	4,000
一般化極値分布	4,700
対数ピアソンⅢ型分布（原標本）	4,300
対数ピアソンⅢ型分布（積率法）	4,700
対数正規分布（岩井法）	4,200
対数正規分布（クオントイル法）	4,500
2 母数対数正規分布（L 積率法）	4,200
2 母数対数正規分布（積率法）	4,200

(2) 既往洪水からの検証

時間雨量等の記録が存在する実績洪水及び過去の著名洪水について、各種条件の下で再現計算が可能となったことから、基本高水のピーク流量を検証した。常願寺川では、過去の洪水において流域全体が湿潤状態となった事例があることを踏まえ、時間雨量の記録が存在する洪水について流域が湿潤状態にあるものと仮定して流出計算を行った。その結果、昭和 34 年（1959 年）7 月 10 日洪水では、基準地点瓶岩において約 4,700m³/s となった。

1.3 河川整備基本方針策定後の状況

平成 17 年（2005 年）11 月に河川整備基本方針（以降、「既定計画」という。）を策定して以降、計画降雨量（瓶岩上流域 498mm/2 日）を超過する降雨は発生しておらず、基準地点瓶岩において基本高水のピーク流量 4,600m³/s を超過する洪水も発生していない。

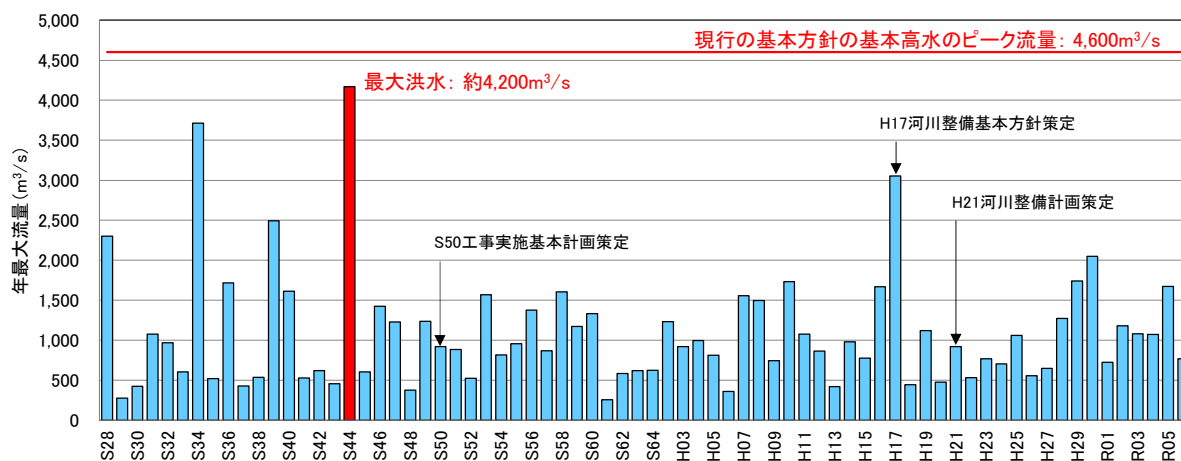


図 1.1 年最大流量（ダム氾濫戻し流量）（基準地点^{かめいわ}瓶岩）

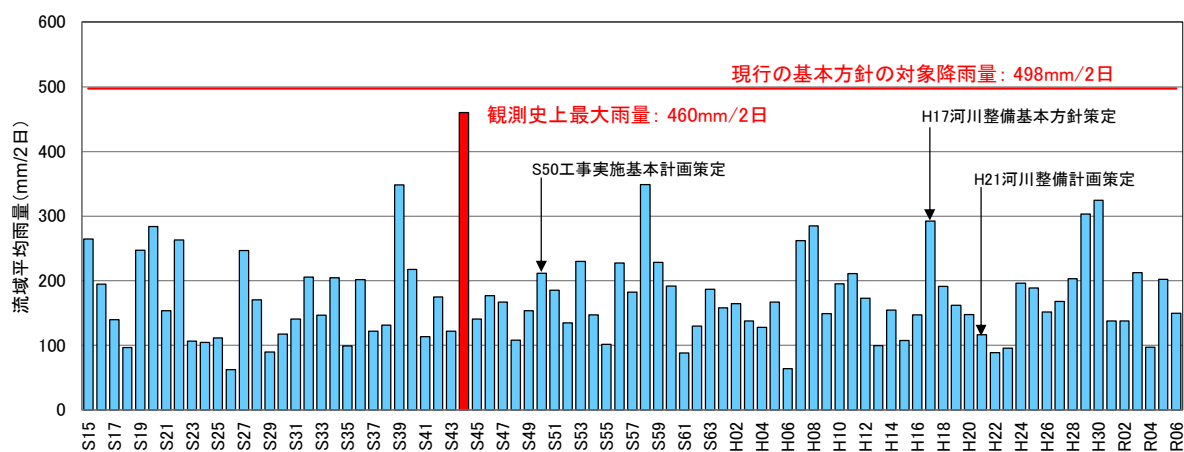


図 1.2 年最大流域平均雨量（基準地点^{かめいわ}瓶岩上流域）

1.4 新たな流出解析モデルの構築

降雨を流量ハイドログラフに変換するため、貯留関数法による流出計算モデルを構築し、流域における過去の主要洪水の降雨特性を用いて、モデル定数を設定した。

1.4.1 貯留関数の計算手法

貯留関数法の基礎式を以下に示す。

常願寺川は国内でも有数の急流河川であるため、河道の貯留効果は小さいと考えられる。これを踏まえて、河道は流下時間のみを考慮することとした。

【流域の貯留関数】

$$Sl = K \cdot ql^p \quad (\text{運動式})$$

$$\frac{dSl}{dt} = r - ql \quad (\text{連続式})$$

$$Ql = \frac{1}{3.6} \cdot \{f_1 \cdot A \cdot ql + (1 - f_1)A \cdot qsa, l\} + Q_B$$

ここに、 Sl : 見かけの流域貯留量 (mm)

ql : 遅滞時間 Tl を考慮した流出高 $ql(t) = q(t + Tl)$ (mm/h)

qsa, l : 飽和雨量後の降雨による流出高 (mm/h)

Ql : 全流出量 $Ql(t) = Q(t + Tl)$ (m³/s)

r : 流域平均雨量 (mm/h)

A : 流域面積 (km²)

f_1 : 一次流出率

Q_B : 基底流量 (m³/s)

運動式と連続式は面積率 f_1 の流出域と面積率 $1 - f_1$ の浸透域にそれぞれ適用され、流出域と浸透域の有効降雨強度 r_e はそれぞれ次式で求められる。 f_1 は一次流出率、 f_{sa} は飽和流出率で、多くの場合、 f_{sa} は 1 となっている。

流出域 $r_e = r$

浸透域 $r_e = 0 \quad 0 \leq \sum r < R_{sa}$

$= 0 \quad R_{sa} \leq \sum r$

ここに、 r : 流域平均降雨強度 (mm/h)

R_{sa} : 飽和雨量 (mm)

流域ブロック末端の計算流量は、流出域及び浸透域における計算直接流出量に基づいて次式で求められる。

$$Q = \frac{1}{3.6} \cdot f_1 \cdot A \cdot q_r + \frac{1}{3.6} \cdot (f_s - f_1) \cdot A \cdot q_{ir} + Q_b$$

ここに、 Q : 流域ブロック (サブ流域) 末端の計算流量 (m³/s)

Q_r : 流出域の計算直接流出量 (mm/h)

Q_i : 浸透域の計算直接流出量 (mm/h)

A : 流域面積 (km²)

Q_b : 基底流量 (m³/s)

1.4.2 流域分割と流出系統

流域分割図を図 1.3、流出モデル図を図 1.4 に示す。

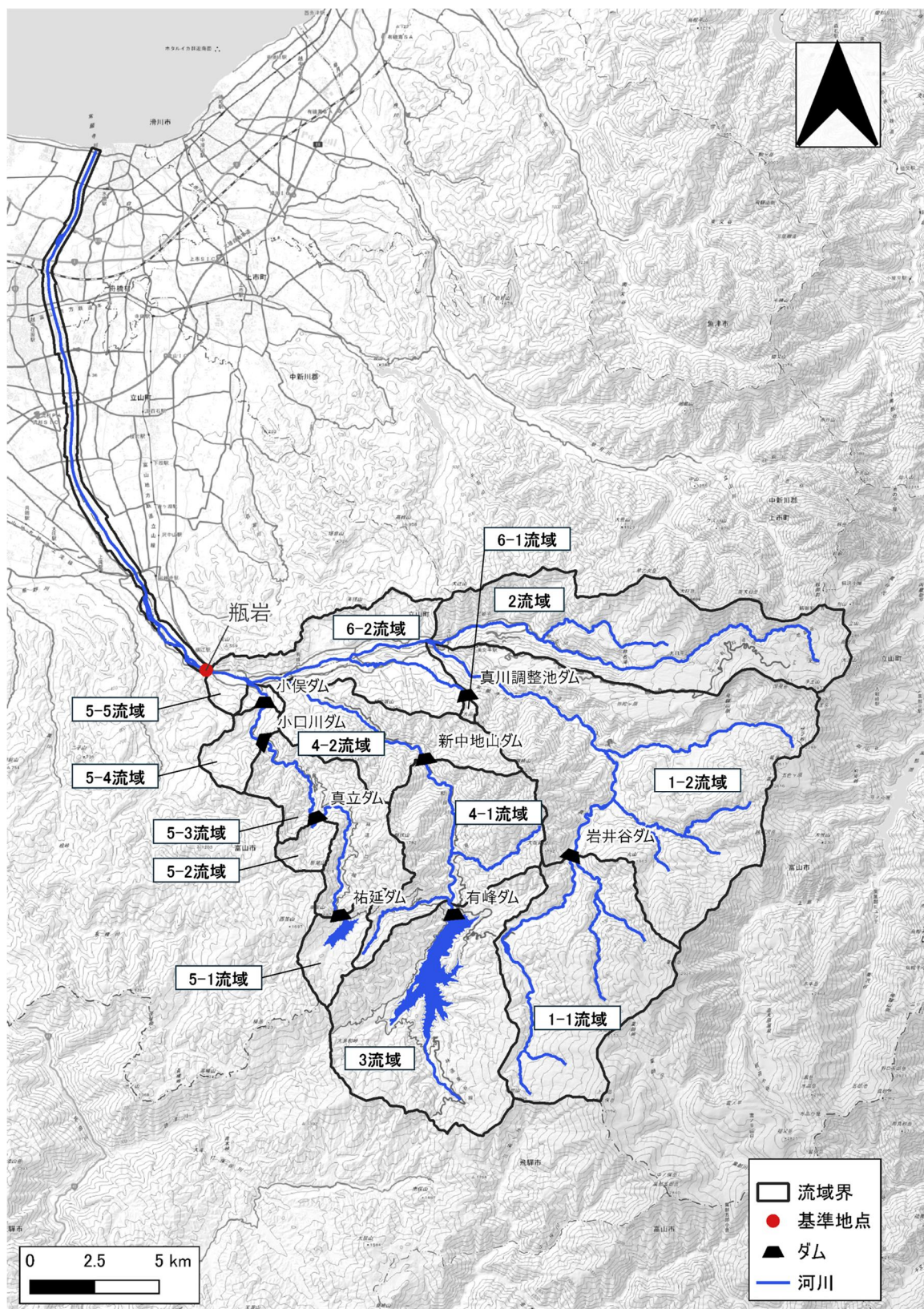


図 1.3 流域分割図

1.4.3 定数の設定

(1) 一次流出率及び計画飽和雨量の設定

一次流出率及び計画飽和雨量は、実績の総雨量と実績の総流出高の関係を整理し、その関係から設定した。対象洪水は、基準地点^{かめいわ}瓶岩の計算流量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ 以上（基準水位を有する大川寺観測所の氾濫注意水位相当の流量以上）の洪水群とした。

総雨量や総流出高の算出に当たっては、図 1.5 に示すように、実績流量のハイドログラフをもとに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。

一般に、ハイドログラフの低減部を片対数紙に描き、3本の直線で「表面流出成分」、「中間流出成分」、「地下水流出成分」を近似すると、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。常願寺川流域の大部分は自然地形（森林・農地等）で構成されているため、流出は表面流出成分のほか、側方浸透流による中間流出成分及び地下水流出成分に分けられると考えられる。したがって、常願寺川では、ピーク以降の流量を3本の直線で分離し、洪水末期から1つ目の折れ点を直接流出の終了点とした(図 1.6 参照)。初期損失雨量の設定については、洪水の立ち上がりを定めて、それ以前の降雨は初期損失雨量として取り扱い、総降雨量に含めないものとして整理した。

検討結果を図 1.7 に示す。同図より、一次流出率 $f1=0.5$ 、計画飽和雨量 $R_{sa}=130\text{mm}$ と設定した。

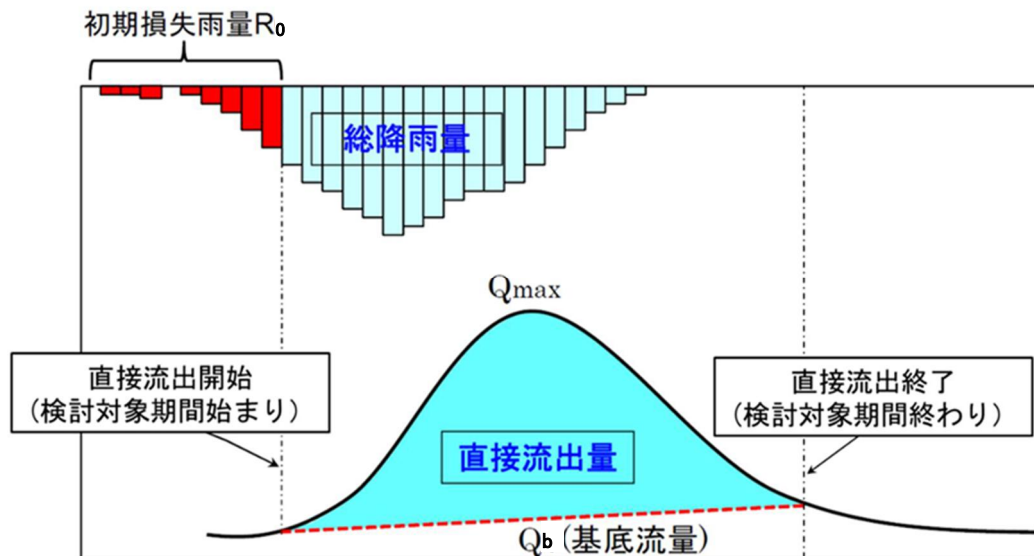


図 1.5 成分分離（検討対象期間設定）の概念図

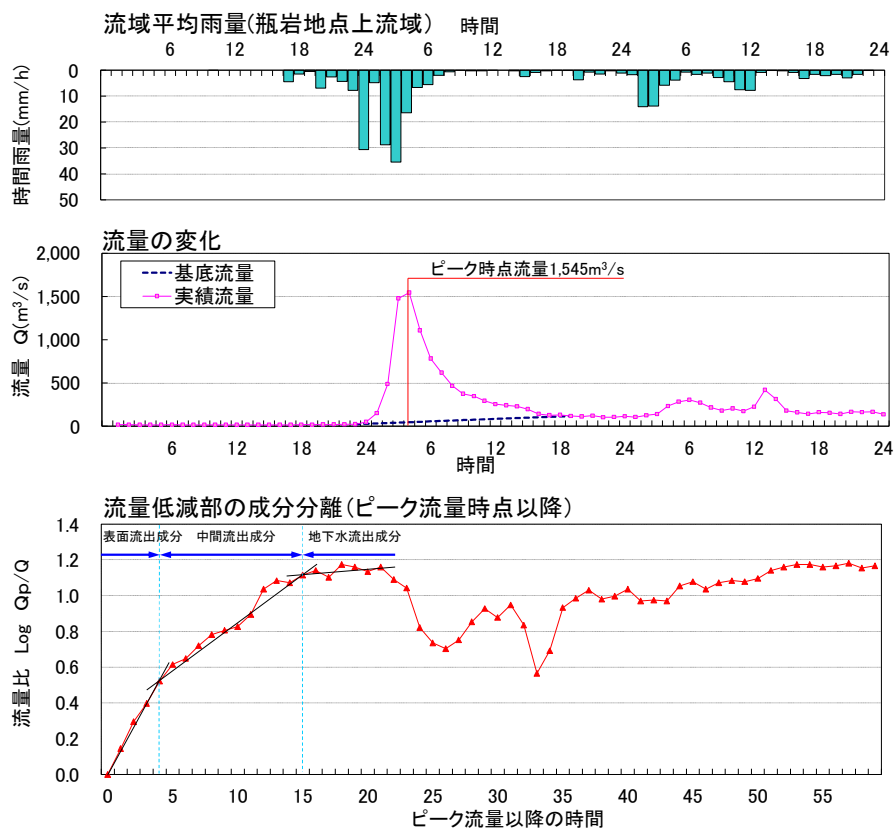


図 1.6 洪水ごとの検討対象期間の設定例 (S47.7 洪水)

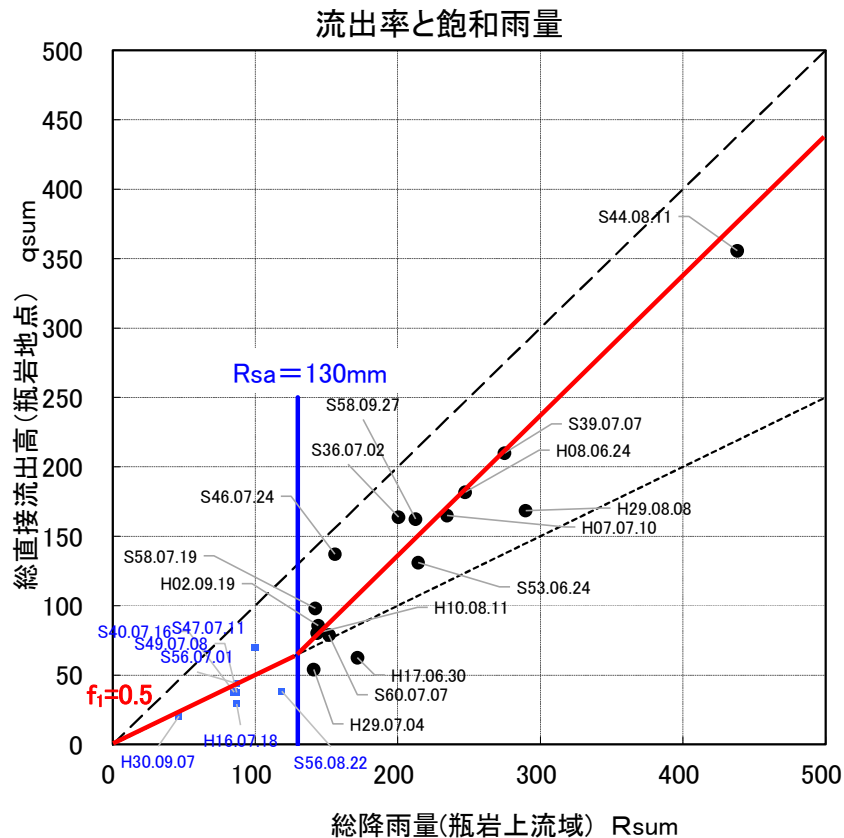


図 1.7 一次流出率及び計画飽和雨量の設定

(2) 流域定数の設定

既定計画策定以降の流域の土地利用状況に大きな変化がないことから、流域定数 K、p、Tl は既定計画の設定値を用いた。

表 1.3 流域定数の一次設定

流域 No.	流域名	流域面積 A(km ²)	流域定数		遅滞時間 Tl(h)
			K	p	
1-1	1 岩井谷ダム流域	43.7	22.72	0.22	1.06
1-2	2 本川流域	86.2	22.72	0.22	1.06
2	3 称名川流域	48.2	26.69	0.19	1.10
3	4 有峰ダム流域	52.5	25.32	0.19	0.54
4-1	5 新中地山ダム流域	30.0	18.64	0.26	0.88
4-2	6 和田川残流域	21.8	18.64	0.26	0.88
5-1	7 祐延ダム流域	6.5	22.83	0.22	1.00
5-2	8 真立ダム流域	3.1	22.83	0.22	1.00
5-3	9 小口川ダム流域	21.0	22.83	0.22	1.00
5-4	10 小俣ダム流域	5.6	22.83	0.22	1.00
5-5	11 小口川残流域	1.2	22.83	0.22	1.00
6-1	12 真川調整池流域	0.4	13.21	0.33	0.56
6-2	13 本川残流域	23.9	13.21	0.33	0.56
合計		344.0			

(3) 河道定数の設定

常願寺川は急流河川であるが、一般に急流河川では、河道貯留効果は限定的である。このため、常願寺川の貯留関数モデルでは、河道の貯留効果は見込まず、河道の遅れのみ考慮することとした。

設定する河道は、河道延長が比較的長くなる区間として、常願寺川の称名川合流点～和田川合流点（流域 6-2 の河道区間）を河道 A とし、和田川の有峰ダム～常願寺川合流点（流域 4-1～4-2 の河道区間）を河道 B として設定した。河道の遅れ時間はクラーク・ヘン式から設定した。河道 B は、河道 A の概ね 2 倍の延長であることも踏まえて、流下時間を設定することとした。

