

物部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 工事实施基本計画	1
1.2 河川整備基本方針	1
1.3 河川整備基本方針策定後の状況	2
1.4 流出計算モデルの設定	3
1.5 基本高水のピーク流量の設定	6
1.6 対象降雨の継続時間の設定.....	6
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.....	17
1.8 主要降雨波形の設定.....	22
1.9 対象降雨の地域分布及び時間分布の検討.....	24
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.....	27
1.11 アンサンブル予測降雨による検討	31
1.12 総合的判断による基本高水のピーク流量の決定.....	42
2. 高水処理計画	43
3. 計画高水流量	44
4. 河道計画	45
5. 河川管理施設等の整備の状況	46

1. 基本高水の検討

1.1 工事实施基本計画

昭和 25 年度（1950 年度）に永瀬ダムの建設を含めた計画を決定した。この計画は、神母木地点で基本高水のピーク流量を $5,400\text{m}^3/\text{s}$ とし、 $660\text{m}^3/\text{s}$ を永瀬ダムで調節して、計画高水流量を $4,740\text{m}^3/\text{s}$ とするものであった。

昭和 39 年（1964 年）の河川法改正の後、昭和 42 年（1967 年）6 月に物部川は一級水系に指定され、昭和 43 年（1968 年）2 月には、深淵地点を基準地点とし、既存計画の基本高水のピーク流量と計画高水流量を踏襲する工事实施基本計画が策定された。

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物部川水系工事实施基本計画で定めら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、基準地点深淵の基本高水のピーク流量を $5,400\text{m}^3/\text{s}$ とし、平成 19 年（2007 年）3 月に物部川水系河川整備基本方針を策定した。

なお、計画高水流量は、一部引堤区間があるものの、右岸側や左岸側の河口から 2.4k 付近より下流には、連続した堤防が整備されているため、環境等にも配慮しつつ河道掘削を実施することで流下能力の確保が可能な $4,900\text{m}^3/\text{s}$ とした。残りの $500\text{m}^3/\text{s}$ については、永瀬ダムの操作ルール変更等を実施し調節する計画とした。

①年最大流量と年最大降雨量の経年変化

既定計画を策定した昭和 43 年（1968 年）以降、計画を変更するような大きな洪水は発生していない。

②流量確率評価による検証

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。

流量確率の検討の結果、1/100 確率規模の流量は深淵地点において $5,000\sim 5,700\text{m}^3/\text{s}$ と推定される。

③既往洪水からの検証

過去の洪水記録、実績流量・降雨量等の記録及び聞き取り調査により、大正 9 年（1920 年）7 月洪水が物部川での既往最大洪水と考えられるため、各種条件の下に痕跡水位による検証を実施し、基本高水のピーク流量を検証した。

基準地点深淵のピーク流量は $5,000\sim 6,000\text{m}^3/\text{s}$ と推定される。

1.3 河川整備基本方針策定後の状況

平成 19 年（2007 年）3 月に河川整備基本方針（以降、「既定計画」という。）を策定以降、平成 30 年（2018 年）7 月に基準地点深淵の計画高水流量 $4,900\text{m}^3/\text{s}$ に近い規模の洪水が発生している。

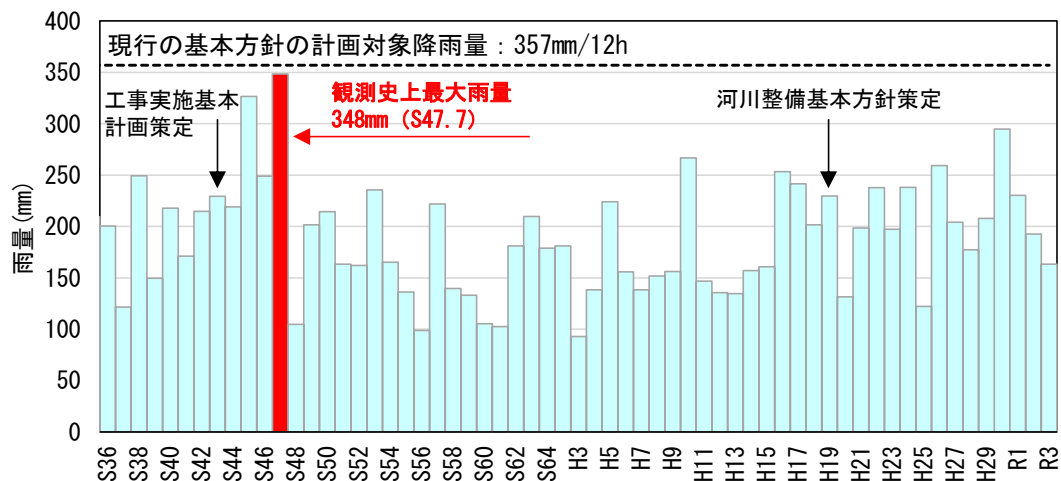


図 1.1 年最大 12 時間雨量（基準地点深淵上流域平均雨量）

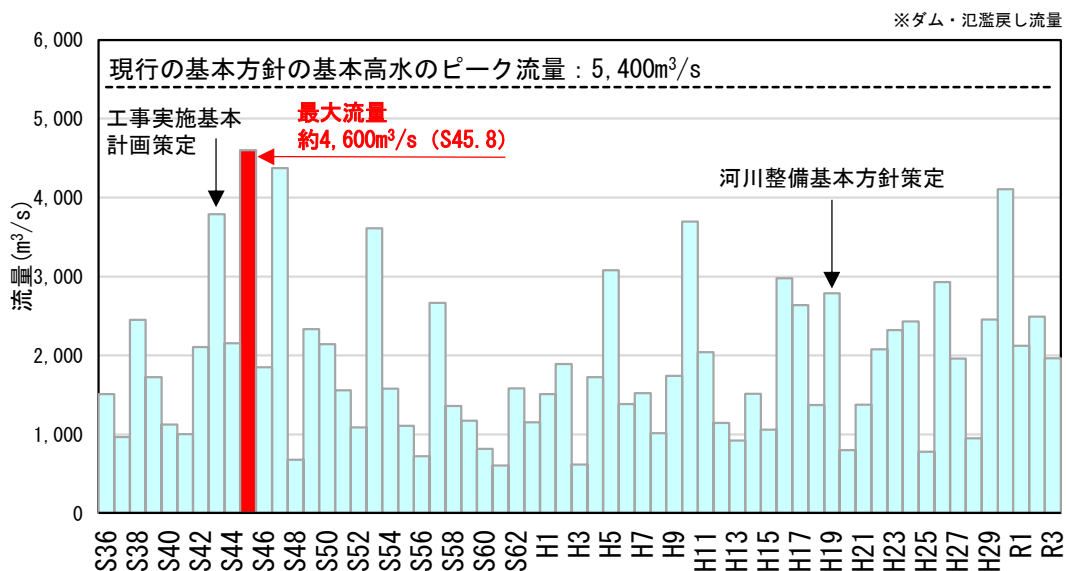


図 1.2 年最大流量（基準地点深淵）

1.4 流出計算モデルの設定

降雨をハイドログラフに変換するための流出計算モデル（貯留関数法）については、既定計画策定以降の流域の土地利用状況に大きな変化がないこと、近年洪水における再現性を確認し、既定計画に用いた流出計算モデルを使用するものとした。

貯留関数法の基礎式は次のとおりである。

【流域の基礎式】

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

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

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

ただし、

$$\sum r(t) \leq R_{sa1} \quad \text{の場合、} f(t) = f_1$$

$$\sum r(t) > R_{sa1} \quad \text{の場合、} f(t) = 1.0$$

$$\text{ここで、} R_{sa1} = \frac{I^{R_{sum}} - \frac{Q_{sum}}{1000 \cdot a}}{F1 - fG}$$

また、流域からの流出量 $Q_{ca}(t)$ は、基底流量 $Q_b(t)$ を含めて次の式で与える。

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

ここで、

$S(t)$ ：貯留高(mm), $f(t)$ ：流入係数, $r(t)$ ：流域平均降雨強度 (mm/h)

$q(t)$ ：直接流出高 (mm/h), Tl ：遅滞時間 (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該当時刻までの流出平均降雨強度の和 (mm)

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

Q_{sum} ：総直接流出量, f_1 ：一次流出率,

$Q_{ca}(t)$ ：流域からの流出量 (m³/s), Q_{bt} ：基底流量(m³/s)

を表す。

【河道の基礎式】

$$S_1(t) = K \cdot Q_1(t)^P - Tl \cdot Q_1(t)$$

$$\frac{dS_1(t)}{dt} = I(t) - Q_1(t)$$

$$Q_1(t) = Q(t + Tl)$$

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

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

K 、 P ：河道による定数

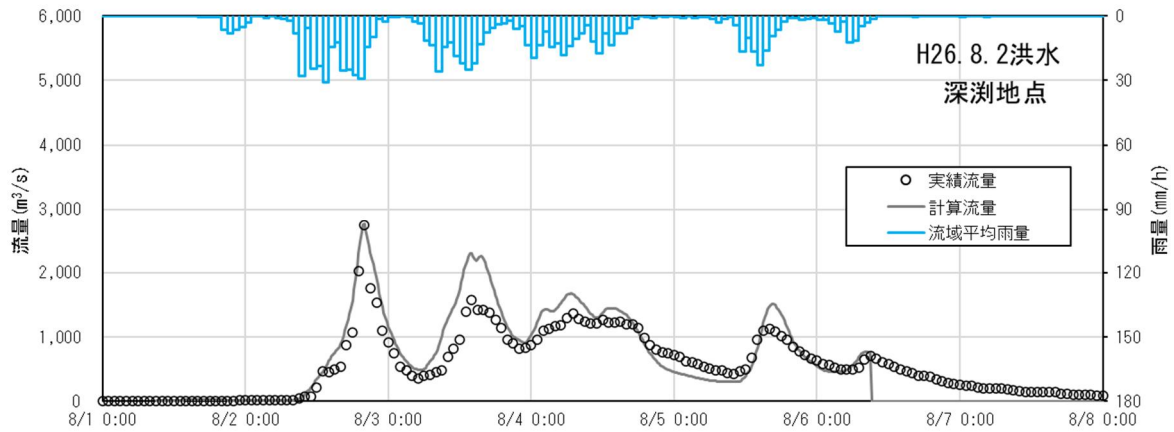


図 1.3(1) 平成 26 年 8 月 2 日洪水再現計算結果（深測地点）

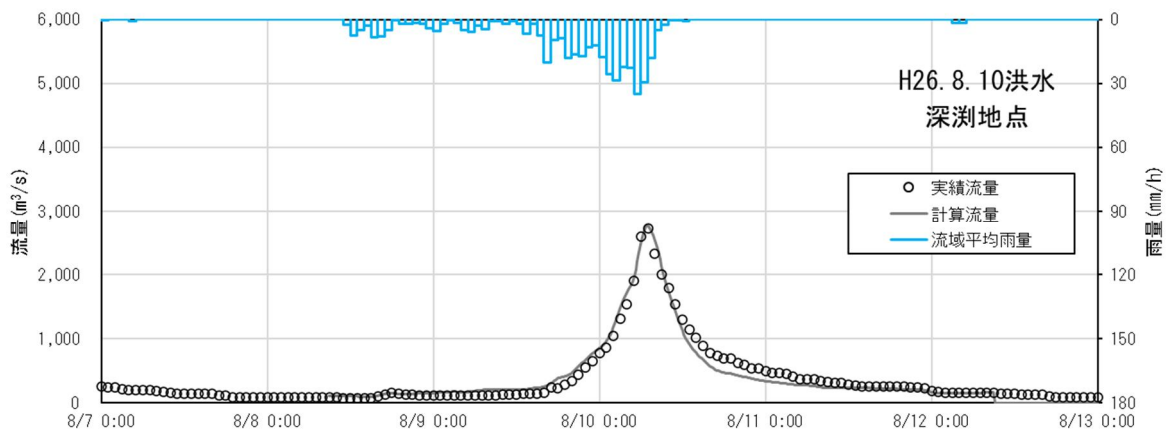


図 1.3(2) 平成 26 年 8 月 10 日洪水再現計算結果（深測地点）

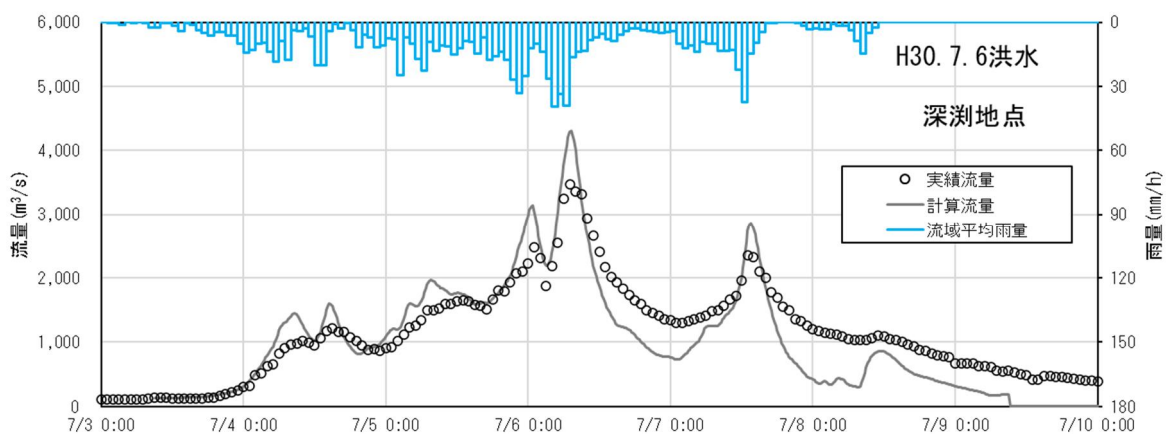
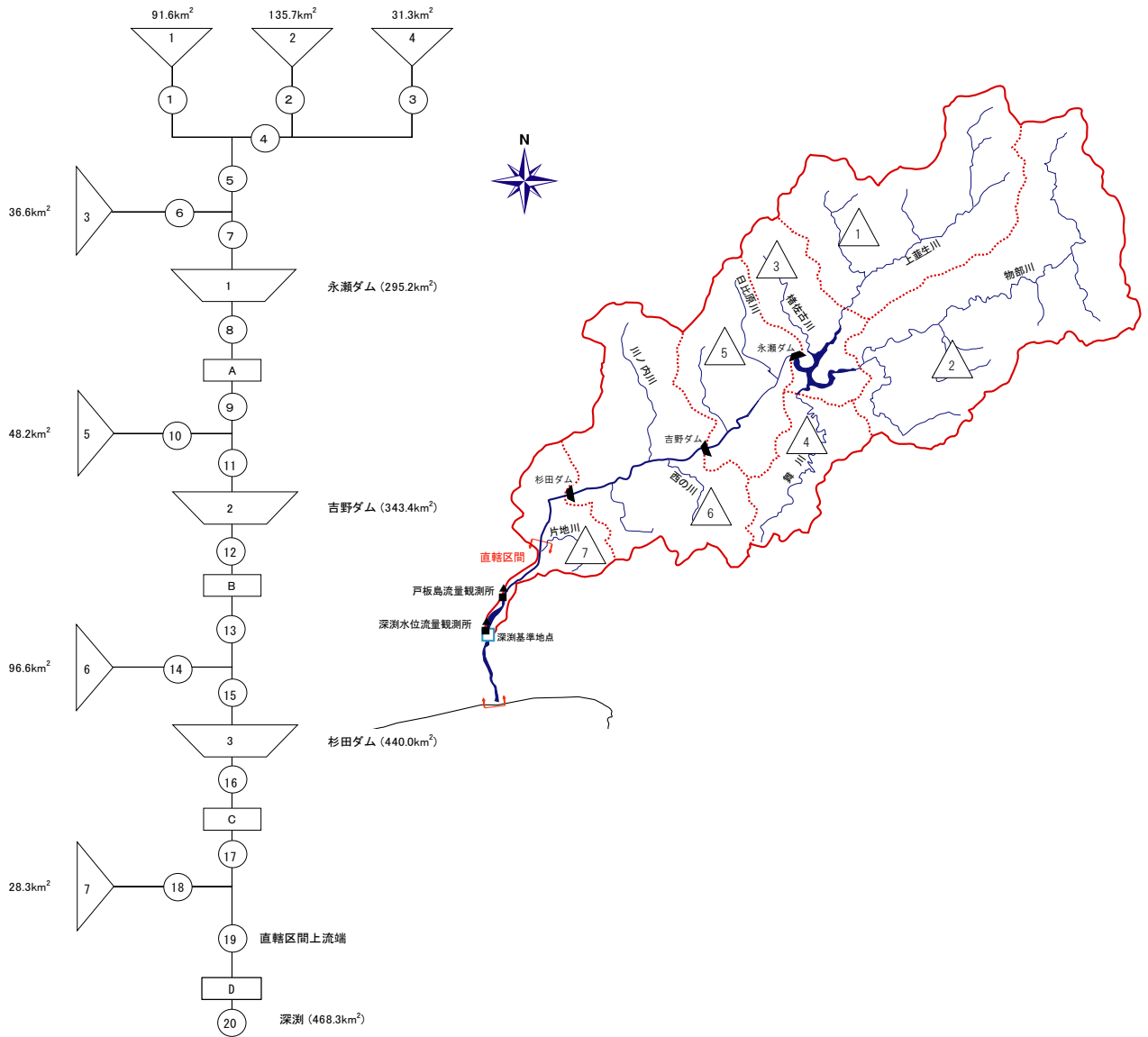