整理結果を表 1.4 に示す。流下時間を河道 A では 0.5 時間、河道 B では 1 時間と設定した。

表 1.4 河道の遅れ時間の設定

区分	対象河川	区間	流下時間
河道A	常願寺川	称名川合流点～和田川合流点 (流域6-2の河道区間)	0.5時間
河道B	和田川	有峰ダム～常願寺川合流点 (流域4-1、4-2の河道区間)	1.0時間

※急流河川のため、河道貯留は考慮しない

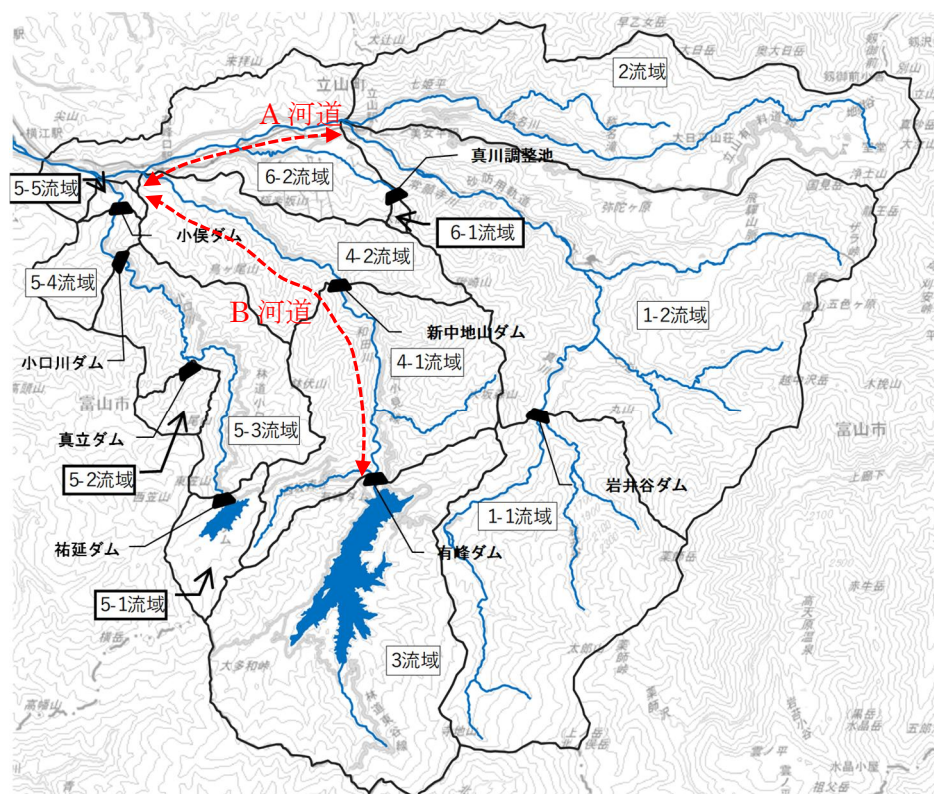


図 1.8 河道区分

(4) 再現計算結果

計画のモデル定数のうち、 Q_b および R_{sa} を変化させながら主要洪水の再現計算を行った。図 1.9～図 1.11 に示す結果のとおり、洪水の立ち上がり部、ピーク部及び低減部のいずれも精度よく再現できている。

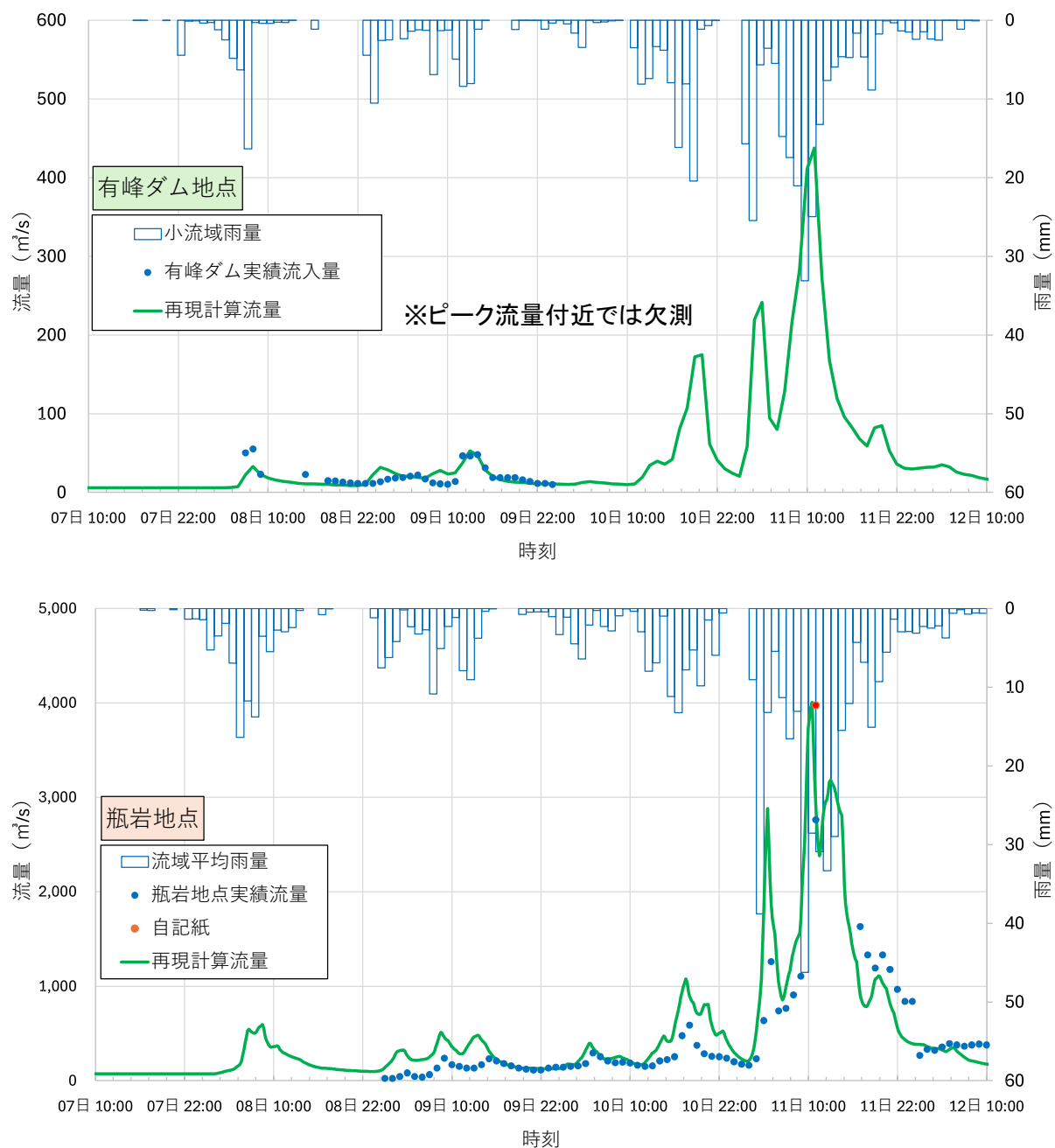


図 1.9 再現計算結果 S44.8.11 洪水

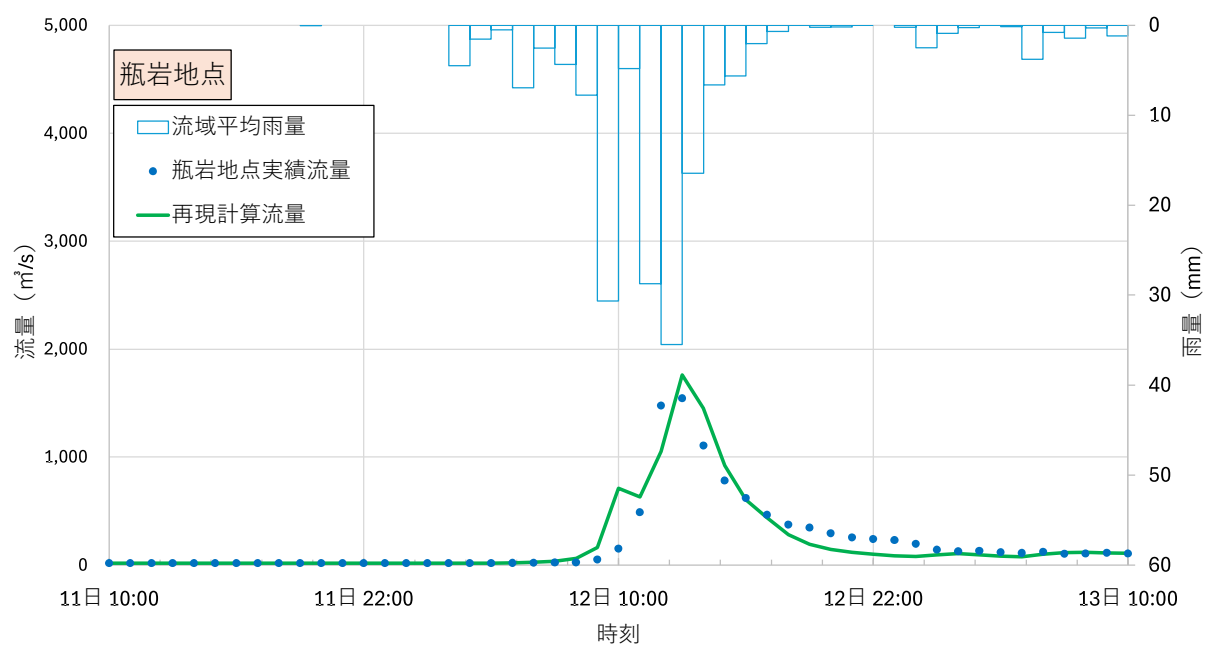
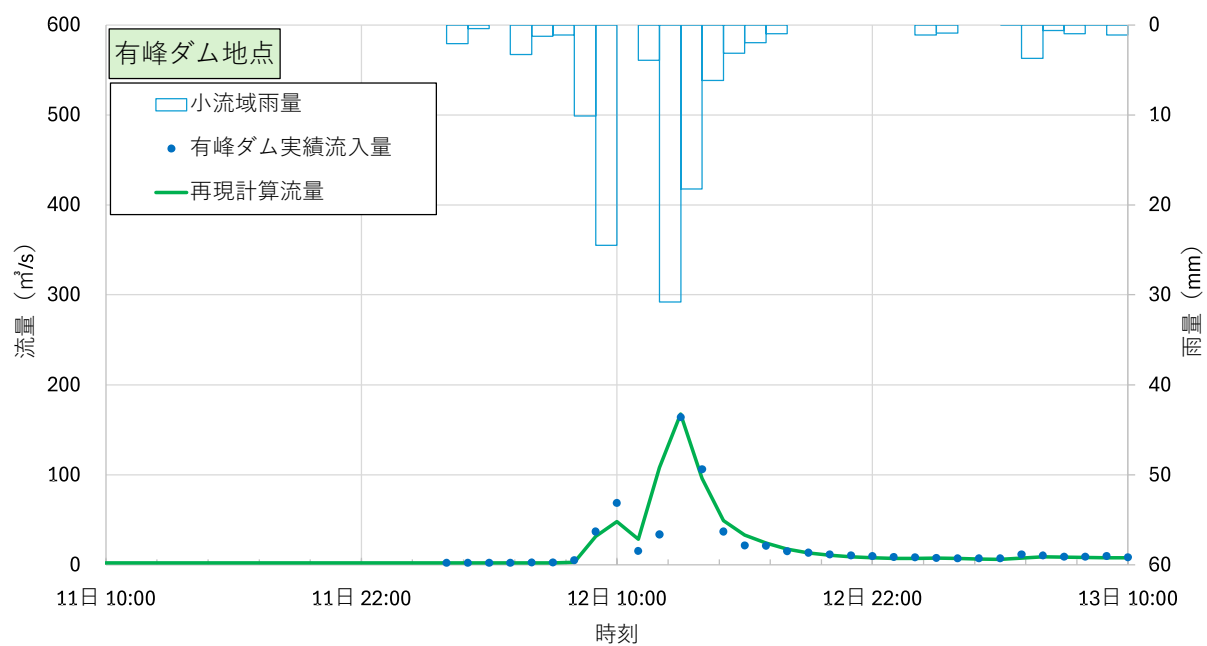


図 1.10 再現計算結果 H10.8.12 洪水

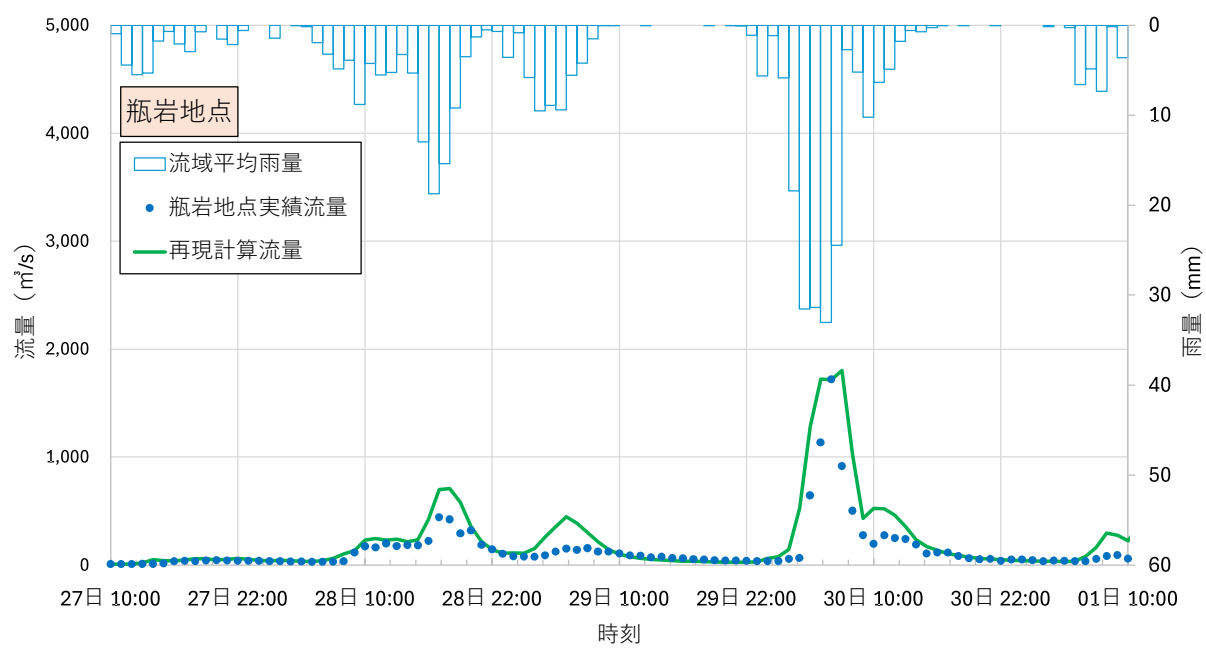
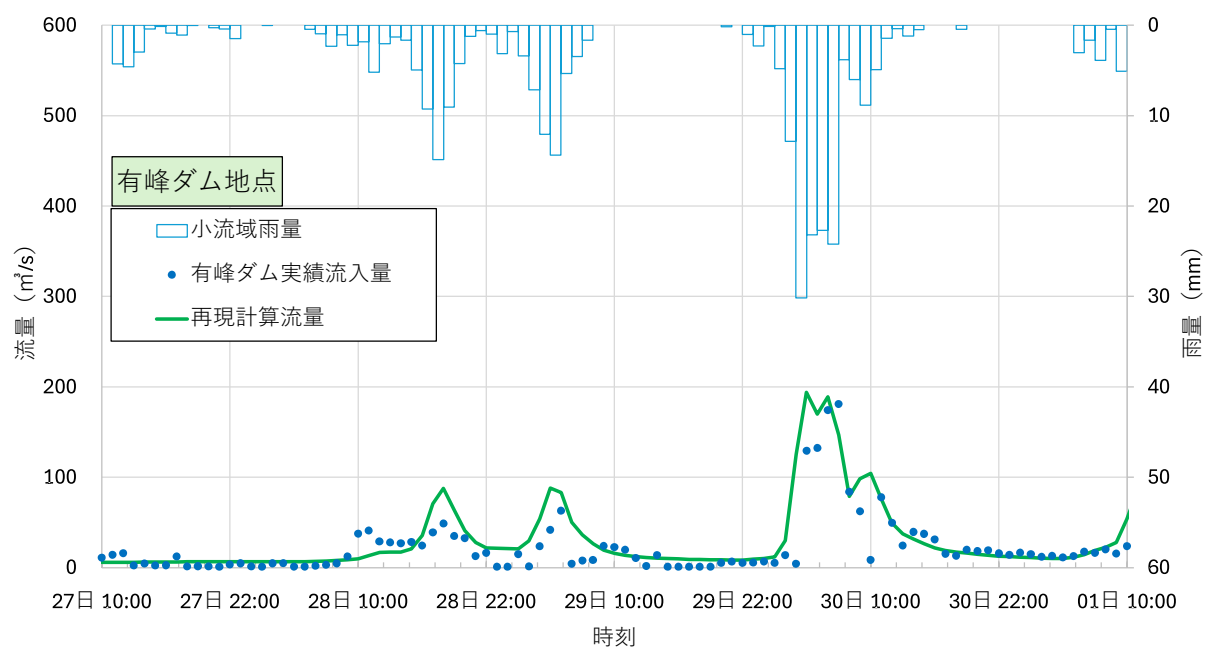


図 1.11 再現計算結果 H17.6.30 洪水

1.5 基本高水のピーク流量の設定

1.5.1 基本高水のピーク流量設定の考え方

基本高水のピーク流量の設定については、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した。

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

1.5.2 計画規模の設定

既定計画策定時と流域の重要度等に大きな変化がないことから、計画規模は既定計画と同様に 1/150 とした。

1.6 対象降雨の継続時間の設定

1.6.1 対象降雨の継続時間設定の考え方

常願寺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及び③強い降雨強度の継続時間を整理し設定した。

1.6.2 洪水到達時間

洪水到達時間は、以下に示す(1)Kinematic Wave 法に基づく式及び(2)角屋の式を用いて算定した。対象洪水は、基準地点^{かめいわ}瓶岩の流量上位 20 洪水とした。

(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)の計算結果を表 1.5 に示し、洪水ごとの Kinematic Wave 法による洪水到達時間の検討結果を図 1.12 に示す。

- ・ Kinematic Wave 法 : 3.0 ～ 22.0 時間 (平均 9 時間)
- ・ 角屋の式 : 5.3 ～ 8.3 時間 (平均 7.0 時間)

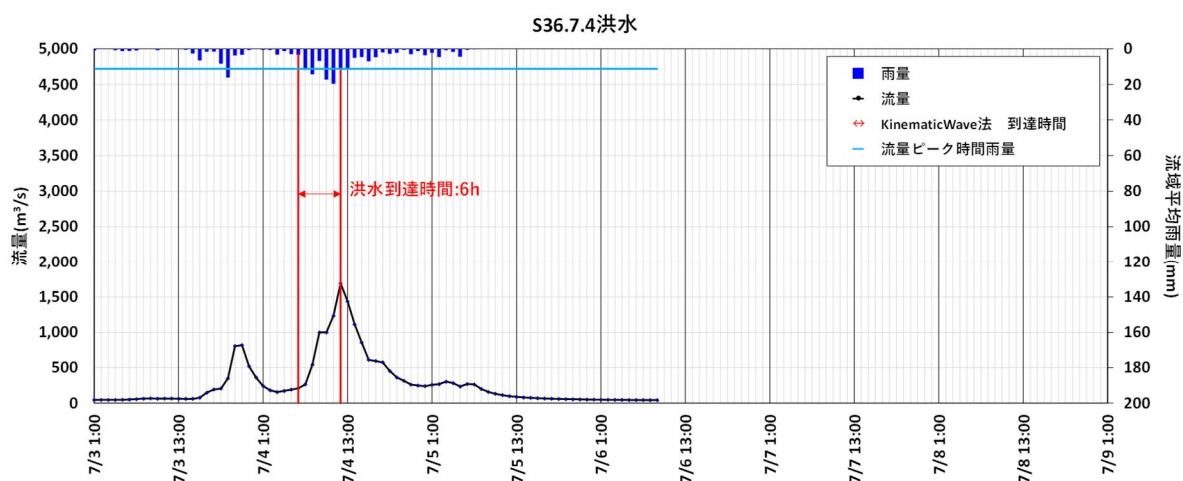
表 1.5 洪水到達時間の算定結果

洪水 No.	洪水発生 年月日	ピーク流量 (瓶岩地点) (m ³ /s)	算定結果 (h)	
			Kinematic wave法	角屋の式
1	S36.07.04	1,140	6.0	6.9
2	S39.07.08	1,618	5.0	5.9
3	S40.07.18	1,231	10.0	7.9
4	S44.08.11	3,693	8.0	5.8
5	S46.07.26	816	7.0	7.6
6	S49.07.10	930	6.0	7.2
7	S53.06.27	1,451	9.0	8.0
8	S56.07.02	1,209	10.0	8.3
9	S58.07.21	996	7.0	7.4
10	S58.09.28	1,528	15.0	7.7
11	H07.07.12	1,478	5.0	7.1
12	H08.06.25	1,380	22.0	8.0
13	H10.08.12	1,555	5.0	5.7
14	H16.07.18	1,643	3.0	5.8
15	H17.06.30	2,994	4.0	5.3
16	H18.07.19	1,528	16.0	8.2
17	H25.08.23	1,345	10.0	7.3
18	H29.07.04	1,295	4.0	6.1
19	H29.08.08	1,718	20.0	6.9
20	H30.07.05	1,922	12.0	6.6
平均値		1,574	9.2	7.0

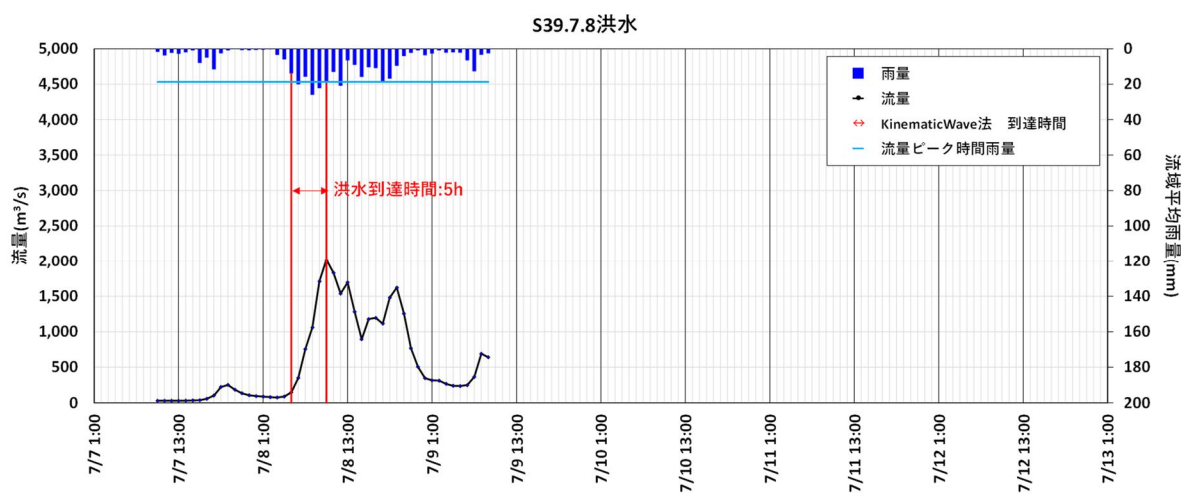
※ピーク流量は計画定数による有峰ダムの遅れ操作を見込んだ流出計算結果である。

基準地点^{かめいわ}瓶岩の計算流量上位 20 洪水で算定した。

■S36.7.4 洪水



■S39.7.8 洪水



■S40.7.18 洪水

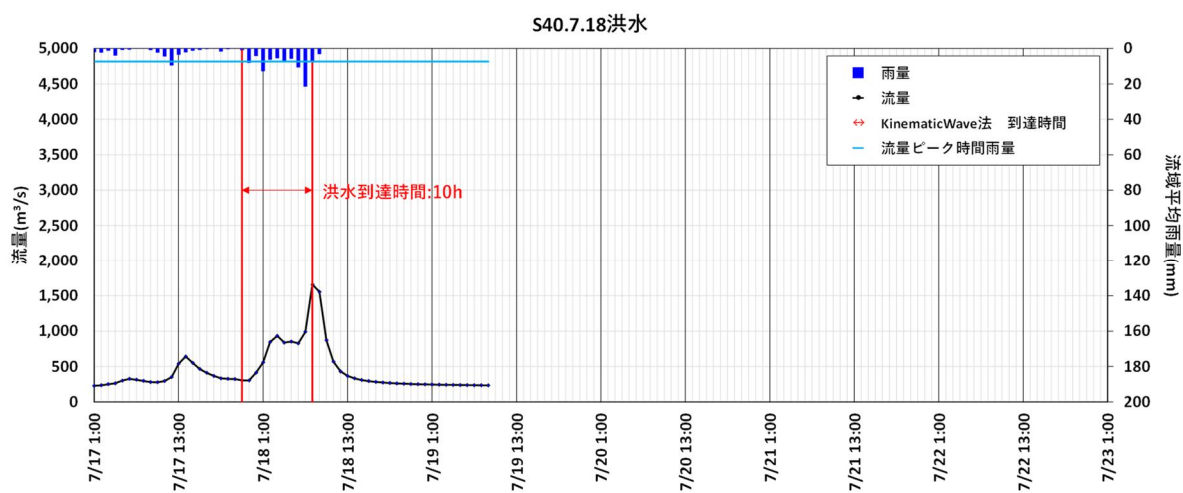
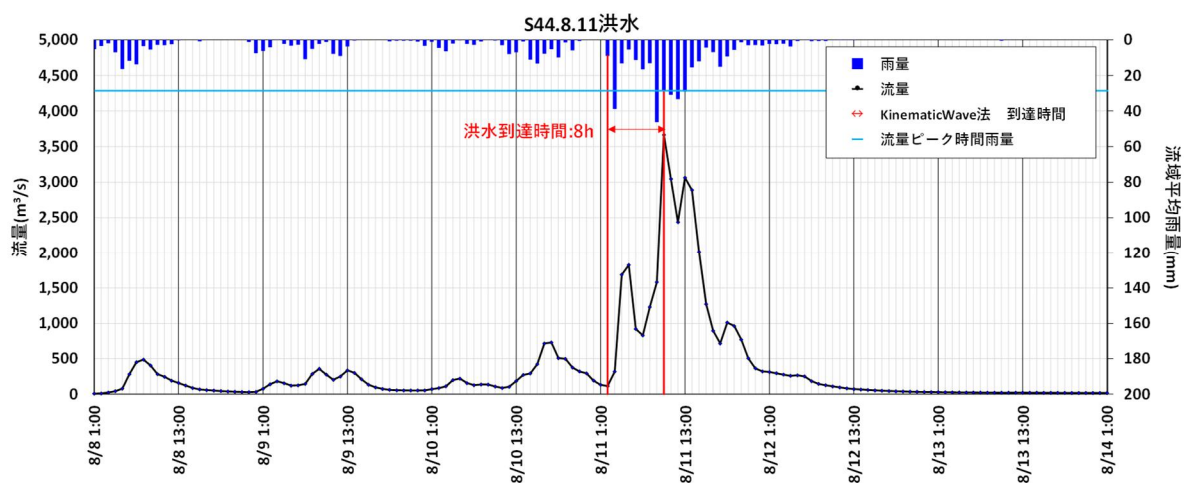
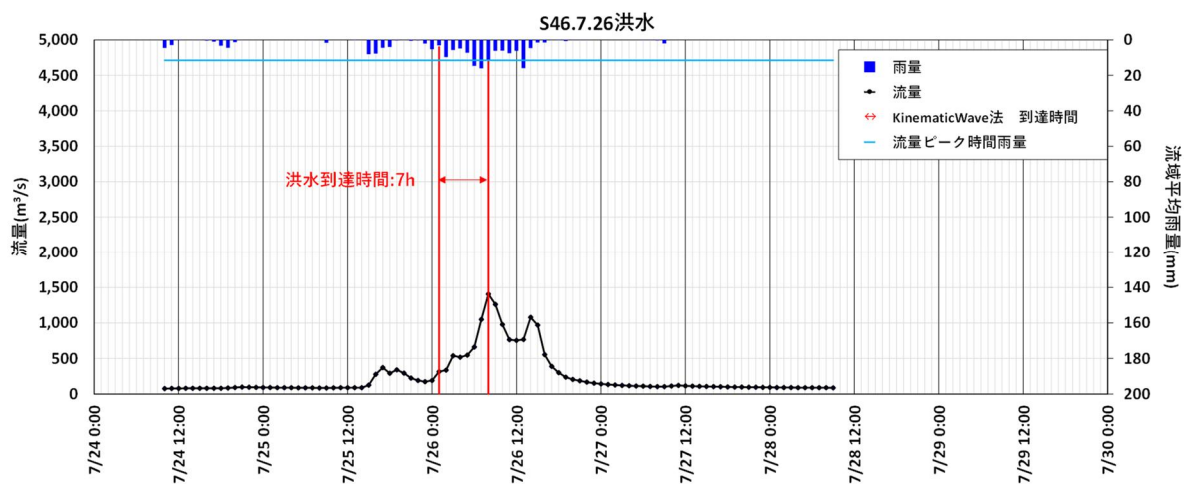


図 1.12 (1) Kinematic Wave 法による洪水到達時間

■S44.8.11 洪水



■S46.7.26 洪水



■S49.7.10 洪水

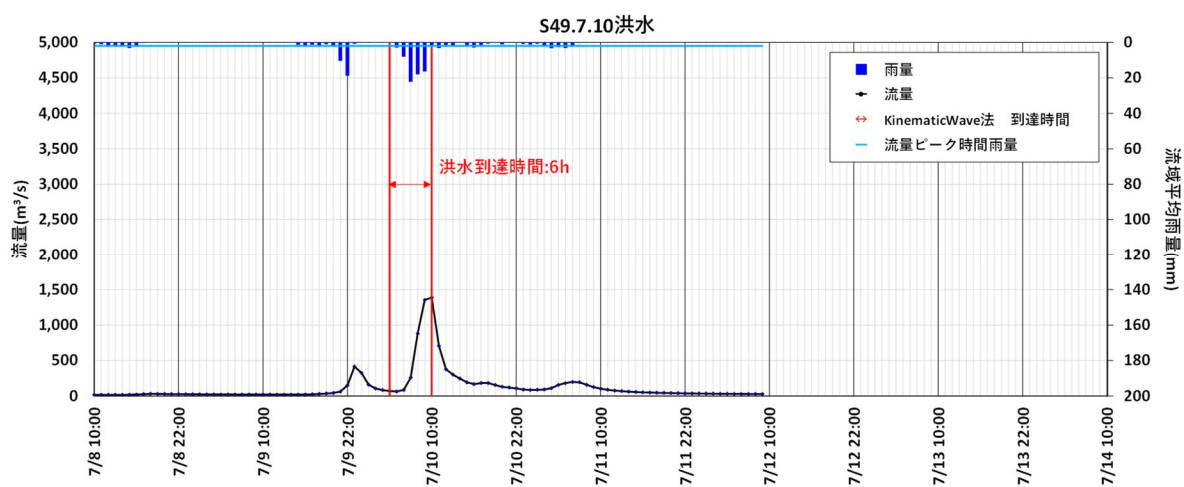
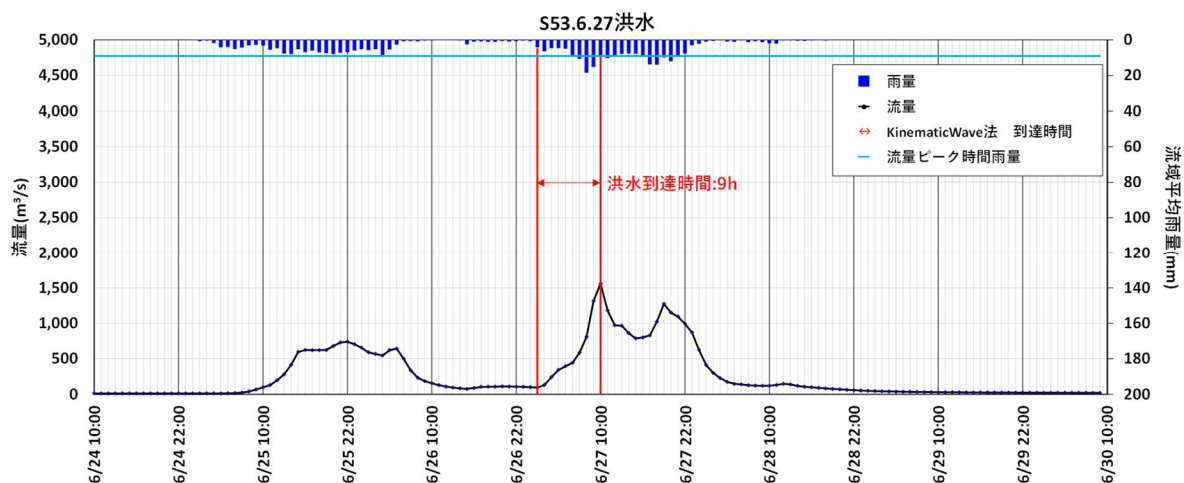
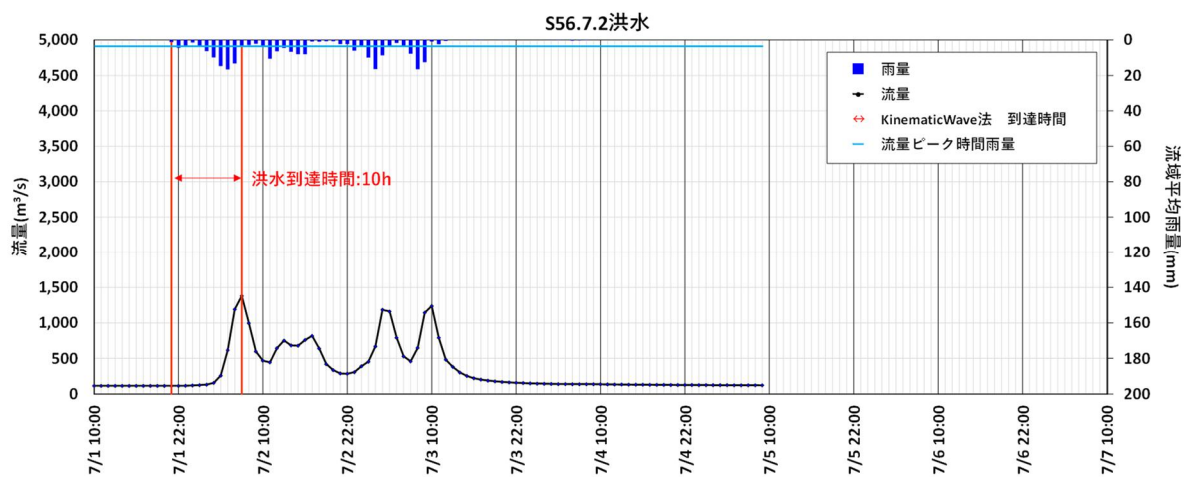


図 1.12 (2) Kinematic Wave 法による洪水到達時間

■S53.6.27 洪水



■S56.7.2 洪水



■S58.7.21 洪水

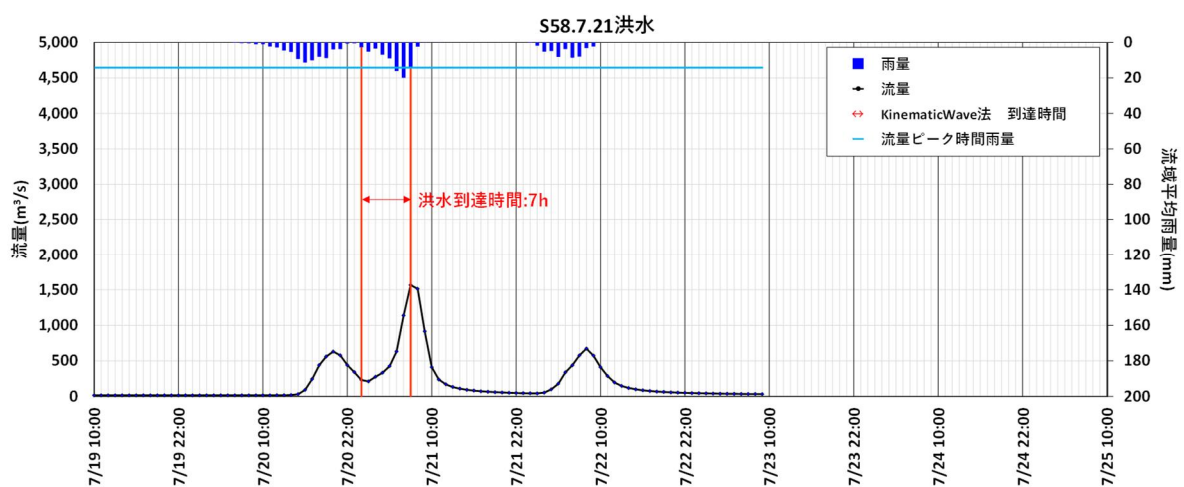
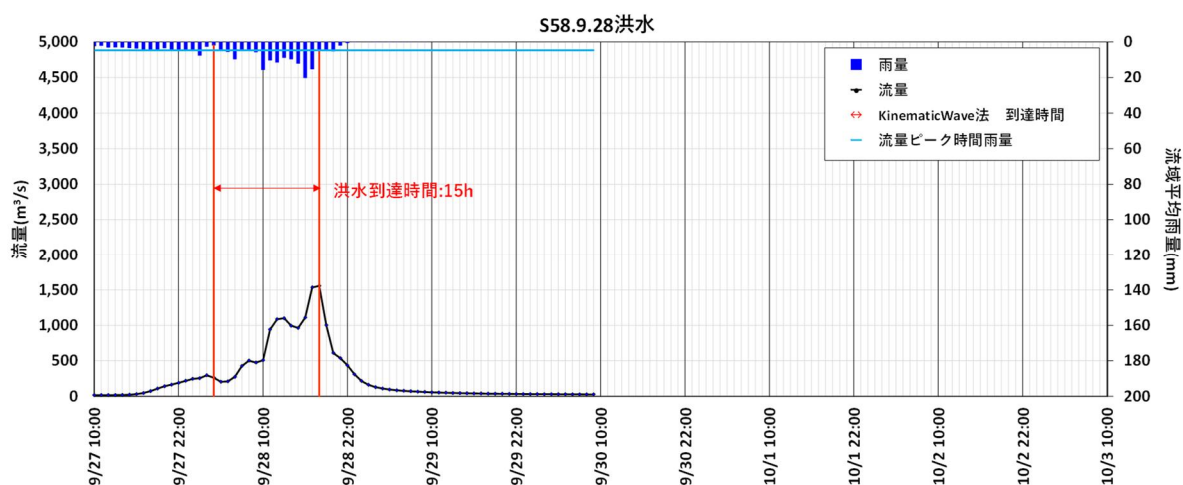
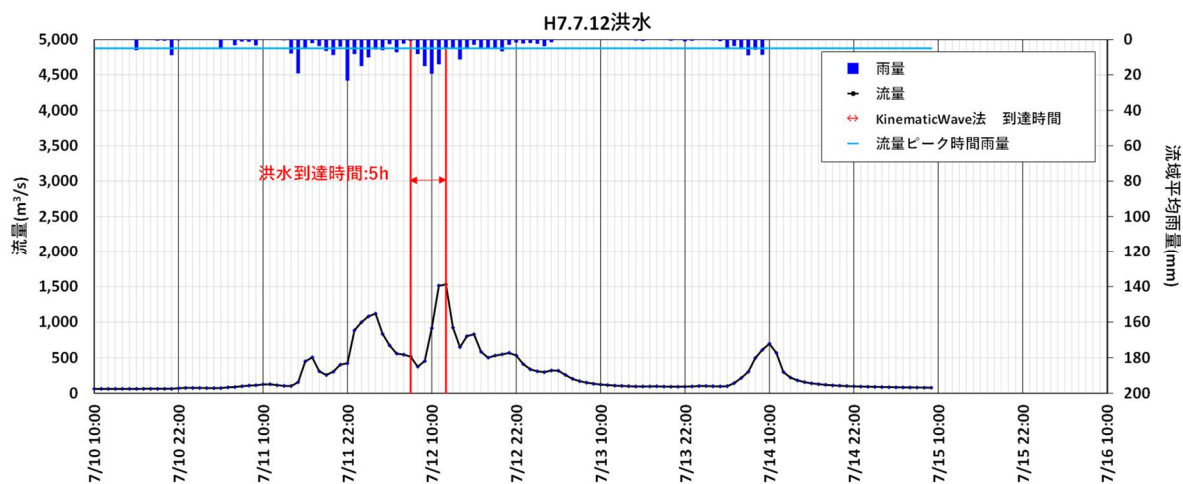