図 1.3(3) 平成 30 年 7 月洪水再現計算結果（深測地点）



流域番号	代表河川名	流域面積 (km ²)	K	P	TL(h)	f1	Rsa	備考
1	上葦生川	91.6	52.88	0.304	0.576	0.5	150.0	
2	物部川	135.7	44.80	0.346	1.107			
3	楢佐古川 (ダム湖残留域)	36.6	53.51	0.301	0.323			
4	舞川	31.3	37.73	0.396	0.601			
5	日比原川 (河道残留域)	48.2	53.49	0.301	0.373			
6	川ノ内川 (河道残留域)	96.6	49.36	0.321	0.449			
7	片地川 (河道残留域)	28.3	45.84	0.340	0.297			
								永瀬ダム上流 295.2km ²
								吉野ダム上流 343.4km ²
								杉田ダム上流 440.0km ²
								深淵上流 468.3km ²

河道記号	区間	K	P	TL(h)	備考
A	永瀬ダム～吉野ダム	-	-	0.235	
B	吉野ダム～杉田ダム	-	-	0.264	
C	杉田ダム～直轄区間上流	1.81	0.704	0.049	
D	直轄区間上流～深淵地点	2.55	0.811	0.086	

図 1.4 流出解析モデル図、流域分割図、流域定数一覧表

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) 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

1.5.2 計画規模の設定

計画規模については、既定計画の 1/100 を踏襲するものとした。

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

物部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強度の強い降雨の継続時間をもとに設定した。

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、深淵地点の水位・流量データの観測が開始された昭和 36 年（1961 年）から令和 3 年（2021 年）までに生起した洪水で、基準地点深淵における流量（ダム・氾濫なし流量）の上位 10 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 1.1 に示し、洪水ごとの Kinematic Wave 法による洪水到達時間の検討結果を図 1.5 に示す。

- ・ Kinematic Wave 法による洪水到達時間は 5～24 時間（平均 11 時間）と推定。
- ・ 角屋の式による洪水到達時間は 5～8 時間（平均 6 時間）と推定。

表 1.1 洪水到達時間の算定結果

No	洪水生起年月日	流量ピーク時刻	Kinematic Wave法	角屋の式	
			算定結果 (h)	平均有効降雨強度 (mm/h)	算定結果 (h)
1	S43. 8. 29	1968/8/29 13:00	13	18. 4	6. 8
2	S45. 8. 21	1970/8/21 13:00	7	33. 5	5. 5
3	S47. 7. 5	1972/7/5 7:00	6	33. 9	5. 4
4	S53. 8. 3	1978/8/3 8:00	24	11. 2	8. 0
5	H5. 7. 28	1993/7/28 5:00	9	20. 6	6. 5
6	H10. 9. 25	1998/9/25 3:00	8	25. 1	6. 1
7	H16. 10. 20	2004/10/20 16:00	11	22. 9	6. 2
8	H26. 8. 2	2014/8/2 20:00	10	22. 6	6. 3
9	H26. 8. 10	2014/8/10 7:00	17	19. 0	6. 7
10	H30. 7. 6	2018/7/6 7:00	5	31. 0	5. 6
	最大	-	24	-	8. 0
	最小	-	5	-	5. 4
	平均	-	11. 0	-	6. 3

注) 角屋の式に用いる平均有効降雨強度は、Kinematic Wave 法による到達時間内の平均有効降雨強度を使用

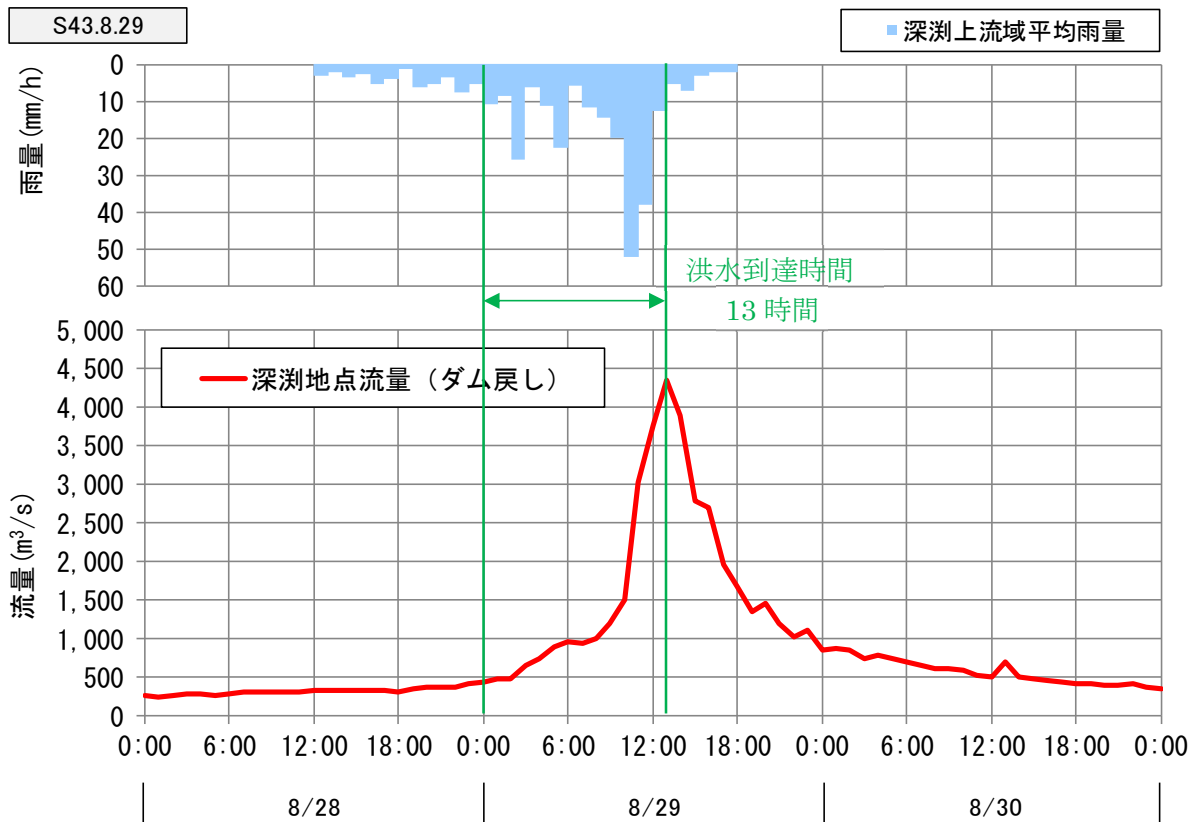


図 1.5 (1) Kinematic Wave 法による洪水到達時間の検討 (S43.8.29 洪水)

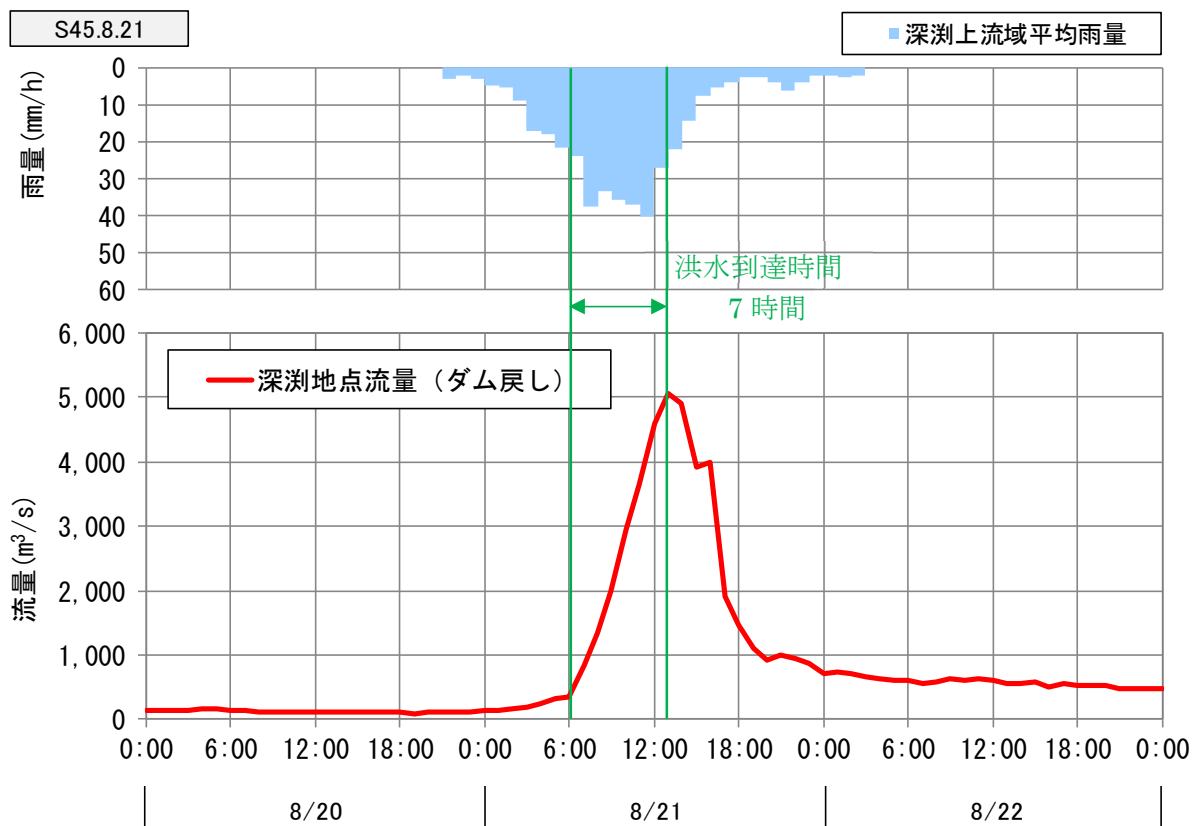


図 1.5 (2) Kinematic Wave 法による洪水到達時間の検討 (S45.8.21 洪水)