図 1.12 (3)Kinematic Wave 法による洪水到達時間

■S58.9.28 洪水



■H7.7.12 洪水



■H8.6.25 洪水

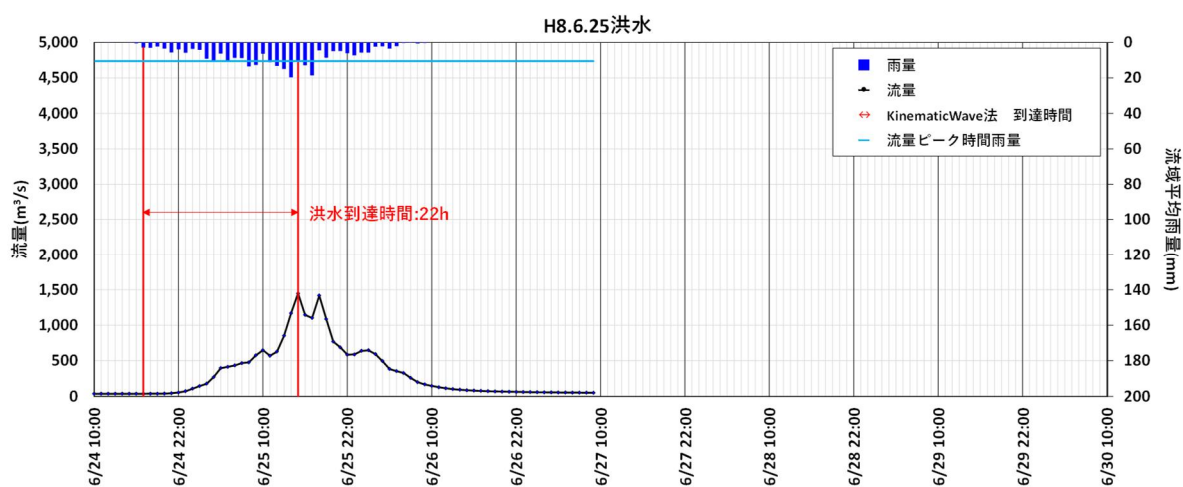
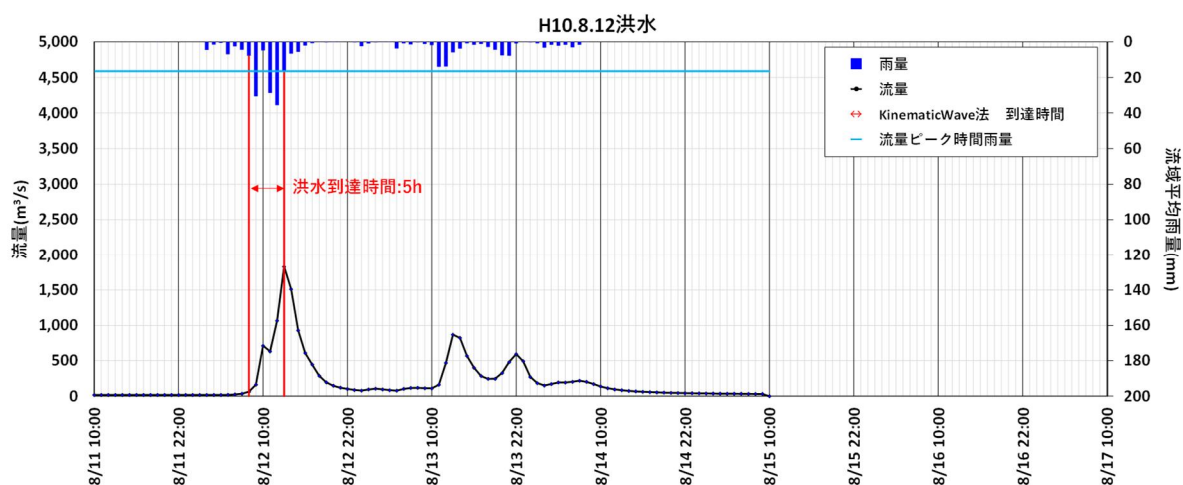
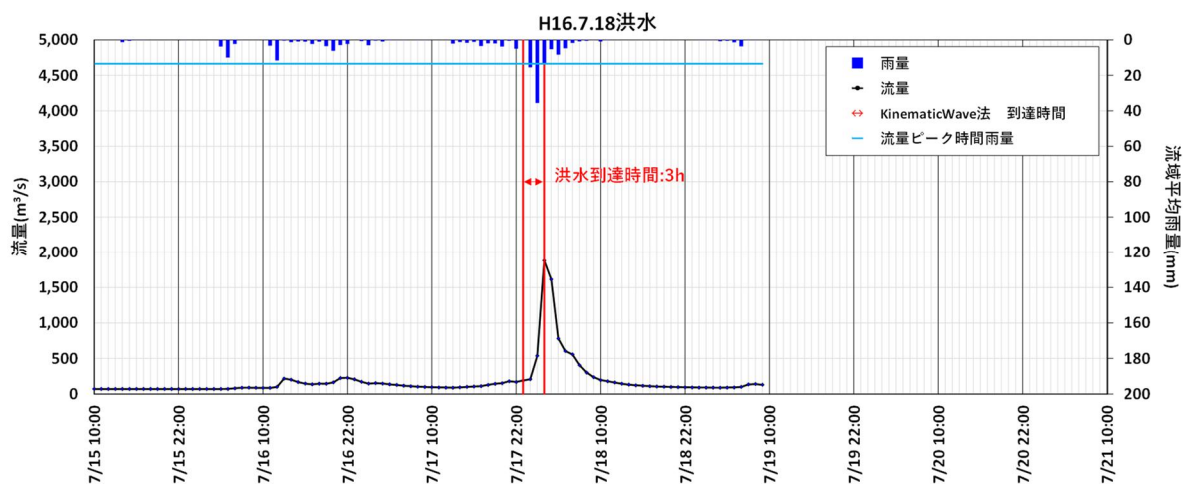


図 1.12 (4) Kinematic Wave 法による洪水到達時間

■H10.8.12 洪水



■H16.7.18 洪水



■H17.6.30 洪水

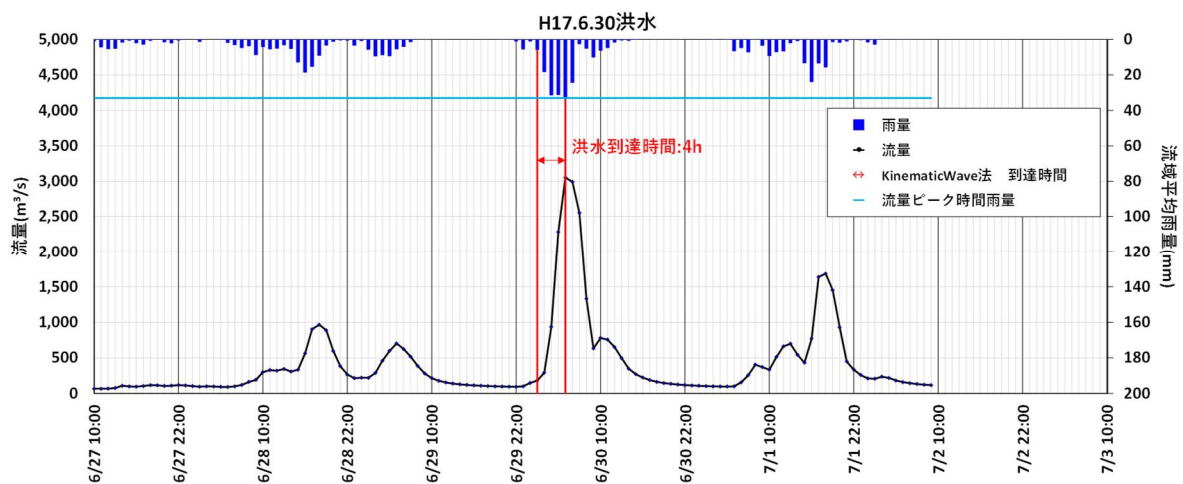
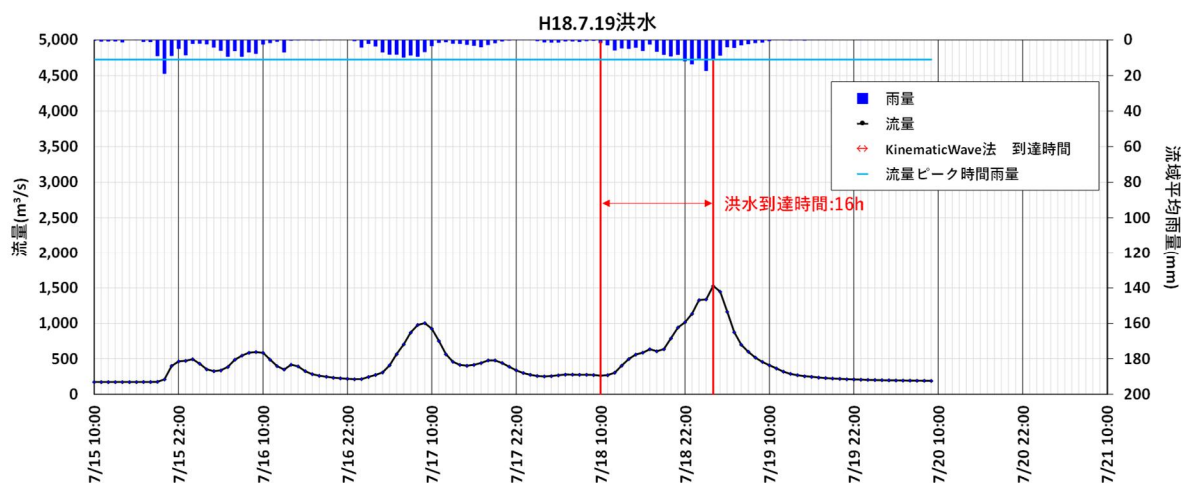
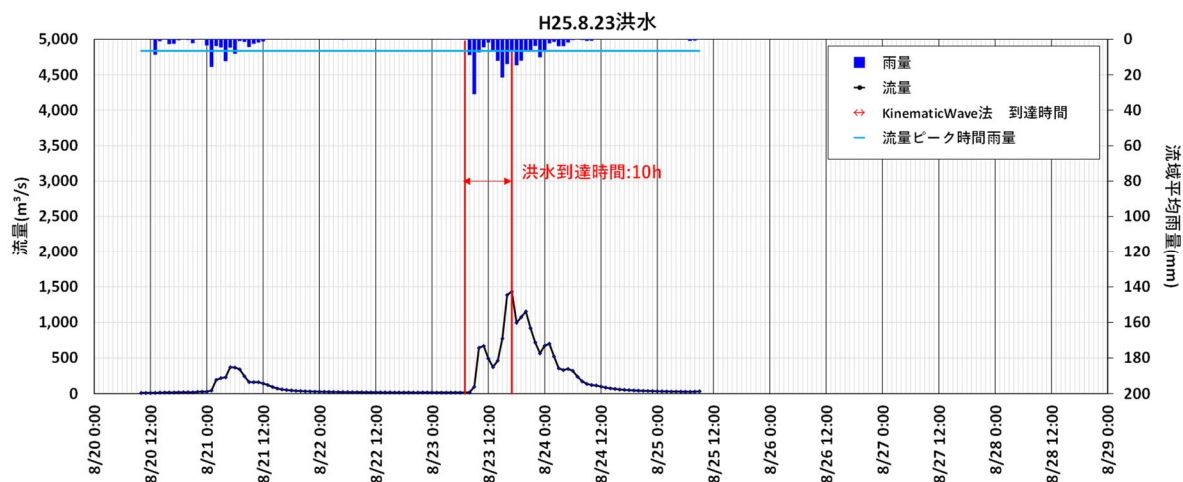


図 1.12 (5) Kinematic Wave 法による洪水到達時間

■H18.7.19 洪水



■H25.8.23 洪水



■H29.7.4 洪水

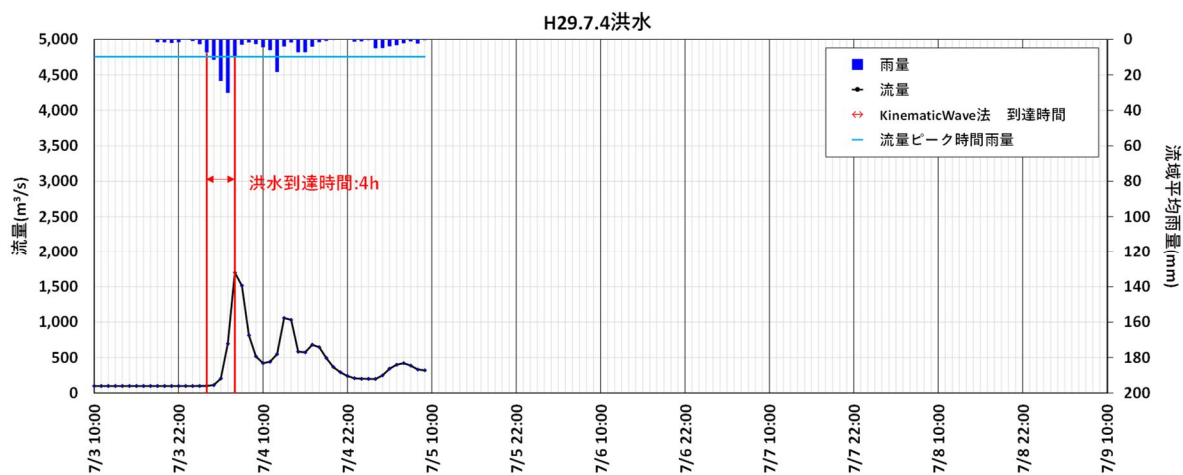
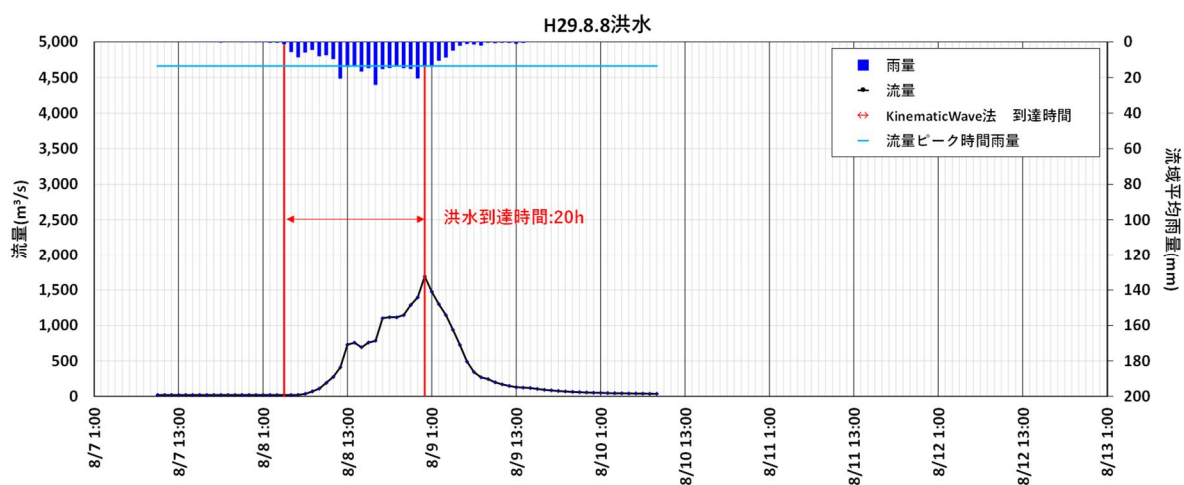


図 1.12 (6) Kinematic Wave 法による洪水到達時間

■H29.8.8 洪水



■H30.7.5 洪水

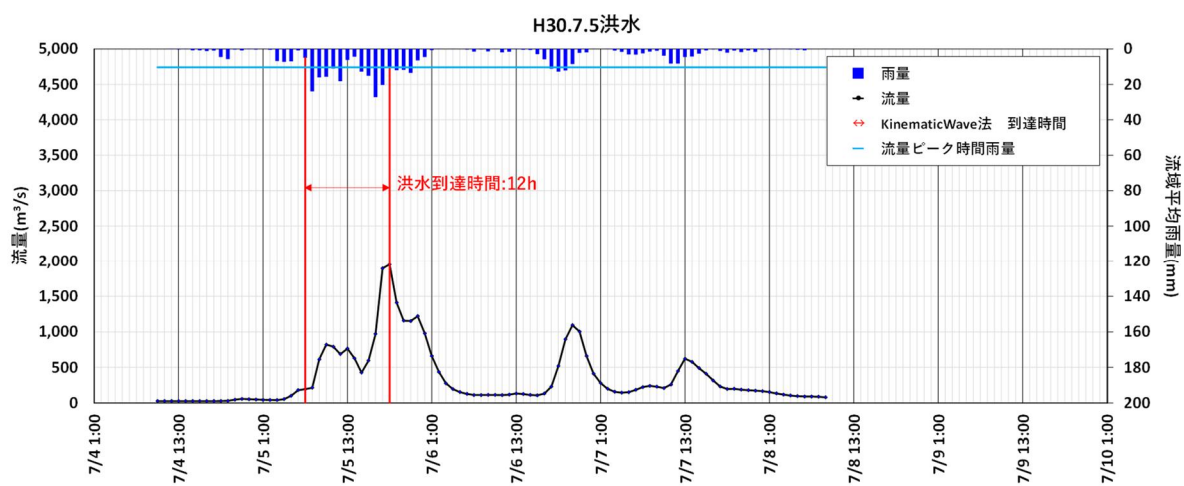


図 1.12 (7) Kinematic Wave 法による洪水到達時間

1.6.3 ピーク流量と短時間雨量の相関

時間雨量データが観測され始めた昭和 35 年（1960 年）から令和 6 年（2024 年）までの 65 年間で、基準地点^{かめいわ}瓶岩の年最大流量の洪水を対象に、ピーク流量とピーク流量生起時間から遡る短時間雨量との相関関係、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関係を整理した（図 1.13 参照）。なお、短時間雨量については、1～6(1 時間刻み)、9、12、18、24、36、48 時間雨量を対象とした。

ピーク流量と雨量の相関係数を図 1.13 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の関係を図 1.14 に、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を図 1.15 に示す。

ピーク流量との相関が高いのは、概ね 9 時間までとなった。

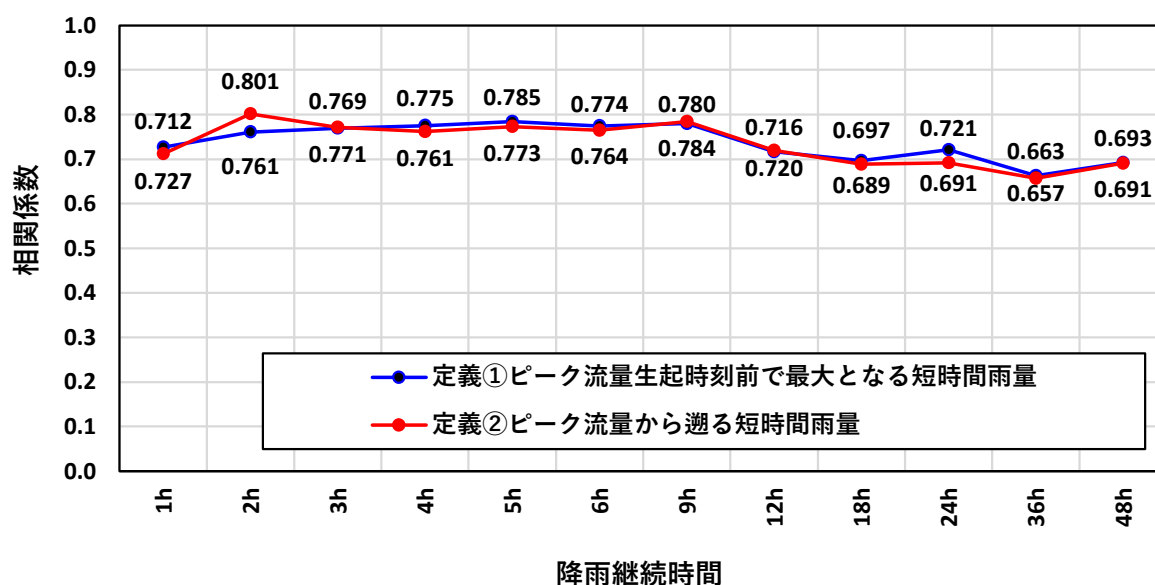


図 1.13 基準地点^{かめいわ}瓶岩におけるピーク流量と流域平均時間雨量の相関

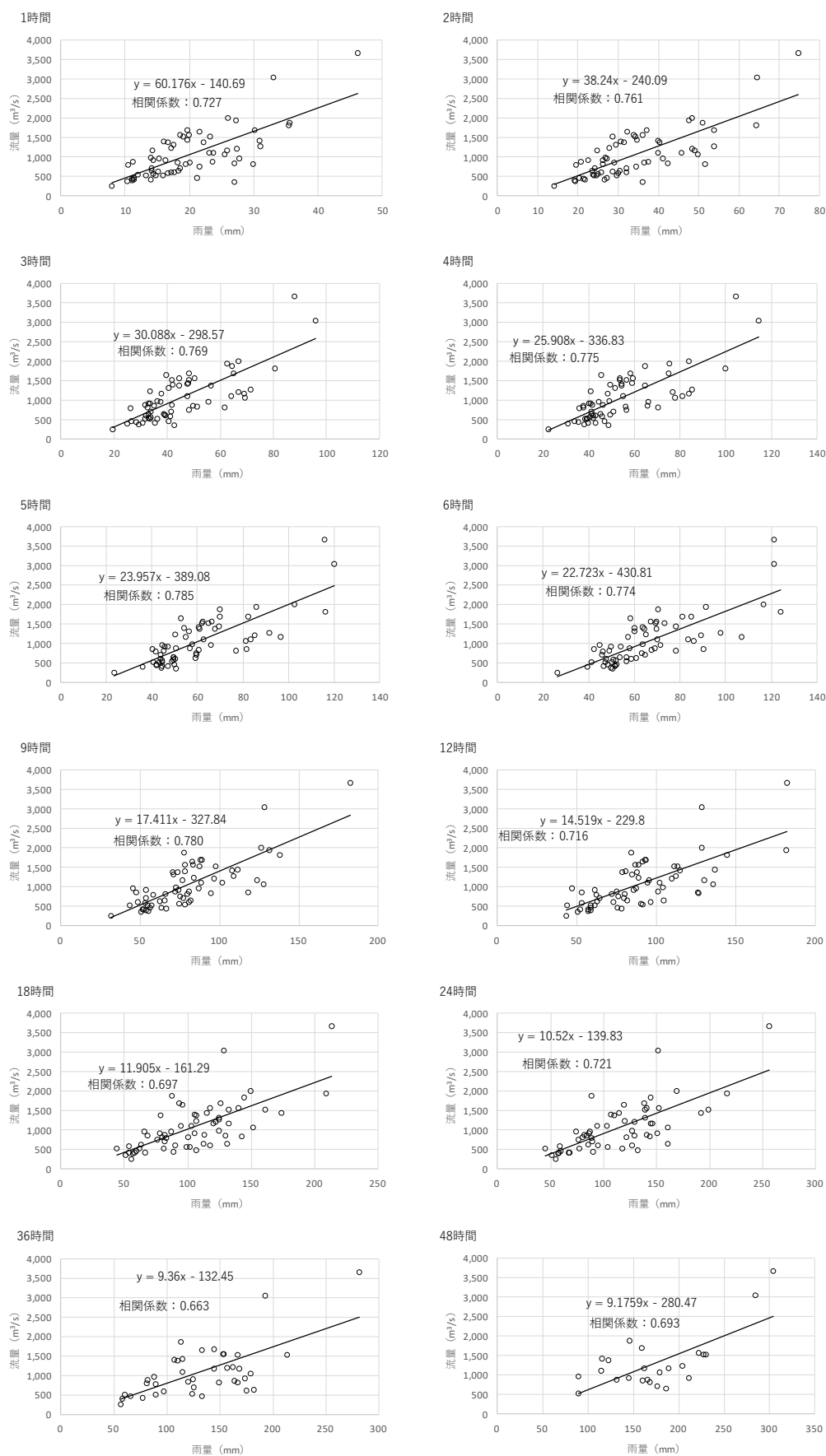


図 1.14 【定義①】ピーク流量とピーク流量生起時刻前で最大となる短時間雨量の関係

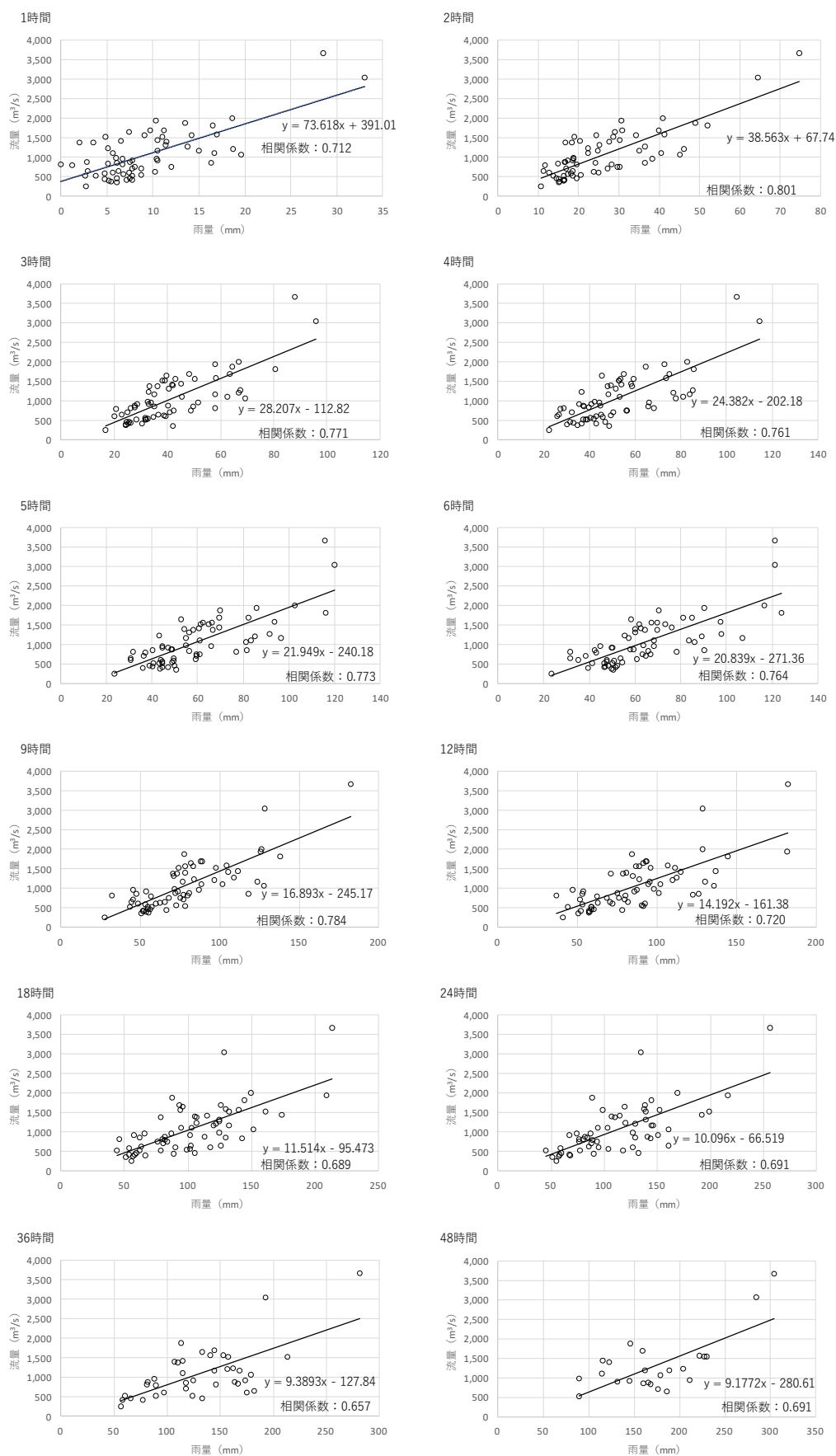


図 1.15 【定義②】ピーク流量とピーク流量生起時刻から遡る短時間雨量の関係

1.6.4 強い降雨強度の継続時間

ここでは、強い降雨強度（5mm/h 以上及び 10mm/h 以上）の継続時間を整理した。

対象洪水は、過去洪水（昭和 35 年（1960 年）～令和 6 年（2024 年））のうち、基準地点^{かめいわ}瓶岩における計算流量上位 20 洪水とした。

図 1.16 に集計した結果を示す。主要洪水における 5mm/h 以上の降雨継続時間は平均 9 時間、10mm/h 以上の降雨継続時間は平均 5 時間となった。

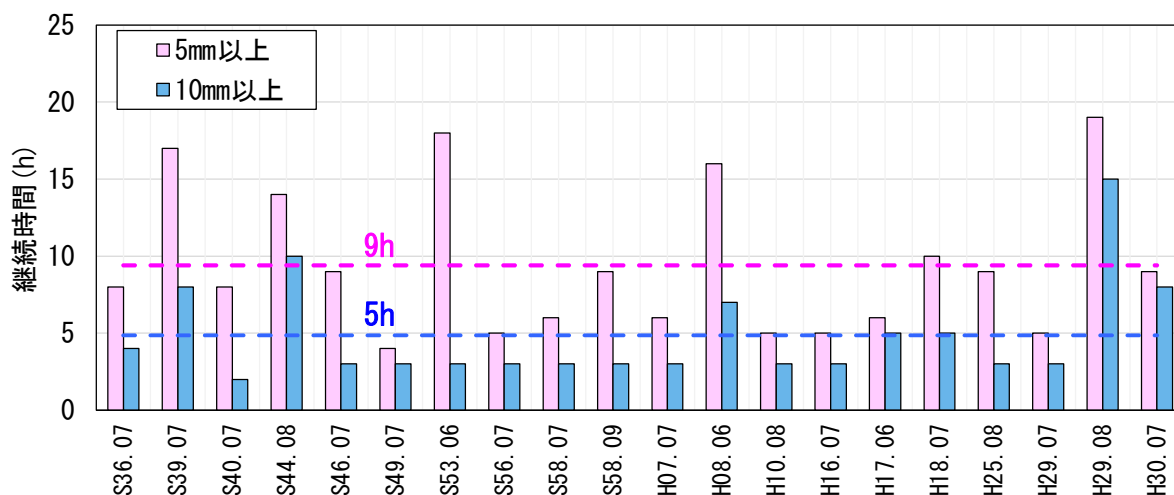


図 1.16 強い降雨強度の継続時間（基準地点^{かめいわ}瓶岩上流域平均雨量）

1.6.5 対象降雨の降雨継続時間の設定

昭和 35 年（1960 年）から令和 6 年（2024 年）（65 年間）の主要な洪水を対象に、洪水到達時間、ピーク流量と短時間雨量との相関及び強い降雨強度の継続時間から総合的に判断して、対象降雨の降雨継続時間は 9 時間と設定した。

- 洪水到達時間の検討において、KinematicWave 法では 3～22 時間（平均 9 時間）、角屋の式では 5～8 時間（平均 7.0 時間）となる。
- ピーク流量と最も相関の高い短時間雨量の時間帯は 1～12 時間である。
- 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、5mm/h 以上で平均 9 時間、10mm/h 以上で平均 5 時間である。

1.7 河川の整備の目標となる洪水の規模及び対象降雨の降雨量の設定

1.7.1 対象降雨の降雨量の設定

降雨継続時間は、Kinematic Wave 法及び角屋の式等による洪水到達時間、ピーク流量と短時間雨量の相関、強い降雨強度の継続時間から総合的に判断して、既定計画の 2 日から 9 時間に変更した。

なお、降雨量変化倍率の算定に用いたアンサンブル降雨の過去実験期間が平成 22 年(2010 年)までであることを踏まえ、雨量標本は平成 22 年(2010 年)までとした。これらの雨量標本を用いて水文統計解析により確率雨量を算定し、さら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した。

基準地点^{かめいわ}瓶岩の 1/150 確率規模の降雨量は、昭和 35 年(1960 年)～平成 22 年(2010 年)の 51 年間の年最大 9 時間雨量を確率処理し、SLSC $\leq$ 0.040、Jackknife 推定誤差及び pAIC による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採用して、基準地点^{かめいわ}瓶岩で 239mm/9h と決定した。

表 1.6 9 時間雨量 1/150 確率計算結果（基準地点^{かめいわ}瓶岩）

単位:mm												
確率分布関数	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	対数ロジスティック型分布		3母数対数正規分布			2母数対数正規分布		4母数 対数正規分布
母数推定法	L積率法	L積率法	最尤法	L積率法	原標本	積率法	岩井法	石原・高瀬法	クオンタイル法	PWM	L積率法	PWM
略称	EXP	Gumbel	SQRTET	GEV	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM
確率水文量 (mm/9h)	1/2	82	88	86	86	—	86	87	—	87	—	—
	1/3	97	102	99	100	—	100	101	—	100	—	—
	1/5	115	117	116	116	—	116	116	—	116	—	—
	1/10	141	137	138	137	—	137	137	—	136	—	—
	1/20	166	156	161	158	—	158	157	—	155	—	—
	1/30	181	167	175	171	—	171	168	—	167	—	—
	1/50	199	181	193	188	—	187	183	—	181	—	—
	1/80	216	193	210	203	—	203	196	—	194	—	—
	1/100	225	199	218	211	—	211	203	—	201	—	—
	1/150	239	210	234	225	—	225	215	—	213	—	—
	1/200	250	217	245	236	—	235	223	—	221	—	—
	1/500	275	235	274	262	—	261	245	—	241	—	—
SLSC (99%)	0.033	0.031	0.019	0.020	—	0.019	0.020	—	0.020	—	—	—
Jackknife法 (1/150)	推定値	239	210	237	223	—	222	237	—	76	—	—
	推定誤差	24	20	23	41	—	39	31	—	44	—	—
pAIC	473	494	493	495	—	495	495	—	495	—	—	—
相関 係数	X-COR	0.985	0.981	0.988	0.986	—	0.994	0.983	—	0.983	—	—
	P-COR	0.995	0.996	0.995	0.995	—	0.998	0.996	—	0.995	—	—
採用手法	○											

■:SLSC $\leq$ 0.040、Jackknife 推定誤差及び pAIC から総合的に判断して採用した手法

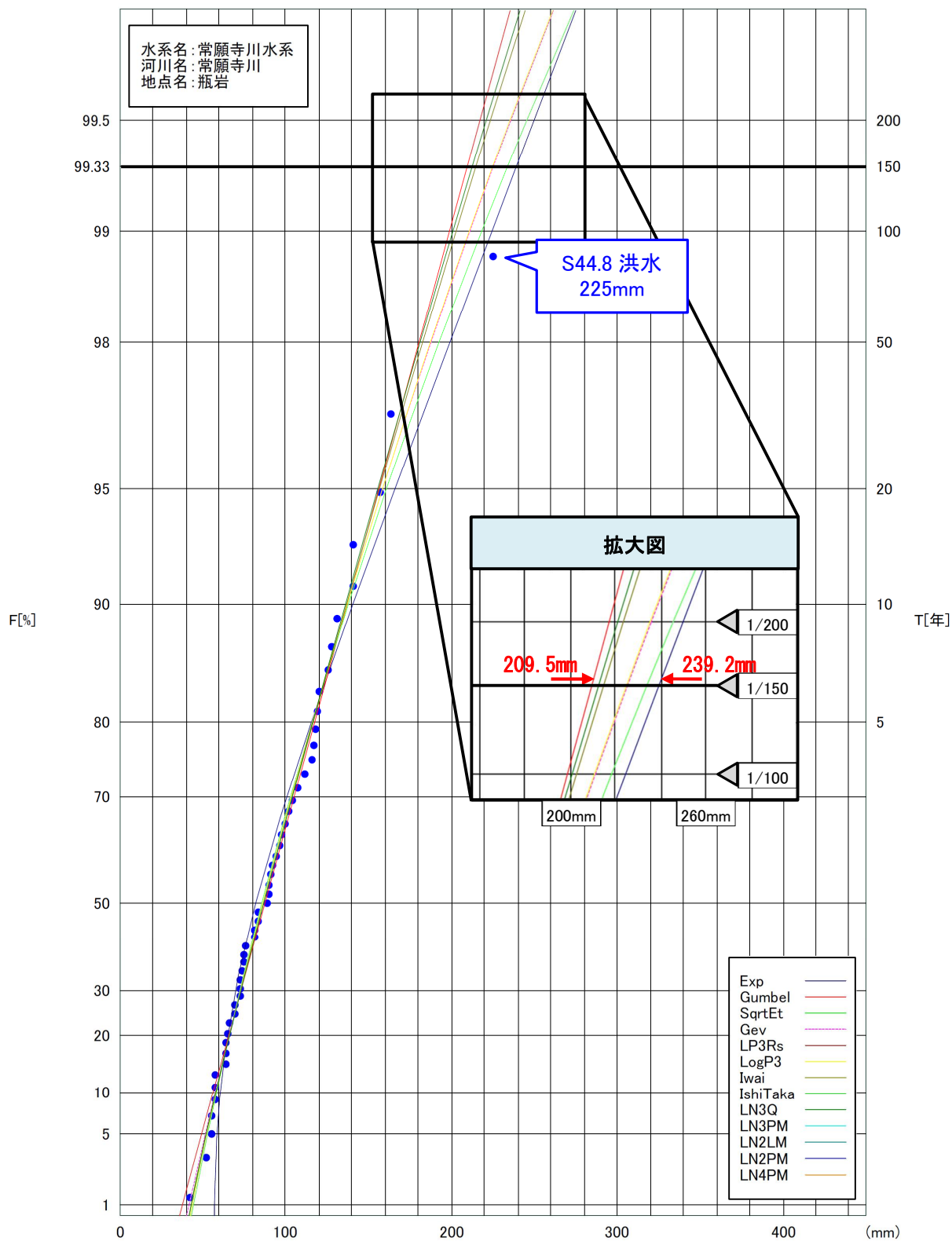


図 1.17 雨量確率計算結果
(基準地点^{かめいわ}瓶岩 9 時間雨量 昭和 35 年 (1960 年) ~ 平成 22 年 (2010 年))

表 1.7 年最大 9 時間雨量一覧（昭和 35 年（1960 年）～平成 22 年（2010 年））

No.	洪水	9時間雨量 (mm)	No.	洪水	9時間雨量 (mm)
1	S35.07.02	64.9	30	H01.09.19	82.8
2	S36.07.04	102.0	31	H02.09.20	127.6
3	S37.06.03	57.6	32	H03.07.17	69.2
4	S38.06.04	72.9	33	H04.07.18	72.3
5	S39.07.08	157.0	34	H05.06.19	69.6
6	S40.09.18	103.8	35	H06.05.27	51.6
7	S41.07.18	72.7	36	H07.07.08	89.7
8	S42.08.29	57.5	37	H08.06.25	120.4
9	S43.08.28	66.4	38	H09.07.17	54.8
10	S44.08.11	225.2	39	H10.08.12	140.6
11	S45.06.15	74.7	40	H11.09.15	130.8
12	S46.06.29	91.4	41	H12.06.23	117.8
13	S47.07.01	111.1	42	H13.06.19	55.4
14	S48.10.13	63.4	43	H14.07.10	89.2
15	S49.08.26	116.6	44	H15.05.08	82.9
16	S50.07.13	74.1	45	H16.07.18	89.7
17	S51.08.15	94.6	46	H17.06.30	163.4
18	S52.08.09	57.9	47	H18.07.19	99.9
19	S53.06.27	97.7	48	H19.08.22	125.2
20	S54.10.19	106.7	49	H20.06.29	63.5
21	S55.05.15	95.9	50	H21.06.23	74.2
22	S56.08.23	116.1	51	H22.09.13	64.2
23	S57.09.13	80.7			
24	S58.08.18	119.0			
25	S59.07.08	141.0			
26	S60.06.25	92.3			
27	S61.06.26	41.7			
28	S62.10.17	75.9			
29	S63.06.04	81.5			

基準地点^{かめいわ}瓶岩における対象降雨の降雨量は、1/150 確率雨量 239mm/9h に、気候変動による降雨量の増加倍率 1.1 倍を乗じた 263mm/9h と設定した。

表 1.8 1/150 確率規模降雨量（基準地点^{かめいわ}瓶岩）

	瓶岩	備考
1/150確率雨量 (S35～H22標本)	239mm/9h	確率手法SLSC $\leq$ 0.04 JackKnife推定誤差とpAICから 総合的に判断して選定
気候変動を 考慮した降雨量	263mm/9h	239mm/9h $\times$ 降雨量変化倍率1.1

【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」を行った上で、非定常性が確認されない場合は、最新年までデータを延伸し、非定常性が確認された場合は「非定常性が現れる前までのデータ延伸」ととどめたうえで、対象降雨の降雨量算定に使用した水文統計解析手法により確率雨量を算定した。

(1) Mann-Kendall 検定（定常/非定常性を確認）

昭和 35 年（1960 年）～平成 22 年（2010 年）までの雨量データに 1 年ずつ雨量データを追加し、令和 6 年（2024 年）までのデータを対象として検定を行った。

⇒基準地点瓶岩において、非定常性が確認されなかったため、近年（令和 6 年（2024 年））降雨までデータを延伸した。

(2) 近年降雨までデータ延伸を実施

定常性が確認できる令和 6 年（2024 年）まで時間雨量データを延伸し、水文解析に一般的に用いられる確率分布モデルによる 1/150 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 1/150 確率雨量を算定

⇒令和 6 年（2024 年）までの雨量データを用いた場合の基準地点瓶岩 1/150 確率雨量は 232mm/9h となり、設定した対象降雨量 263mm/9h を超え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、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した。

基本高水の設定に用いる降雨波形群は、基準地点^{かめいわ}瓶岩のピーク流量が氾濫注意水位相当流量以上、かつ基準地点^{かめいわ}瓶岩のピーク流量生起時刻前後の最大 9 時間雨量の引き伸ばし率が 2 倍以下（1.1 倍する前の確率雨量）となる 12 洪水を選定した。なお、雨量観測所数と降雨の空間分布の関係について感度分析を行った結果、降雨の空間分布を適切に表現できるのは、雨量観測所数が増加した昭和 35 年（1960 年）以降と判断し、対象洪水は昭和 35 年（1960 年）以降の洪水から選定した。選定結果を図 1.18 に示す。

選定した洪水を対象に、基準地点^{かめいわ}瓶岩の 1/150 確率 9 時間雨量 263mm（239mm×1.1）となるよう引き伸ばし降雨波形を作成し流出計算を行った結果、基準地点^{かめいわ}瓶岩におけるピーク流量は 3,017m³/s～4,886m³/s となった。結果を表 1.9 に示す。