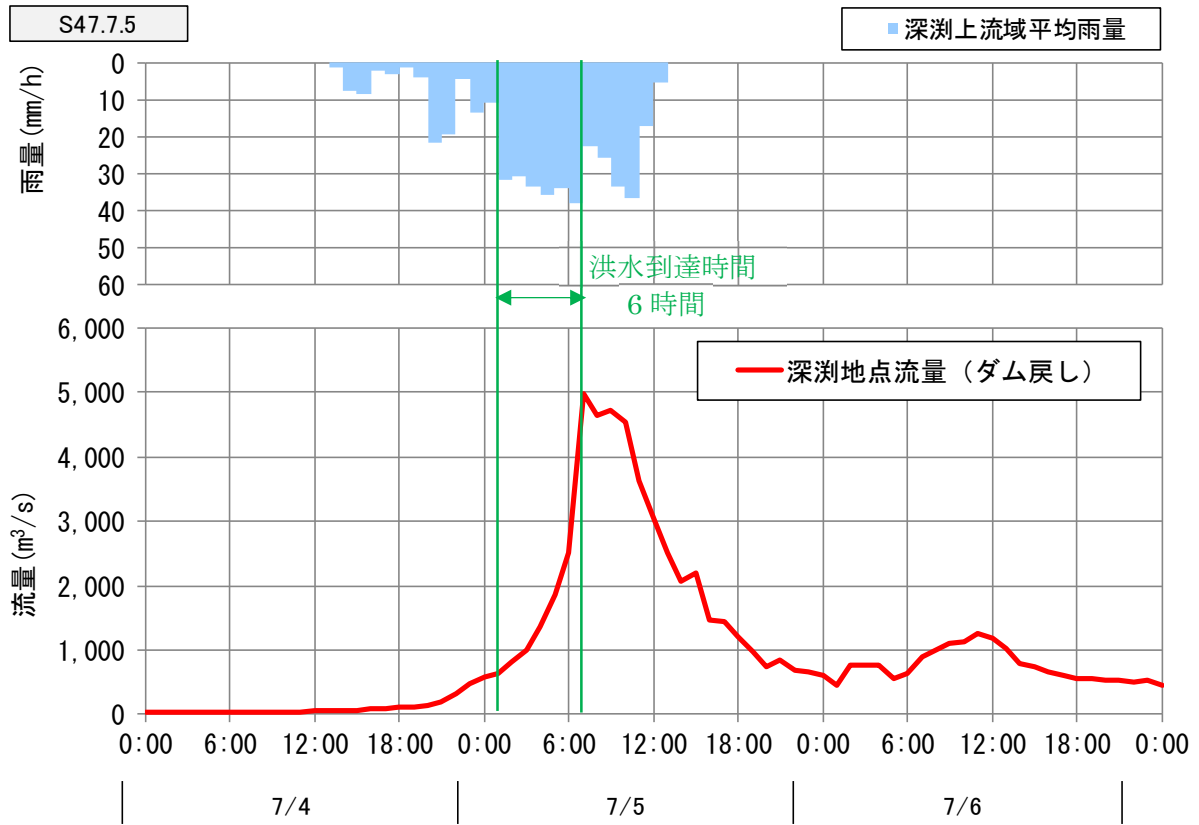


図 1.5 (3) Kinematic Wave 法による洪水到達時間の検討 (S47.7.5 洪水)

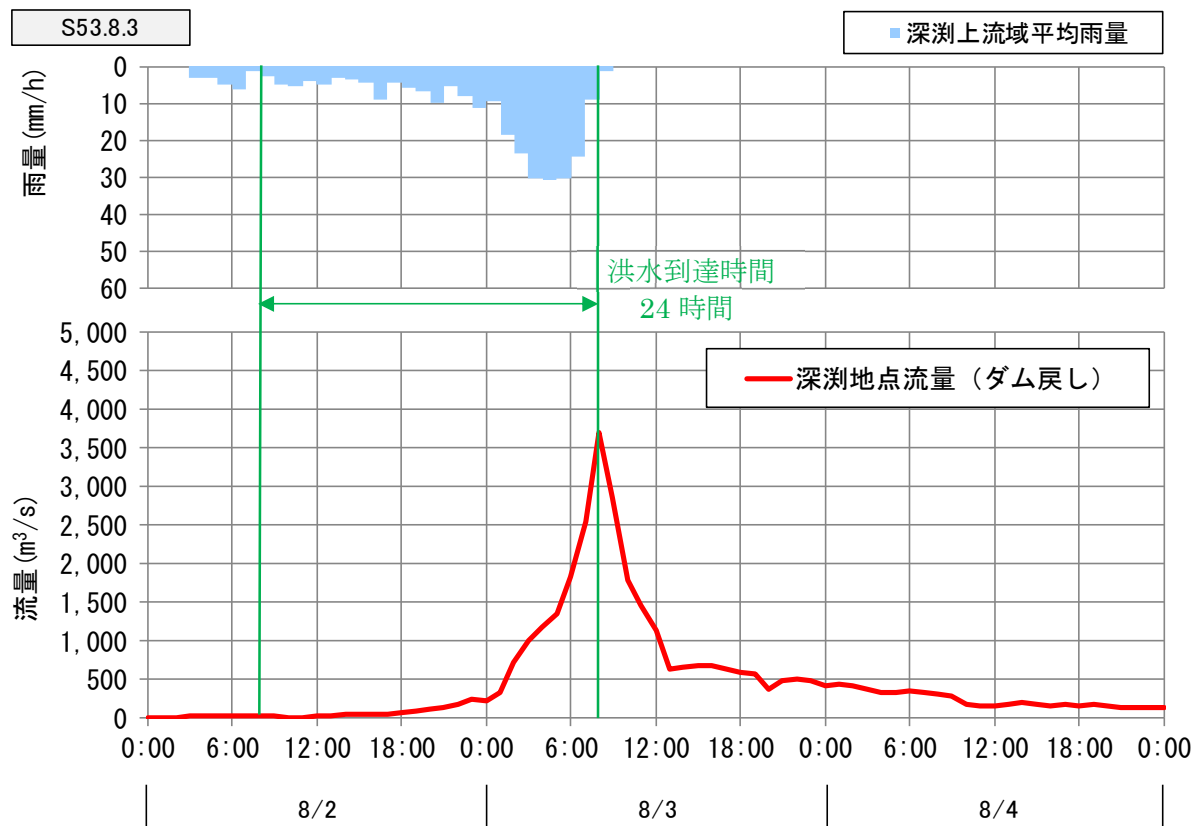


図 1.5 (4) Kinematic Wave 法による洪水到達時間の検討 (S53.8.3 洪水)