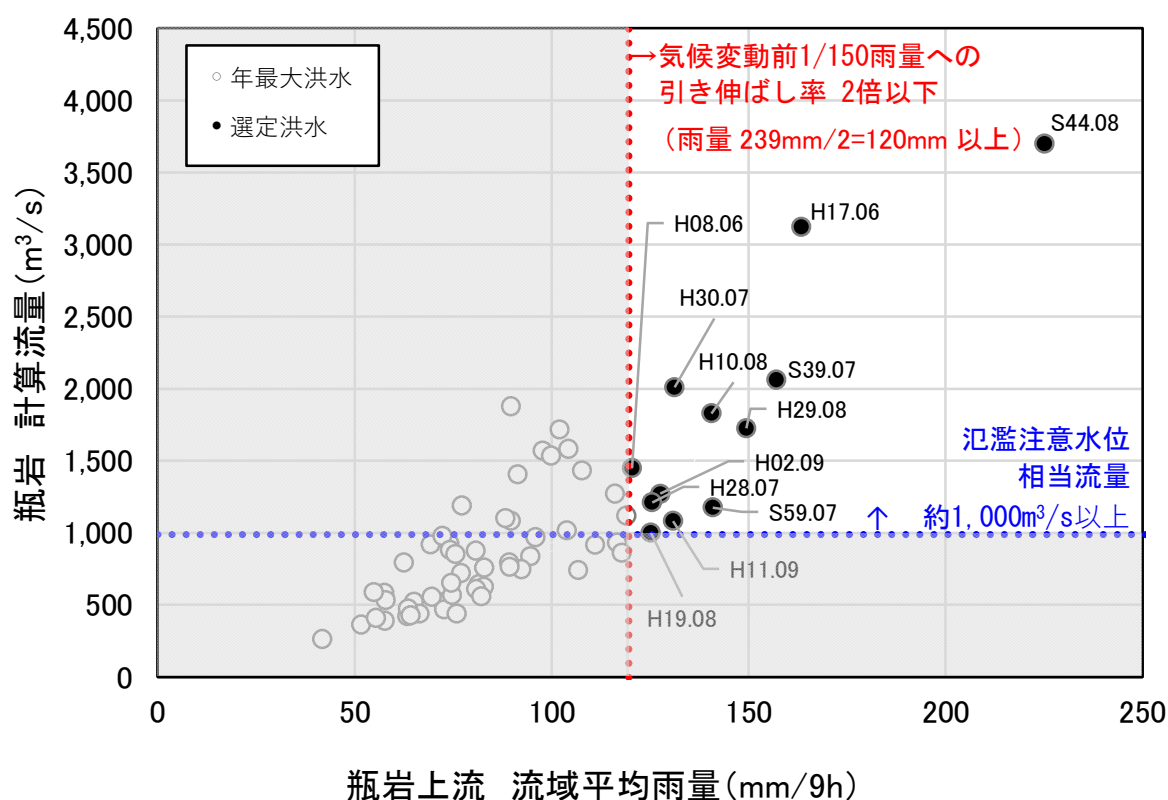


図 1.18 対象洪水の選定（基準地点^{かめいわ}瓶岩）

表 1.9 選定洪水のピーク流量一覧（基準地点^{かめいわ}瓶岩）

No	生起日	瓶岩上流域			瓶岩地点 ピーク流量 (m ³ /s)	棄却理由
		実績雨量 (mm/9h)	計画規模の 降雨量×1.1倍 (mm/9h)	拡大率		
1	S39.07.07	157	263	1.675	3,248	
2	S44.08.08	225	263	1.168	4,518	
3	S59.07.06	141	263	1.866	3,505	
4	H02.09.19	128	263	2.062	3,404	
5	H08.06.24	120	263	2.185	3,744	
6	H10.08.11	141	263	1.871	4,886	
7	H11.09.13	131	263	2.011	4,172	
8	H17.06.27	163	263	1.610	4,980	時間分布
9	H19.08.20	125	263	2.101	3,017	
10	H28.07.25	125	263	2.096	4,122	
11	H29.08.07	149	263	1.761	3,194	
12	H30.07.04	131	263	2.005	4,616	

※赤字：ピーク流量の最大値

※拡大率：「実績 9 時間雨量(mm)」と「1/150 確率規模の 9 時間雨量×1.1」との比率

1.9 対象降雨の地域分布及び時間分布の検討

1.9.1 対象降雨に対する地域分布及び時間分布を基準とした棄却の考え方

基本高水のピーク流量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。

前項「1.8」で選定した主要降雨波形について、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を評価した上で、代表的な降雨波形として適さない洪水を検討対象から除外し、対象降雨波形を設定した。

1.9.2 棄却基準の設定

地域分布又は時間分布において著しい偏りを有する降雨の判定基準として、1/500 確率規模相当以上の降雨を採用した。

なお、棄却に用いる降雨の引き伸ばし率は、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)との比率とした。

1.9.3 地域分布の評価

(1) 対象地域の選定

対象地域は、以下に示す2地域を選定した。

地域1：本川上流域・称名川流域

地域2：本川下流域・和田川流域

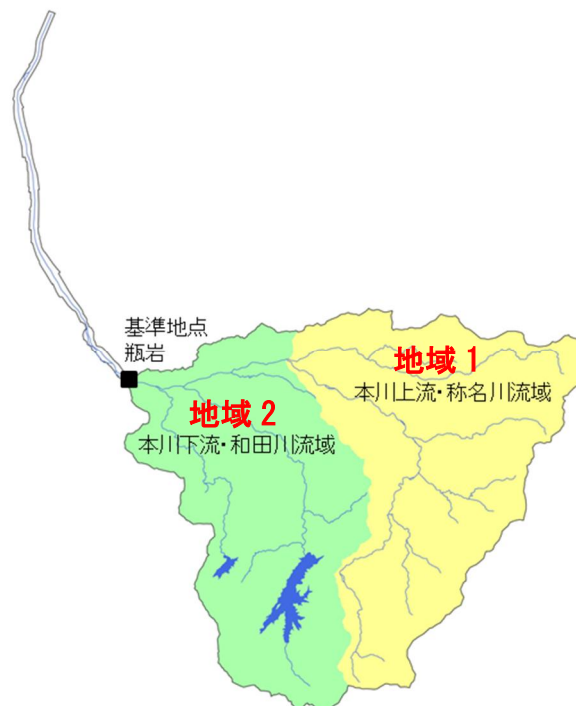


図 1.19 検討対象地域の分割図

(2) 棄却基準値の設定

各選定地域における棄却基準値を設定した。棄却基準値の確率雨量は、昭和 35 年(1960 年)～平成 22 年(2010 年)までの各流域の年最大 9 時間雨量について確率計算を行い、各確率分布モデルの中で $SLSC \leq 0.04$ かつ Jackknife 推定誤差及び pAIC から総合的に判断して適合度の高い確率分布モデル(Exp 分布)の算定値を採用した。

(3) 地域分布の雨量評価

選定した地域について、拡大後雨量の異常性評価を行った。

各地域の拡大後雨量及び 1/500 雨量は以下に示すとおりであり、棄却洪水は生じなかった。

表 1.10 地域分布による拡大後雨量の確率評価結果

計画規模		1/150				中流域1	中流域2
計画雨量		239mm		1/500確率雨量		309mm	270mm

No	生起日	実績9時間 雨量(mm)	計画雨量への 拡大率	実績9時間雨量(mm)		拡大後9時間雨量(mm)		棄却判定
				中流域1	中流域2	中流域1	中流域2	
1	S39.07.08	157.0	1.523	182.7	130.1	278.3	198.1	
2	S44.08.11	225.2	1.062	273.8	175.0	290.8	186.0	
3	S59.07.08	140.9	1.697	171.5	108.1	291.1	183.5	
4	H02.09.20	127.6	1.875	132.3	122.5	248.0	229.7	
5	H08.06.25	120.4	1.987	136.6	102.9	271.5	204.6	
6	H10.08.12	140.6	1.701	160.4	119.3	272.9	203.0	
7	H11.09.15	130.8	1.829	119.0	144.3	217.7	263.9	
8	H17.06.30	163.4	1.464	177.3	148.8	259.7	217.9	
9	H19.08.22	125.2	1.911	130.3	120.2	249.0	229.8	
10	H28.07.27	125.5	1.907	134.4	116.7	256.3	222.6	
11	H29.08.09	149.4	1.602	163.8	136.2	262.4	218.1	
12	H30.07.05	131.2	1.824	132.4	130.1	241.5	237.3	

1.9.4 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) 対象時間の設定

対象時間は、対象降雨の継続時間 9 時間の半分である 4 時間と角屋の式の洪水到達時間 7 時間から 7 時間を設定した。(表 1.11 参照)

表 1.11 対象時間の設定

基準地点名	対象時間
かめいわ 瓶岩	4 時間、7 時間

(2) 棄却基準値の設定

対象時間における棄却基準値を設定した。棄却基準値の確率雨量は、昭和 35 年（1960 年）～平成 22 年（2010 年）の各流域の年最大時間雨量について確率計算を行い、各確率分布モデルの中で $SLSC \leq 0.04$ かつ Jackknife 推定誤差及び pAIC から総合的に判断して適合度の高い確率分布モデル(Exp 分布)の算定値を採用した。

(3) 時間分布の雨量評価

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

棄却基準として 4 時間及び 7 時間の 1/500 雨量とした。

各時間の拡大後雨量及び 1/500 雨量は以下に示すとおりであり、H17.6 洪水では 4 時間雨量が棄却基準を超過し棄却対象洪水となる。

表 1.12 時間分布による拡大後雨量の確率評価結果

計画規模		1/150		4時間		7時間	
計画雨量		239mm		1/500確率雨量		1/500確率雨量	
				176mm		248mm	

No	生起日	実績9時間 雨量(mm)	計画雨量への 拡大率	実績4時間 雨量(mm)	拡大後4時間 雨量(mm)	実績7時間 雨量(mm)	拡大後7時間 雨量(mm)	判定	
								4時間	7時間
1	S39.07.08	157.0	1.523	84.1	128.1	136.6	208.1		
2	S44.08.11	225.2	1.062	139.0	147.7	197.6	209.9		
3	S59.07.08	140.9	1.697	84.0	142.5	123.3	209.2		
4	H02.09.20	127.6	1.875	85.3	159.9	115.0	215.7		
5	H08.06.25	120.4	1.987	61.8	122.9	101.2	201.1		
6	H10.08.12	140.6	1.701	99.7	169.7	130.6	222.2		
7	H11.09.15	130.8	1.829	87.3	159.7	120.0	219.5		
8	H17.06.30	163.4	1.464	120.4	176.4	147.4	215.9	×	
9	H19.08.22	125.2	1.911	81.0	154.7	117.5	224.6		
10	H28.07.27	125.5	1.907	87.3	166.4	119.0	226.8		
11	H29.08.09	149.4	1.602	71.0	113.7	119.1	190.7		
12	H30.07.05	131.2	1.824	75.4	137.6	110.3	201.1		

※ ■ : 棄却基準値を超過する雨量

※ ■ : 著しい引き伸ばしとなっている洪水

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、実績 9 時間雨量の気候変動考慮後の対象降雨量（1/150 確率規模の 9 時間雨量を 1.1 倍した雨量）となるように引き伸ばし降雨波形を作成した後、流出計算を行った結果、基準地点^{かめいわ}瓶岩におけるピーク流量は 3,017～4,886m³/s となった。基準地点^{かめいわ}瓶岩におけるピーク流量の一覧を表 1.13 に示し、洪水ごとのハイドログラフを図 1.20 に示す。

表 1.13 ピーク流量一覧（基準地点^{かめいわ}瓶岩）

No	生起日	瓶岩上流域			瓶岩地点 ピーク流量 (m ³ /s)	棄却理由
		実績雨量 (mm/9h)	計画規模の 降雨量×1.1倍 (mm/9h)	拡大率		
1	S39.07.07	157	263	1.675	3,248	
2	S44.08.08	225	263	1.168	4,518	
3	S59.07.06	141	263	1.866	3,505	
4	H02.09.19	128	263	2.062	3,404	
5	H08.06.24	120	263	2.185	3,744	
6	H10.08.11	141	263	1.871	4,886	
7	H11.09.13	131	263	2.011	4,172	
8	H17.06.27	163	263	1.610	4,980	時間分布
9	H19.08.20	125	263	2.101	3,017	
10	H28.07.25	125	263	2.096	4,122	
11	H29.08.07	149	263	1.761	3,194	
12	H30.07.04	131	263	2.005	4,616	

※赤字：ピーク流量の最大値

※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

※拡大率：「実績 9 時間雨量(mm)」と「1/150 確率規模の 9 時間雨量×1.1」との比率

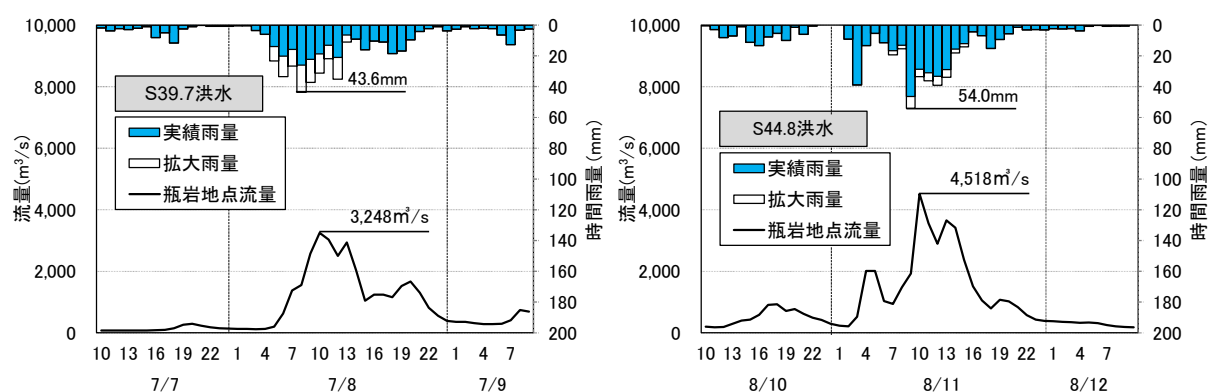


図 1.20(1) 基本高水ハイドログラフ（基準地点^{かめいわ}瓶岩）

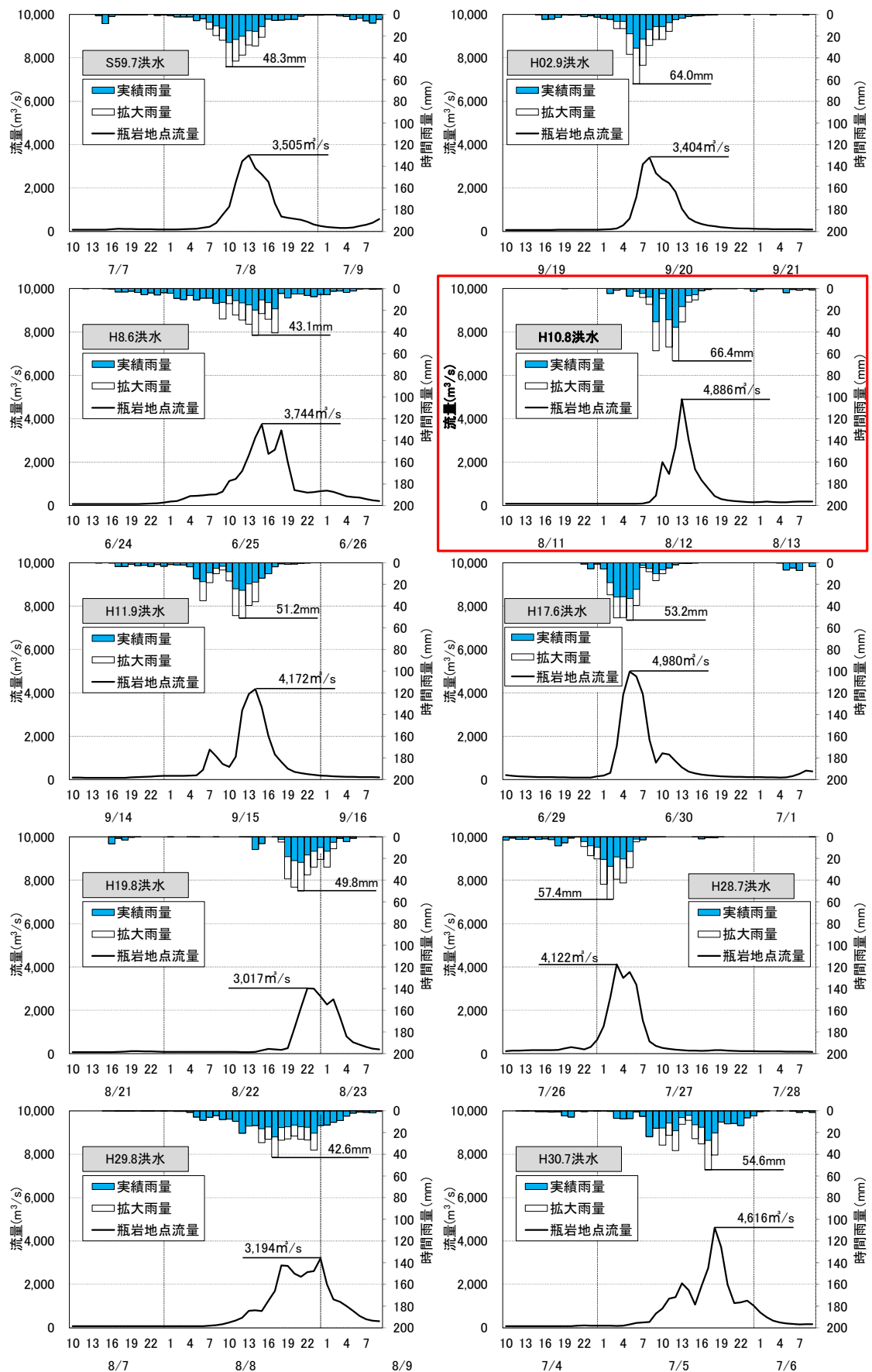


図 1.20(2) 基本高水ハイドログラフ (基準地点瓶岩)

1.11 アンサンブル予測降雨波形による検討

1.11.1 アンサンブル予測降雨波形による流出計算

4℃上昇のシナリオ RCP8.5 における近未来の気候（2℃上昇時：およそ 2040 年頃、世界平均の地上気温が産業革命当時と比べて 2℃上昇）を前提として、文部科学省「SI-CAT 気候変動適応技術社会実装プログラム※1」において解像度 5km にダウンスケーリングされたアンサンブル実験により得られたアンサンブル将来予測降雨波形（以下、「d2PDF※2」）が整備・公表されている。

d2PDF から求めた現在気候（360 年分＝30 年×12 摂動）及び将来気候（360 年分＝30 年×6SST×2 摂動）の年最大流域平均雨量標本から、基準地点かめいわ瓶岩における対象降雨の降雨量 263mm/9h の近傍で、将来・過去予測降雨の雨量上位 20 洪水を抽出した。なお、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、対象降雨の降雨量 263mm/9h に調整し、流出計算モデルにより流出量を算出した結果、基準地点かめいわ瓶岩におけるピーク流量は 2,912～5,000m³/s の範囲となった。

アンサンブル予測降雨波形からの抽出結果を図 1.21、アンサンブル予測降雨波形のピーク流量を表 1.14 に、抽出した予測降雨波形のハイドログラフを図 1.22 に示す。

※1)SI-CAT：気候変動適応技術社会実装プログラム

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

※2)d2PDF(将来 360 年、現在 360 年の計 720 年)の年最大雨量標本を流出計算

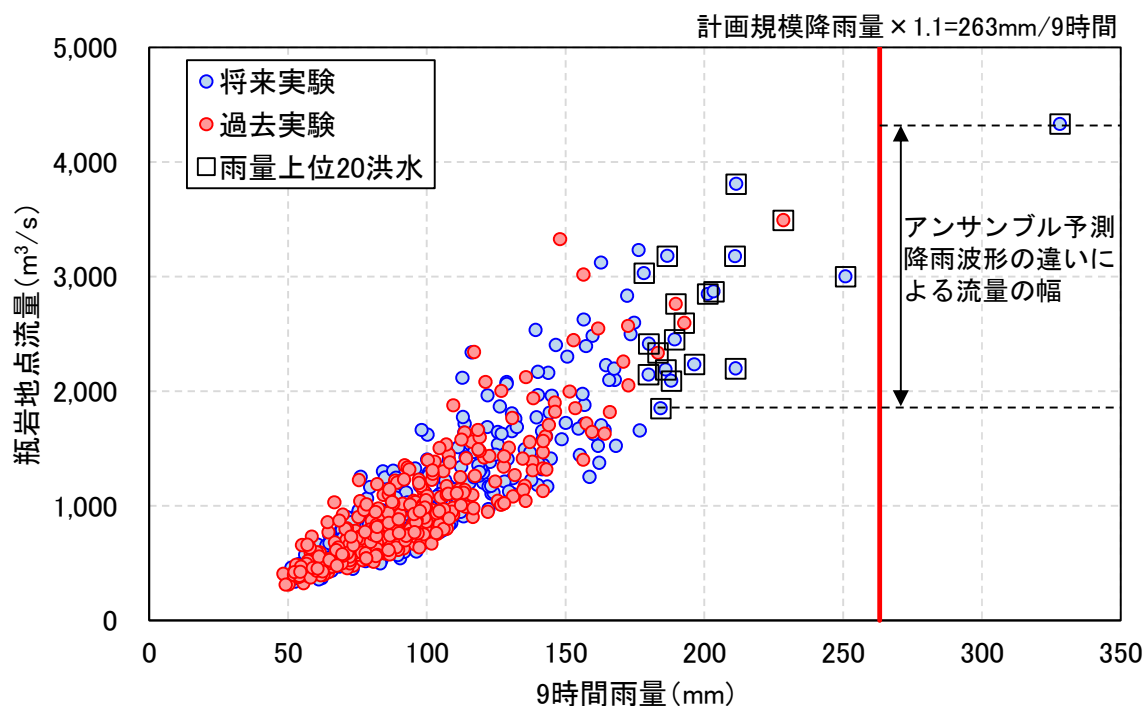


図 1.21 アンサンブル予測降雨波形からの抽出（基準地点^{かめいわ}瓶岩）

表 1.14 アンサンブル予測降雨波形のピーク流量一覧（基準地点^{かめいわ}瓶岩）

洪水年月日			瓶岩地点 9時間雨量 (mm)	気候変動後 1/150雨量 (mm)	拡大率	瓶岩地点 ピーク流量 (m³/s)
将来 実験	HFB_2K_CC_m101	R47.07.14	201.3	263	1.307	3,994
	HFB_2K_CC_m105	R51.08.07	211.5		1.244	最大値5,000
	HFB_2K_CC_m105	R64.07.21	180.0		1.461	4,342
	HFB_2K_CC_m105	R68.09.25	196.5		1.339	3,211
	HFB_2K_GF_m101	R48.07.21	179.9		1.462	3,130
	HFB_2K_GF_m105	R61.07.29	186.7		1.409	4,624
	HFB_2K_GF_m105	R66.09.21	184.3		1.428	3,073
	HFB_2K_HA_m101	R52.08.19	250.9		1.049	3,147
	HFB_2K_HA_m101	R56.07.24	211.3		1.245	最小値2,912
	HFB_2K_HA_m105	R48.08.29	188.1		1.399	3,508
	HFB_2K_MI_m101	R50.06.24	211.1		1.246	3,960
	HFB_2K_MI_m101	R54.07.06	186.1		1.414	3,132
	HFB_2K_MI_m101	R56.08.04	328.1		0.802	3,454
	HFB_2K_MI_m101	R59.07.24	189.3		1.390	3,438
	HFB_2K_MI_m105	R45.07.12	178.3		1.476	4,728
	HFB_2K_MR_m105	R47.06.26	203.4		1.293	3,694
過去 実験	HPB_m002	H10.05.24	192.8	263	1.365	3,531
	HPB_m008	H07.08.27	189.7		1.387	4,054
	HPB_m021	H08.07.27	183.3		1.435	3,881
	HPB_m022	H20.08.26	228.5		1.152	4,049

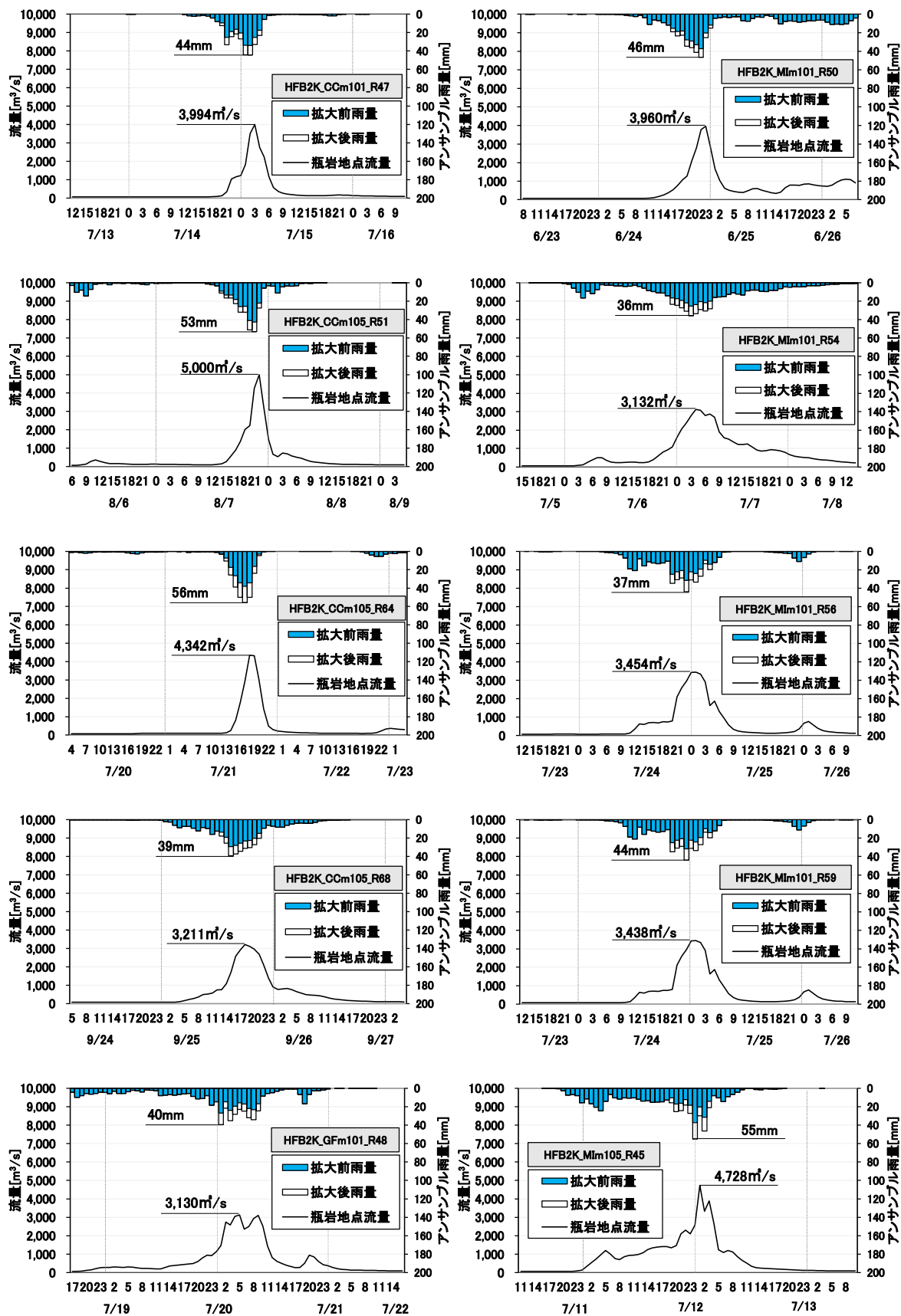


図 1.22 (1) 抽出した予測降雨波形のハイドログラフ（基準地点^{かめいわ}瓶岩）

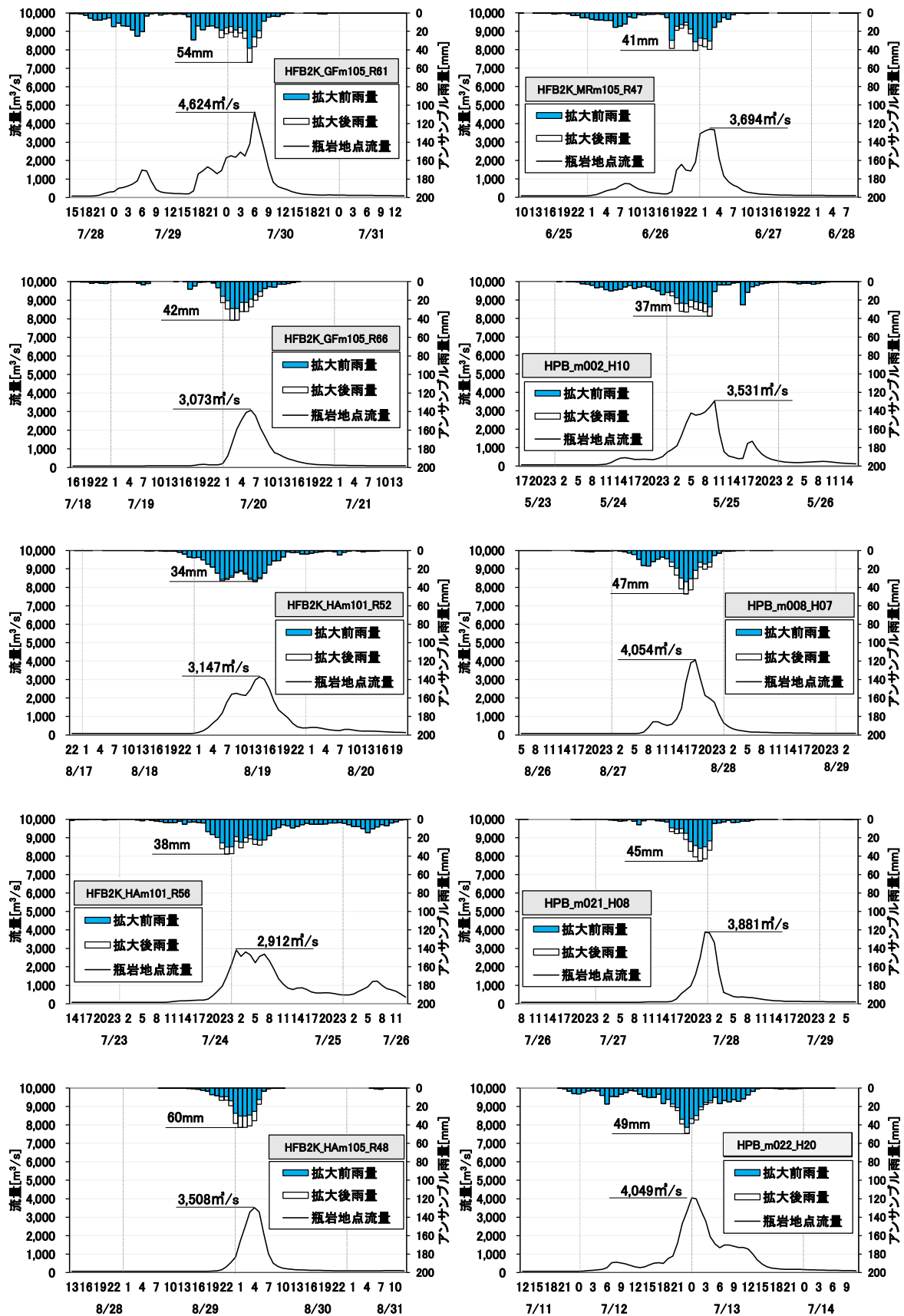


図 1.22 (2) 抽出した予測降雨波形のハイドログラフ（基準地点^{かめいわ}瓶岩）

1.11.2 棄却された実績引き伸ばし降雨における発生の可能性検討

気候変動による降雨パターンの変化（特に小流域集中度の変化）により、これまでの手法で棄却されていた実績引き伸ばし降雨波形が起こり得ると考えられる。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ことで再検証した。



図 1.23 地域分布のチェック

(1) 地域分布のチェック

d2PDF（将来気候）から対象降雨の降雨量 263mm の近傍（雨量上位 20 洪水）のアンサンブル予測降雨波形を抽出し、各波形の 9 時間雨量について、「基準地点上流域の流域平均雨量に対する小流域の流域平均雨量の比率」（小流域の流域平均雨量/基準地点上流域平均雨量）を求めた。

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上回っている場合は、対象降雨波形に含めないこととした。

検討の結果、地域分布を理由として棄却される洪水は認められなかったため、地域分布による追加の棄却判定は行わない。

(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 263mm の近傍（雨量上位 20 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※」を求めた。

※4 時間(対象降雨の降雨継続時間の 1/2 時間)及び 7 時間(角屋の式の洪水到達時間)の流域平均雨量÷流域平均 9 時間雨量(対象降雨の降雨継続時間)

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上回っている場合は、対象降雨波形に含めないこととする。

検討の結果、時間分布により棄却された平成 17 年（2005 年）6 月洪水の 1 洪水はアンサンブル予測降雨波形による比率以上となったため、将来気候下においても生起可能性が低いと判断し、主要降雨波形には含めないこととした。

表 1.15 雨量の比率（アンサンブル予測降雨波形）

将来実験		瓶岩上流域	瓶岩上流域 7時間雨量		瓶岩上流域 4時間雨量	
洪水日		予測雨量 (mm/9h)	予測雨量 (mm)	瓶岩9時間 雨量に対する比率	予測雨量 (mm)	瓶岩9時間 雨量に対する比率
HFB_2K_CC_m101	2065/07/14	201.3	148.8	0.74	113.7	0.57
HFB_2K_CC_m105	2069/08/07	211.5	175.8	0.83	135.4	0.64
HFB_2K_CC_m105	2082/07/21	180.0	167.3	0.93	133.3	0.74
HFB_2K_CC_m105	2086/09/25	196.5	148.9	0.76	106.1	0.54
HFB_2K_GF_m101	2066/07/21	179.9	121.3	0.67	85.3	0.47
HFB_2K_GF_m105	2079/07/29	186.7	136.9	0.73	102.8	0.55
HFB_2K_GF_m105	2084/09/21	184.3	143.4	0.78	103.5	0.56
HFB_2K_HA_m101	2070/08/19	250.9	162.7	0.65	116.5	0.47
HFB_2K_HA_m101	2074/07/24	211.3	149.9	0.71	105.8	0.50
HFB_2K_HA_m105	2066/08/29	188.1	156.7	0.83	117.7	0.63
HFB_2K_MI_m101	2068/06/24	211.1	165.3	0.78	126.9	0.60
HFB_2K_MI_m101	2072/07/06	186.1	133.0	0.71	91.5	0.49
HFB_2K_MI_m101	2074/08/04	328.1	279.14	0.85	173.1	0.53
HFB_2K_MI_m101	2077/07/24	189.3	146.0	0.77	99.5	0.53
HFB_2K_MI_m105	2063/07/12	178.3	136.2	0.76	107.5	0.60
HFB_2K_MR_m105	2065/06/26	203.4	151.1	0.74	118.0	0.58

：最大比率

表 1.16 雨量の比率（棄却した引き伸ばし降雨波形）

棄却された 洪水型	瓶岩上流域			瓶岩上流域7時間雨量			瓶岩上流域4時間雨量(mm)		
	実績雨量 (mm/9h)	対象降雨の 降雨量 (mm/9h)	拡大率	実績雨量 (mm)	拡大後雨量 (mm)	瓶岩9時間雨量 に対する比率	実績雨量 (mm)	拡大後雨量 (mm)	瓶岩9時間雨量 に対する比率
H17.06.30	163.4	263.1	1.611	147.4	237.4	0.90	120.4	194.0	0.74

：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される比率

1.11.3 主要洪水群に不足する降雨パターンの確認

これまで、実際に生じた降雨波形のみを計画対象の降雨波形としてきたが、基本高水の設定に用いる計画対象の降雨波形群は、対象流域において大規模洪水を生起し得る様々なパターンの降雨波形を含んでいる必要がある。

気候変動等による降雨特性の変化によって、追加すべき降雨波形が無いかを確認するため、アンサンブル将来予測降雨波形を用いて空間分布のクラスター分析を行い、将来発生頻度が高まるものの計画対象の実績降雨波形が含まれていないクラスターを確認した。

波形パターンの解析にはクラスター分析を用いた。アンサンブル予測から得られた将来予測波形群 360 波形と過去実験波形 360 波形の計 720 波形を対象に、対象降雨の降雨継続時間 9 時間の流域平均雨量に対する各流域の流域平均 9 時間雨量の寄与率※を算出し、ユークリッド距離を指標としてウォード法により 3 つのクラスターに分類した（

図 1.24、図 1.25 参照）。

基準地点^{かめいわ}瓶岩で選定された対象降雨の降雨波形についてクラスター分析を行った結果、3 つのクラスターのすべてが含まれるため、アンサンブル将来予測からの追加は実施しないこととした（表 1.17 参照）。

※寄与率：各流域の流域平均 9 時間雨量 ÷ 流域平均 9 時間雨量

表 1.17 主要洪水のクラスター分析結果と不足するパターンに該当するアンサンブル降雨

洪水年月日	瓶岩上流域 実績雨量 (mm/9h)	気候変動後 1/150雨量 (mm/9h)	拡大率	瓶岩地点 ピーク流量 (m ³ /s)	パターン 分類
主要洪水群 (■: 棄却洪水)					
S39.07.08	157.0	263	1.676	3,248	3
S44.08.11	225.2		1.168	4,518	2
S59.07.08	140.9		1.867	3,505	3
H02.09.20	127.6		2.062	3,404	1
H08.06.25	120.4		2.186	3,744	2
H10.08.12	140.6		1.871	4,886	2
H11.09.15	130.8		2.012	4,172	1
H17.06.30	163.4		1.611	4,980	3
H19.08.22	125.2		2.102	3,017	3
H28.07.27	125.5		2.097	4,122	2
H29.08.09	149.4		1.762	3,194	3
H30.07.05	131.2		2.006	4,616	1

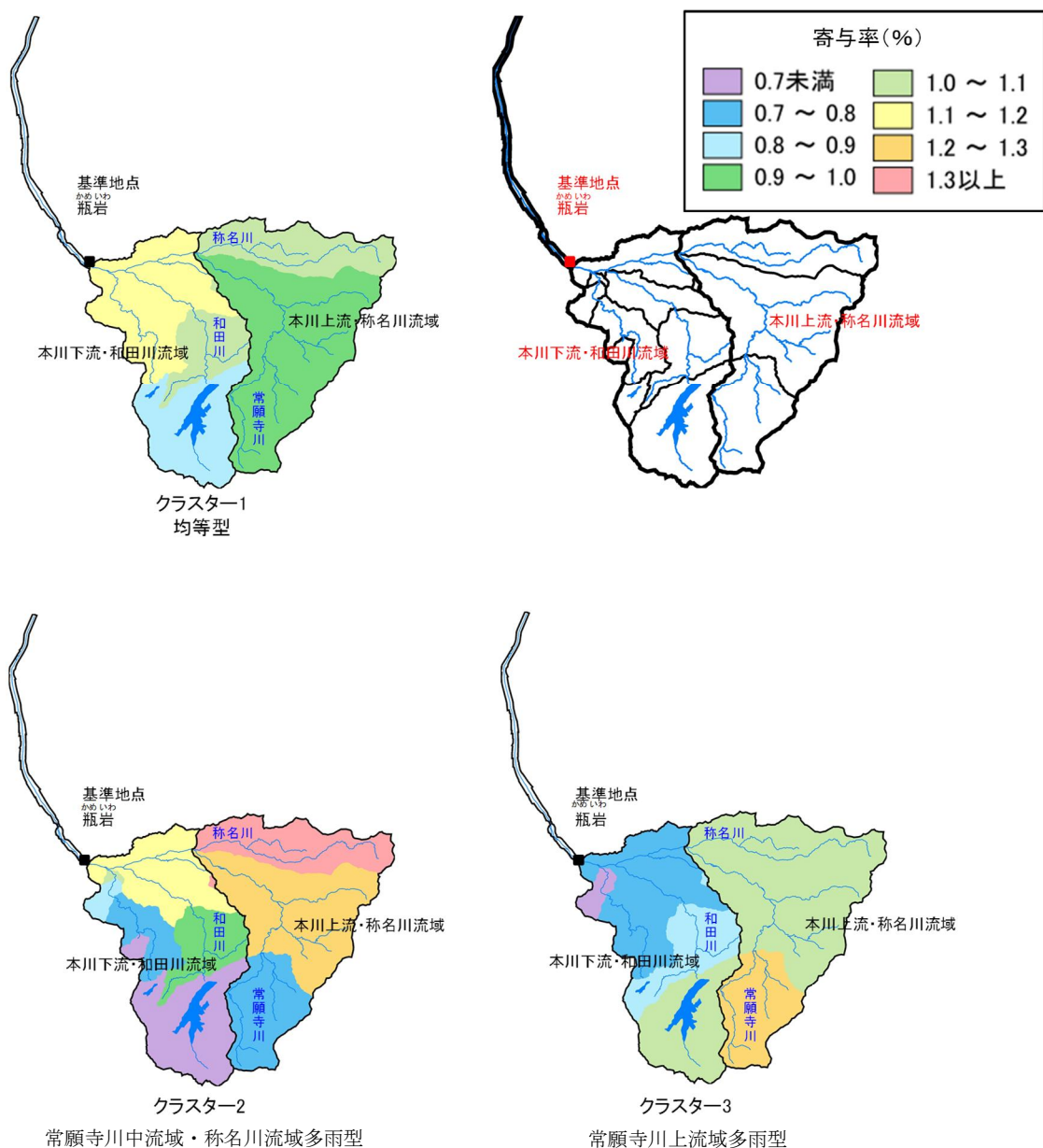


図 1.24 常願寺川流域における将来実験アンサンブル予測降雨のクラスター分析結果

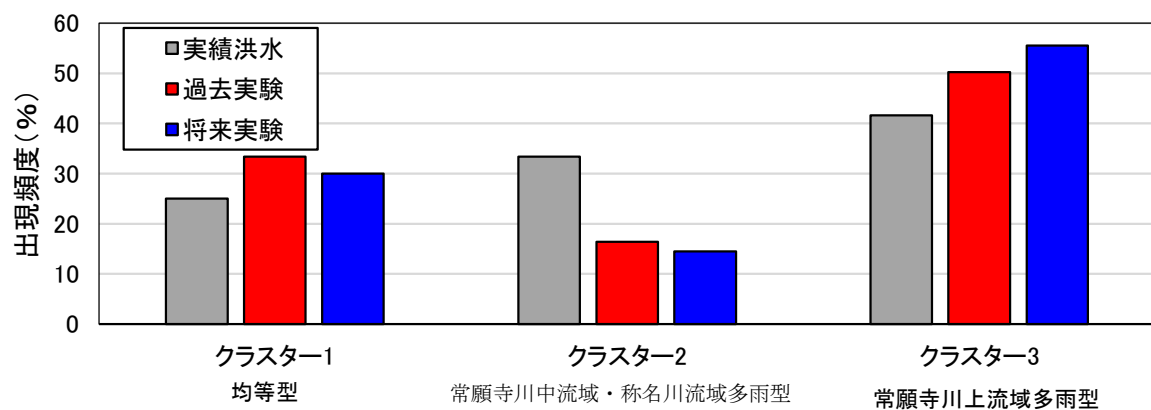


図 1.25 常願寺川流域におけるアンサンブル予測降雨の出現頻度

1.12 既往洪水からの検討

算出した基本高水のピーク流量の妥当性を判断するため、既往洪水の実績値を確認した。

時間雨量等の記録が存在する実績洪水の昭和 44 年（1969 年）8 月 11 日洪水において、基準地^{かめいわ}点瓶岩の実績流量は約 $3,975\text{m}^3/\text{s}$ である。