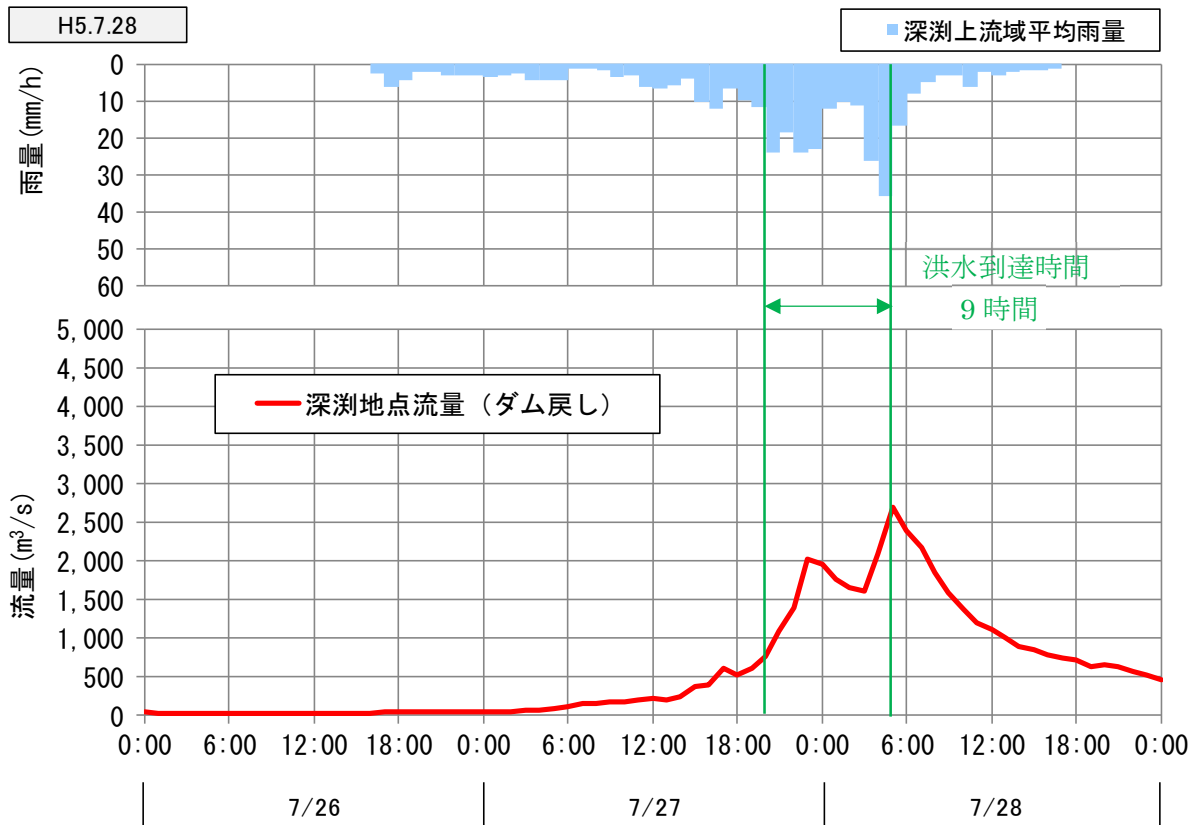


図 1.5 (5) Kinematic Wave 法による洪水到達時間の検討 (H5.7.28 洪水)

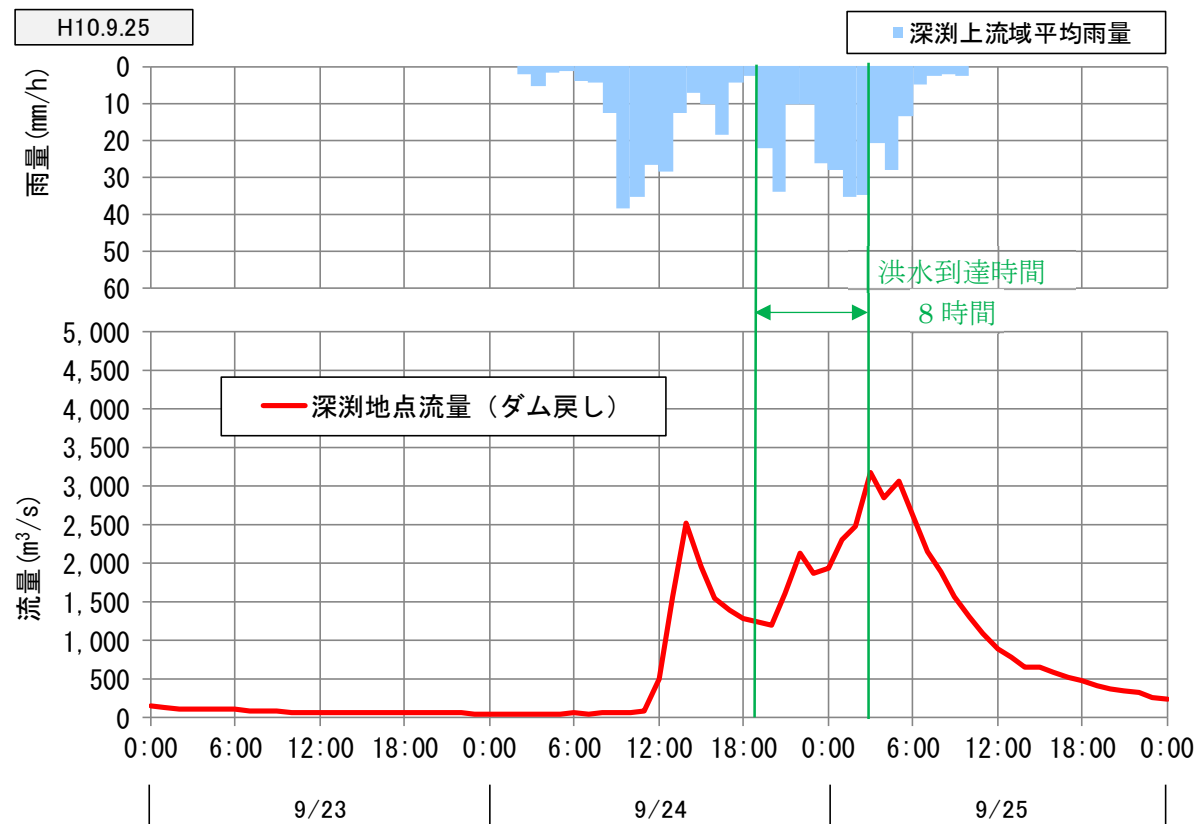


図 1.5 (6) Kinematic Wave 法による洪水到達時間の検討 (H10.9.25 洪水)

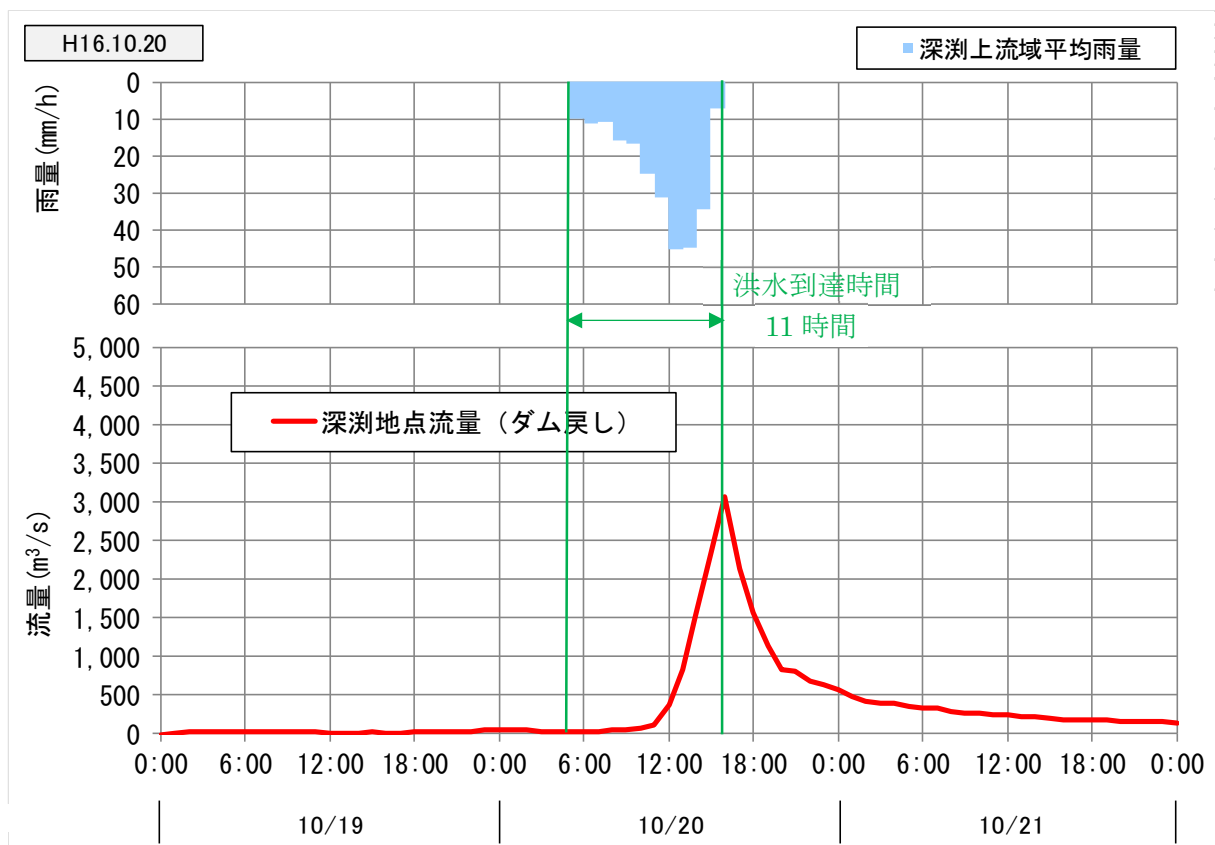


図 1.5 (7) Kinematic Wave 法による洪水到達時間の検討 (H16.10.20 洪水)

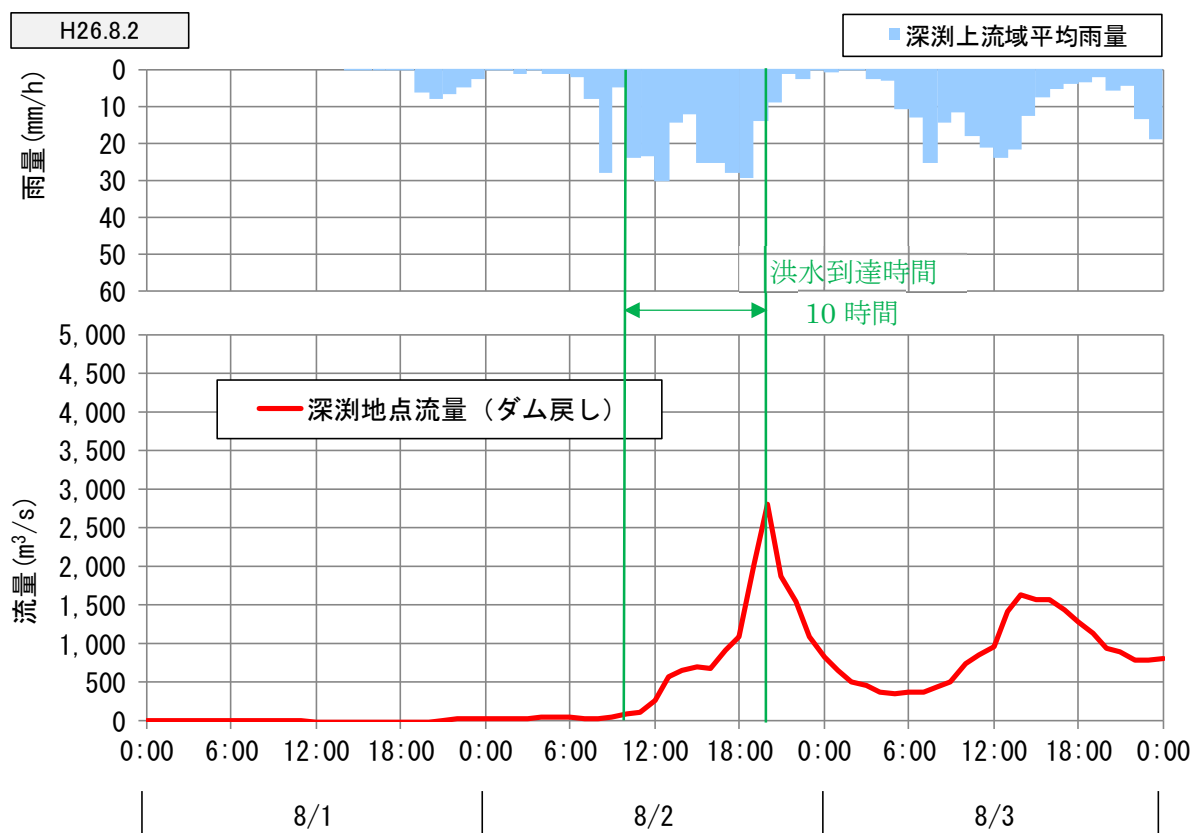


図 1.5 (8) Kinematic Wave 法による洪水到達時間の検討 (H26.8.2 洪水)

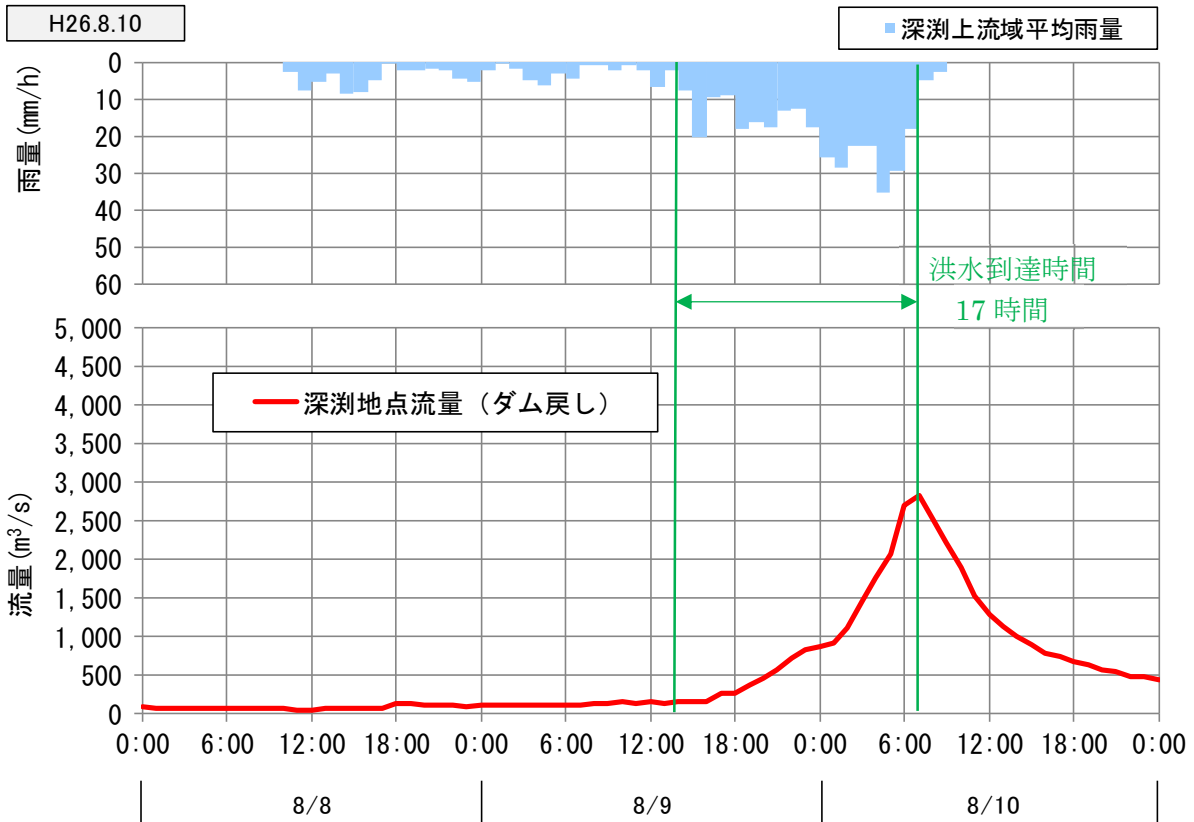


図 1.5 (9) Kinematic Wave 法による洪水到達時間の検討 (H26.8.10 洪水)

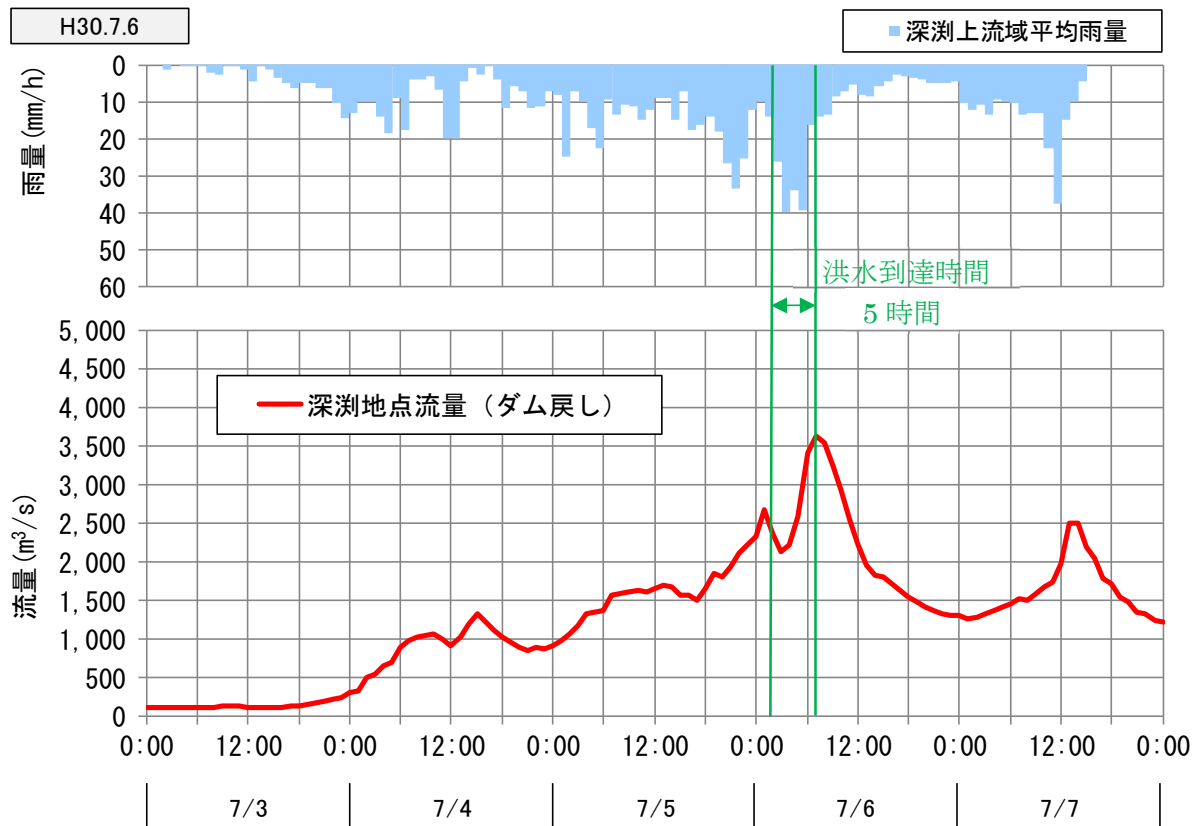


図 1.5 (10) Kinematic Wave 法による洪水到達時間の検討 (H30.7.6 洪水)