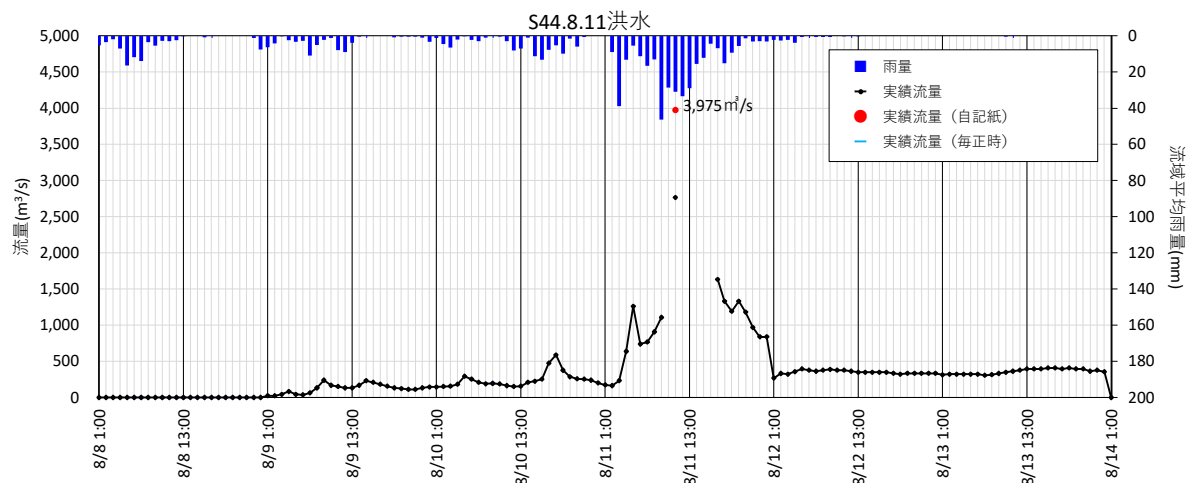
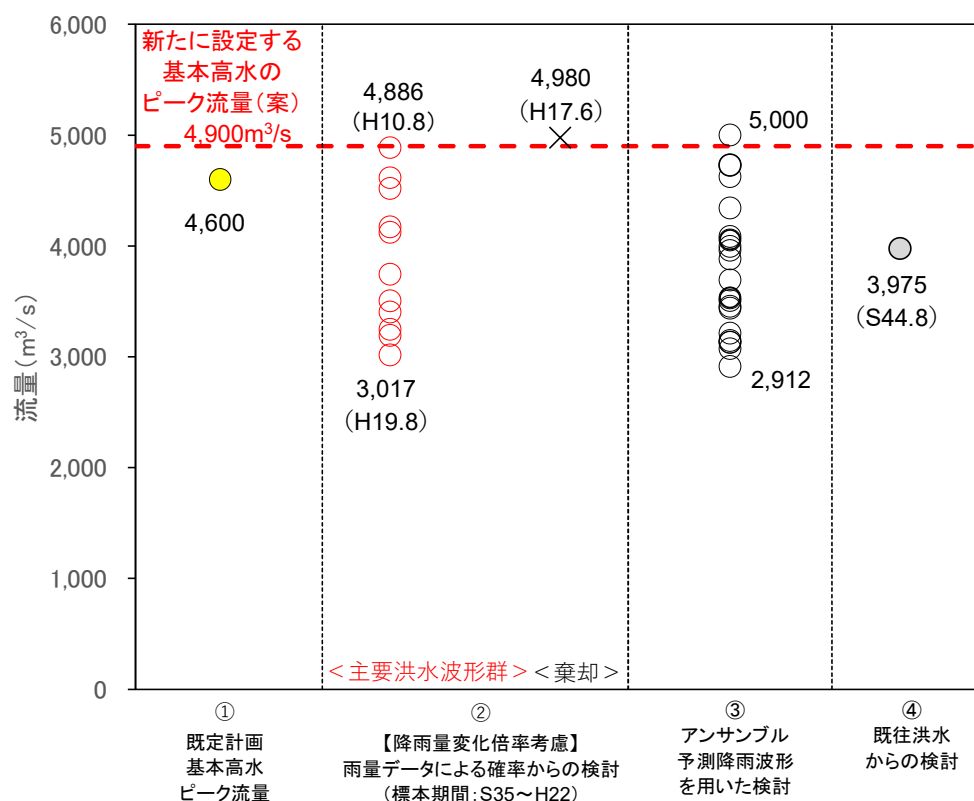


図 1.26 昭和 44 年(1969 年)8 月 11 日洪水の実績流量グラフ（基準地点^{かめいわ}瓶岩）

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に対し、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うち短時間あるいは地域分布において著しい引き伸ばしとなっている洪水を除き最大となる流量を基本高水のピーク流量として決定した。

その結果、常願寺川水系における基本高水のピーク流量は、基準地点^{かめいわ}瓶岩で 4,900m³/s となった。基本高水のピーク流量を生起する流量ハイドログラフを図 1.28 に示す。



【凡例】

- ① 既定計画
 - …●：現在の河川整備基本方針の基本高水のピーク流量
- 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
 - ×：短時間・地域において著しい引き伸ばしとなっている洪水
- ③ アンサンブル予測降雨波形を用いた検討
 - …計画対象降雨の降雨量 (263mm/9h) に近い洪水を抽出
 - ：気候変動予測モデルによる現在気候 (1980 年～2010 年) または将来気候 (2℃上昇) の 20 洪水
- ④ 既往洪水からの検討：既往最大となった、S44 (1969 年) .8.11 洪水(実績流量)

図 1.27 基本高水の設定に係る総合的判断 (基準地点^{かめいわ}瓶岩)

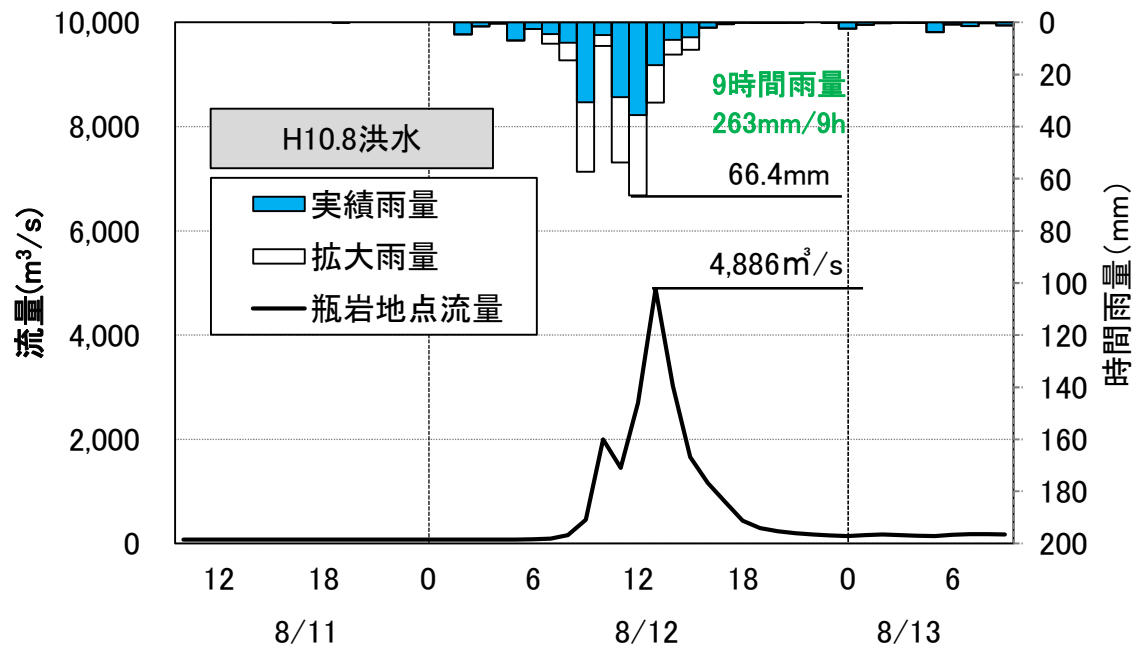


図 1.28 基本高水のピーク流量ハイドログラフ（平成 10 年 8 月洪水）

2. 高水処理計画

常願寺川の既定計画における高水処理計画では基準地点^{かめいわ}瓶岩における基本高水のピーク流量を $4,600\text{m}^3/\text{s}$ とし、洪水調節施設を見込まず、全量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、基準地点瓶岩では、基本高水のピーク流量を $4,900\text{m}^3/\text{s}$ に変更する計画とした。

次に、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、対象降雨量 $263\text{mm}/9\text{h}$ 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群を用いた。

常願寺川において流下能力上ネックとなっている河口部について、河道掘削を実施した場合、河川環境、高水敷利用等への影響を最小限に抑えつつ、河川環境の保全、創出を図りながら $4,600\text{m}^3/\text{s}$ を流下させることは可能である。また、既存ダムの最大限の活用により、基準地点瓶岩における基本高水のピーク流量 $4,900\text{m}^3/\text{s}$ を $4,600\text{m}^3/\text{s}$ まで低減可能である。

既存ダムの事前放流については、降雨予測の不確実性など課題はあるが、事前放流により治水のための容量が確保されることを仮定して、過去の洪水パターンを用いて基準地点におけるピーク流量を試算した結果、洪水パターンによっては低減効果があることを確認している。河道への配分流量については、降雨予測技術向上による確実な容量確保、確保された容量を効率的に活用する操作ルールの変更等により洪水調節機能を強化できる可能性を踏まえ、これらの洪水調節効果を見込むこととする。

新たに必要となる洪水調節容量の確保については、既存ダムの最大限活用について概略検討し、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、具体的な施設配置等を今後検討していく。

3. 計画高水流量

常願寺川の計画高水流量は、基準地点^{かめいわ}瓶岩において $4,600\text{m}^3/\text{s}$ とする。

なお、常願寺川は急流河川であり、洪水到達時間が短く河道による流量低減効果がほとんど期待できないため、基準地点^{かめいわ}瓶岩から河口までを計画高水流量と同流量とする。

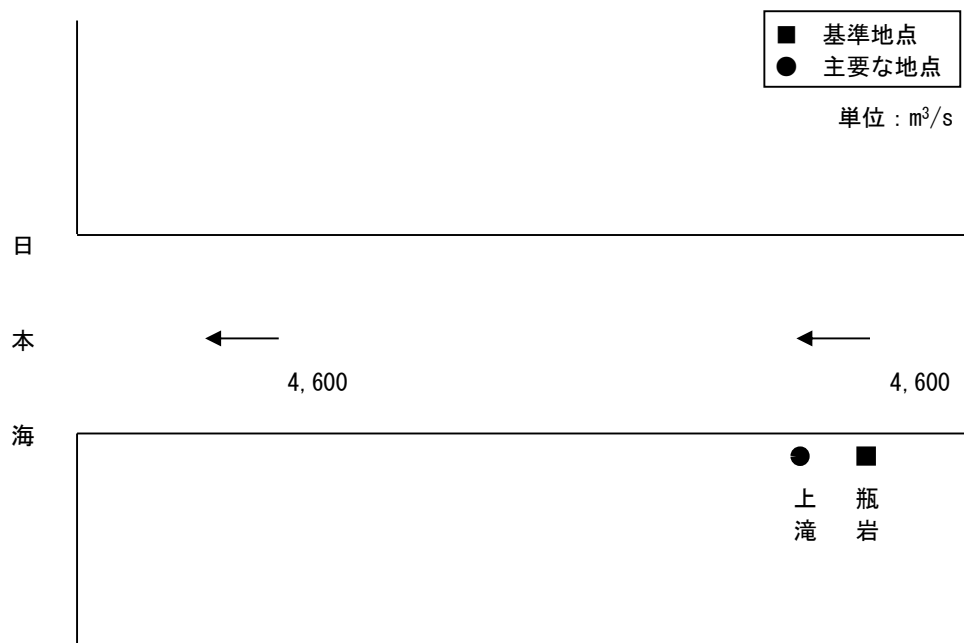


図 3.1 常願寺川計画高水流量図

4. 河道計画

計画河道は以下の理由により現況の縦断勾配を尊重し、流下能力が不足する区間は周辺の社会的影響や河川環境等に配慮しながら必要な河積（洪水を安全に流下させるための断面）を確保する。

- ① 大臣管理区間の堤防は全川で概ね完成していること。
- ② 堤防防護に必要な高水敷幅を確保する等の必要な対策を行うこと。
- ③ 計画高水位を上げることは、決壊時における被害を増大させることになるため、沿川の市街地状況を考慮すると避けるべきであること。
- ④ 既定計画の計画高水位に基づいて多数の橋梁や樋門等の構造物が完成していることや計画高水位を上げて堤内地での内水被害を助長することは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 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と概ねの川幅

河川名	地 点 名	河口からの距離 (km)	計画高水位	川幅 (m)
			T.P.(m)	
常願寺川	瓶岩	22.7	251.68	100
	上滝	17.5	160.01	430

(注) T.P. : 東京湾中等潮位

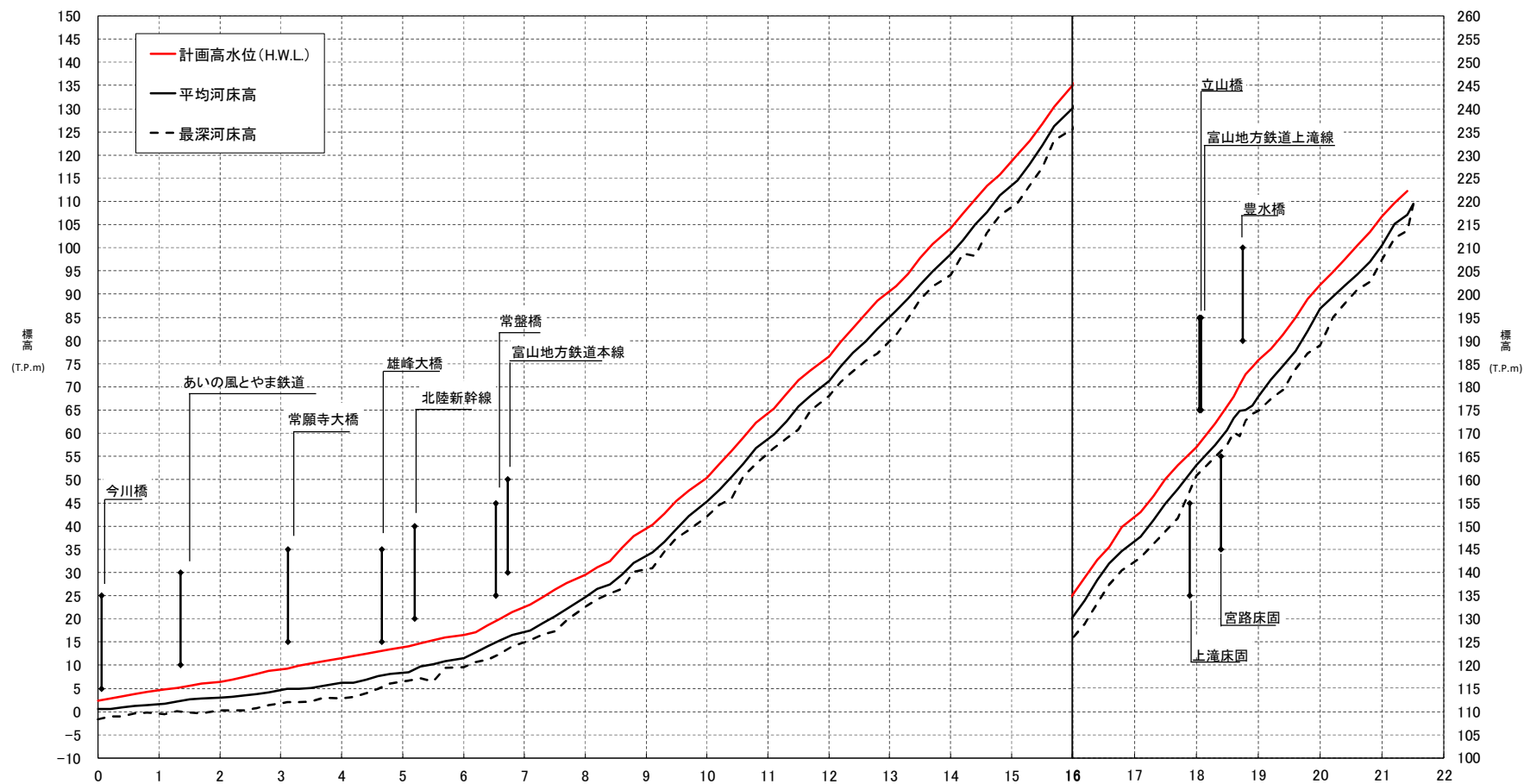
【参考】気候変動の影響検討（河口水位）

IPCC のレポートでは、2100 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。

朔望平均満潮位による出発水位（気候変動による海面上昇考慮）を試算した。

- ① 朔望平均満潮位＋密度差 : T.P.+0.55m
 - ・ 朔望平均満潮位 : T.P.+0.539m
 - ・ 密度差 : 0.011m
- ② 気候変動による海面上昇量 : RCP2.6 シナリオの平均値で 0.43m
- ③ 上記の①＋② : T.P.+0.98m

以上より、気候変動による海面上昇量を考慮した出発水位 T.P.+0.98m は、痕跡水位の最高値から設定される現行出発水位 T.P.+2.17m に対して約 1.19m 低い値であり、計画高水流量を計画高水位以下で流下可能であることを確認した。



距離標(km)	0.0k	1.1k	2.0k	3.1k	4.0k	5.1k	6.0k	7.1k	8.0k	9.1k	10.0k	11.1k	12.0k	13.1k	14.0k	15.1k	16.0k	17.1k	18.0k	19.0k	20.0k	21.0k
計画高水位(T.P.m)	2.44	4.75	6.46	9.31	11.46	14.07	16.54	23.02	29.58	40.34	50.32	65.32	76.56	91.75	104.2	120.08	134.99	152.92	167.01	185.82	201.98	216.78
平均河床高(T.P.m)	0.579	1.712	2.984	4.971	6.174	8.468	11.508	17.537	24.692	34.28	45.189	59.694	71.214	86.334	98.528	114.47	130.09	147.62	163.12	177.97	196.81	210.5
最深河床高(T.P.m)	-1.68	-0.484	0.212	2.088	2.79	6.629	9.636	15.353	22.548	30.888	42.05	56.782	68.096	81.233	94.092	109.69	125.64	143.25	160.92	174.83	188.98	207.4

図 4.1 計画縦断図 (常願寺川)

5. 河川管理施設等の整備の状況

常願寺川における河川管理施設等の整備の状況は以下のとおりである。

(1) 堤防

堤防整備の現状（令和 6 年（2024 年）3 月末時点）は表 5.1 のとおりである。

表 5.1 堤防整備の状況

	延長 km (%)
完成堤防区間	32.0km (61.54%)
暫定堤防区間	4.9km (9.42%)
暫暫定堤防区間	6.9km (13.27%)
堤防不要区間	8.2km (15.77%)
計	52.0km (100%)

(2) 洪水調節施設等

完成施設：岩井谷ダム	（洪水調節可能容量： 0 千 m ³ ）
真川調整池	（洪水調節可能容量： 5 千 m ³ ）
有峰ダム	（洪水調節可能容量： 51,044 千 m ³ ）
新中地山ダム	（洪水調節可能容量： 45 千 m ³ ）
祐延ダム	（洪水調節可能容量： 7,667 千 m ³ ）
真立ダム	（洪水調節可能容量： 11 千 m ³ ）
小口川ダム	（洪水調節可能容量： 1,427 千 m ³ ）
小俣ダム	（洪水調節可能容量： 536 千 m ³ ）

※洪水調節可能容量は、令和 2 年（2020 年）5 月に締結した治水協定に基づく容量である。

- ・整備完了時における洪水調節等による調節流量

【基準地点：瓶岩】 300m³/s

- ・現況施設の治水容量及び洪水調節可能容量による調節流量

【基準地点：瓶岩】 303m³/s（平成 19 年(2007 年)8 月洪水波形）
 ～857m³/s（平成 30 年(2018 年)7 月洪水波形）

(3) 排水機場等

排水機場等の河川管理施設は表 5.2 のとおりである。

表 5.2 大臣管理区間の河川管理施設の状況

堰	床止め	排水機場	樋門樋管
1 (1)	2 (0)	0 (0)	12 (12)

※()は許可工作物数を示す。