1.6.3 ピーク流量と短時間雨量の相関

昭和36年（1961年）から令和3年（2021年）まで基準地点深淵において年最大流量（ダム・氾濫なし流量）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前で最大となる短時間雨量」（定義①）との相関関係、「ピーク流量生起時刻から遡る短時間雨量」（定義②）との相関関係（図1.6）について整理した。なお、短時間雨量については、1～3、6、9、12、15、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1.7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及び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1.8に示す。

※ただし、深淵地点流量1,500m³/s程度以下の洪水は対象外とした。

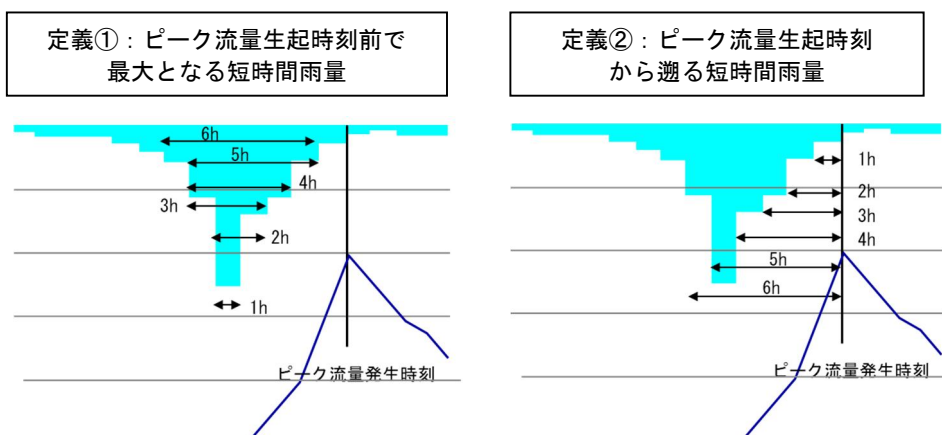


図 1.6 ピーク流量と雨量相関の定義

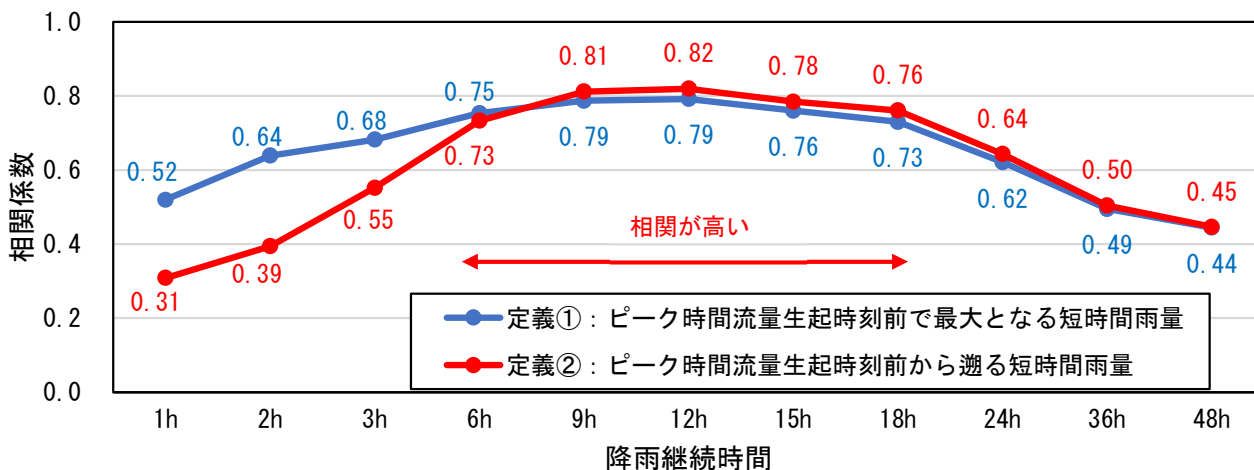


図 1.7 ピーク流量と雨量の相関係数

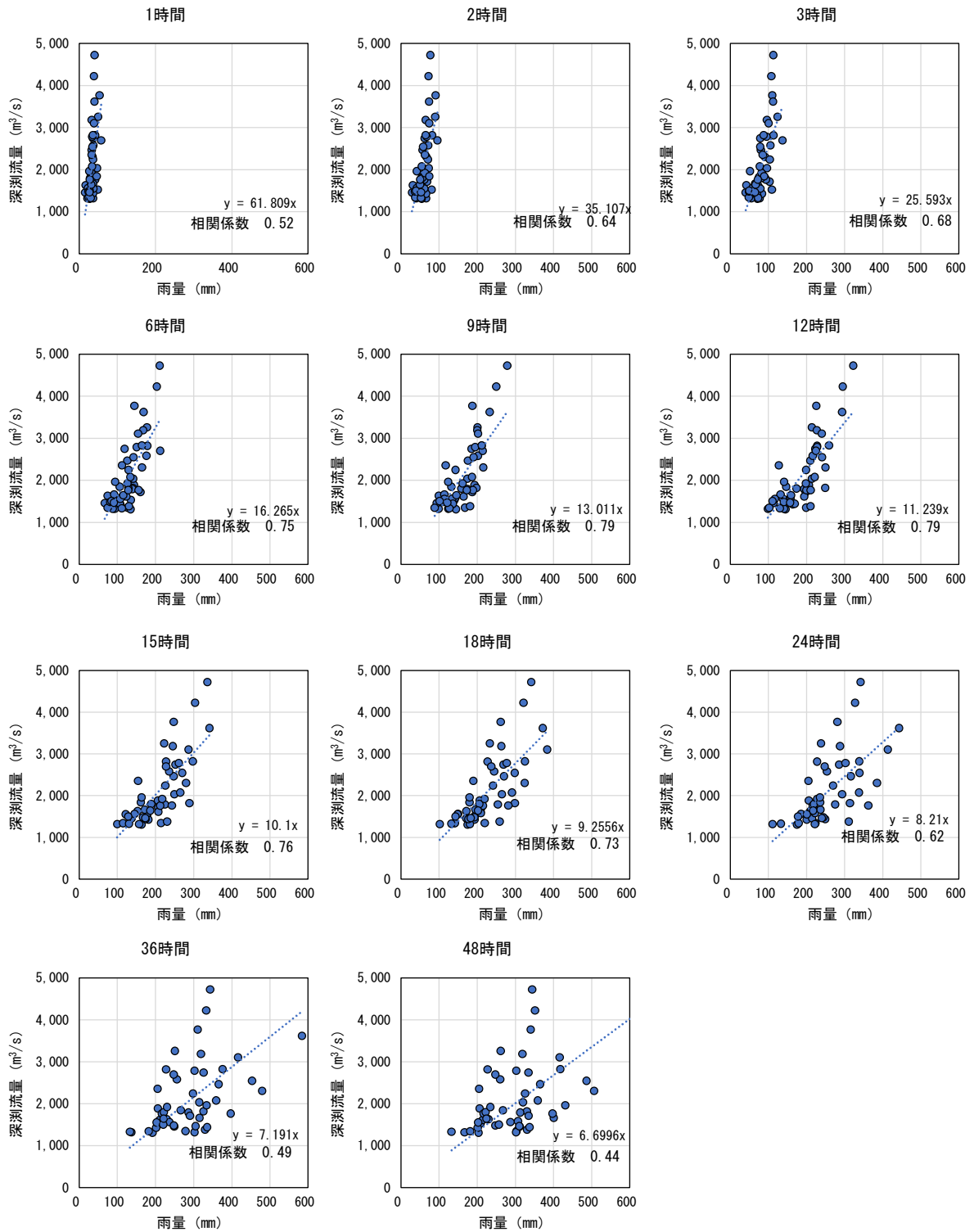


図 1.8 (1) ピーク流量とピーク流量生起時刻前で最大となる短時間雨量（定義①）の関係

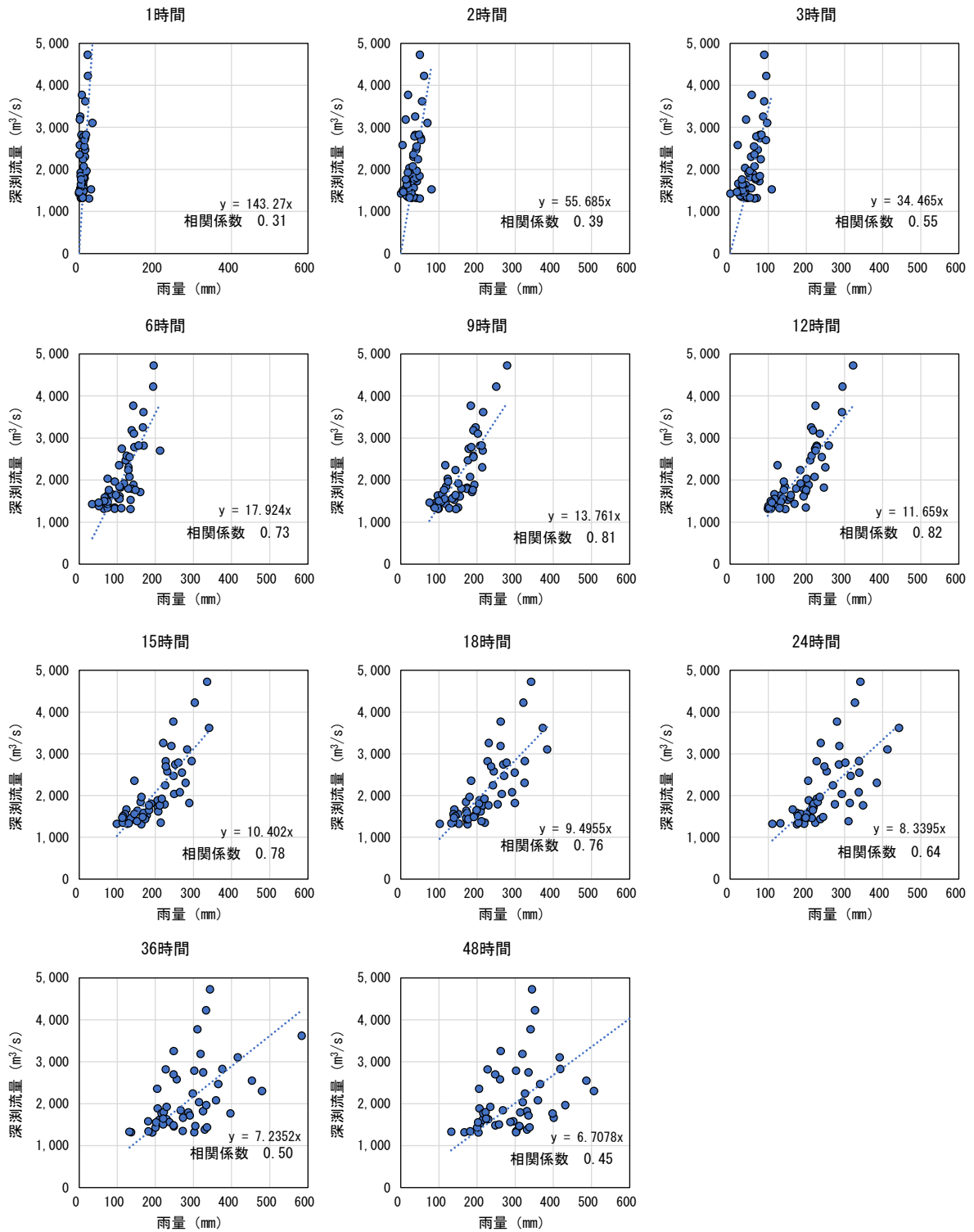


図 1.8 (2) ピーク流量とピーク流量生起時刻から遡る短時間雨量 (定義②) の関係

1.6.4 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、深淵地点の水位・流量データの観測が開始された昭和 36 年（1961 年）から令和 3 年（2021 年）までに生起した洪水で、基準地点深淵における流量（ダム・氾濫なし流量）の上位 10 洪水とした。

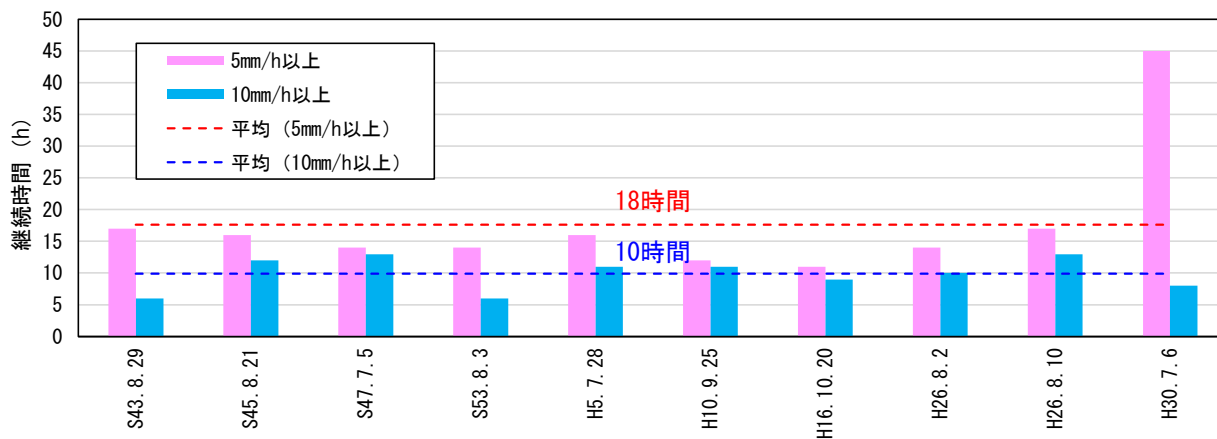


図 1.9 深淵地点における実績ピーク流量上位 10 洪水の 5mm/h・10mm/h 継続時間

1.6.5 対象降雨の降雨継続時間の設定

時間雨量観測所数が比較的充実している昭和 32 年（1957 年）から令和 3 年（2021 年）までの雨量・流量資料を整理し、物部川の降雨特性、ピーク流量との相関を勘案して、下記理由により対象降雨の継続時間を 12 時間と設定した。

- ・ 洪水到達時間の検討において、Kinematic Wave 法：5～24 時間（平均 11 時間）、角屋の式：5～8 時間（平均 6 時間）となる。
- ・ ピーク流量と相関の高い雨量は概ね 6～18 時間である。
- ・ 主要洪水における強度の強い降雨継続時間は、5mm/h 以上：11～45 時間（平均 18 時間）、10mm/h 以上：6～13 時間（平均 10 時間）である。
- ・ 上記結果を包絡できる時間として、計画降雨継続時間を 12 時間に設定。

1.7 河川の整備の目標となる洪水の規模及び対象降雨の降雨量の設定

1.7.1 対象降雨の降雨量の設定

対象降雨の継続時間は、Kinematic Wave 法及び角屋の式等による洪水到達時間、短時間雨量と洪水ピーク流量の相関、降雨強度の強い降雨の継続時間から総合的に判断した結果、既定計画と同じ 12 時間を設定した。

なお、降雨量変化倍率の算定に用いている過去実験の期間が平成 22 年（2010 年）までであることを踏まえ、既定計画から雨量標本のデータ延伸を一律に平成 22 年（2010 年）までにとどめ、平成 22 年（2010 年）までの雨量標本（表 1.4）を用い、定常の水文統計解析により確率雨量を算定し、これに降雨量変化倍率を乗じた値を計画対象降雨の降雨量とした。

昭和 32 年（1957 年）から平成 22 年（2010 年）までの年最大 12 時間雨量を水文統計解析し、適合度の基準を満足し、安定性の良好な確率分布モデルを用いた 1/100 対象降雨の降雨量を基準地点深淵で 359.6mm/12h と決定した。確率統計解析結果を表 1.2 及び図 1.10 に示す。

この結果を踏まえ、気候変動の影響を考慮した対象降雨の降雨量を基準地点深淵の 1/100 降雨量 359.6mm/12h に降雨量変化倍率 1.1 を乗じた 396mm/12h とした。

表 1.2 基準地点深淵上流域平均年最大 12 時間雨量 確率統計解析結果

確率降雨量の算定（12時間雨量、S32年～H22年、標本数N=54）						
確率手法		1/100 統計値 (mm)	SLSC	JackKnife 推定誤差 (mm)	採用手法	
1	指数分布	Exp	402.3	0.058	27.5	
2	グンベル分布	Gumbel	359.6	0.030	23.1	○
3	平方根指数型最大値分布	SqrtEt	416.4	0.041	29.8	
4	一般化極値分布	Gev	336.9	0.032	37.7	
5	対数ピアソンⅢ型分布（実数空間法）	LP3Rs	335.6	0.027	34.5	
6	対数ピアソンⅢ型分布（対数空間法）	LogP3	—	—	—	
7	岩井法	Iwai	—	—	—	
8	石原・高瀬法	IshiTaka	342.3	0.027	34.3	
9	対数正規3母数クォンタイル	LN3Q	355.6	0.029	45.5	
10	対数正規3母数（SladeⅡ）	LN3PM	341.3	0.027	33.7	
11	対数正規分布2母数（SladeⅠ、L積率法）	LN2LM	352.2	0.027	25.5	
12	対数正規分布2母数（SladeⅠ、積率法）	LN2PM	349.6	0.027	25.0	
13	対数正規分布4母数（SladeⅣ、積率法）	LN4PM	—	—	—	

表 1.3 対象降雨の降雨量の設定

項目	深淵	備考
1/100 確率雨量 (S32～H22 年標本)	359.6mm/12h	確率手法 SLSC ≤ 0.04 であり JackKnife 推定誤差が最小となる確率手法
気候変動を 考慮した降雨量	396mm/12h	359.6mm/12h × 降雨量変化倍率 1.1

【ゲンベル確率紙】

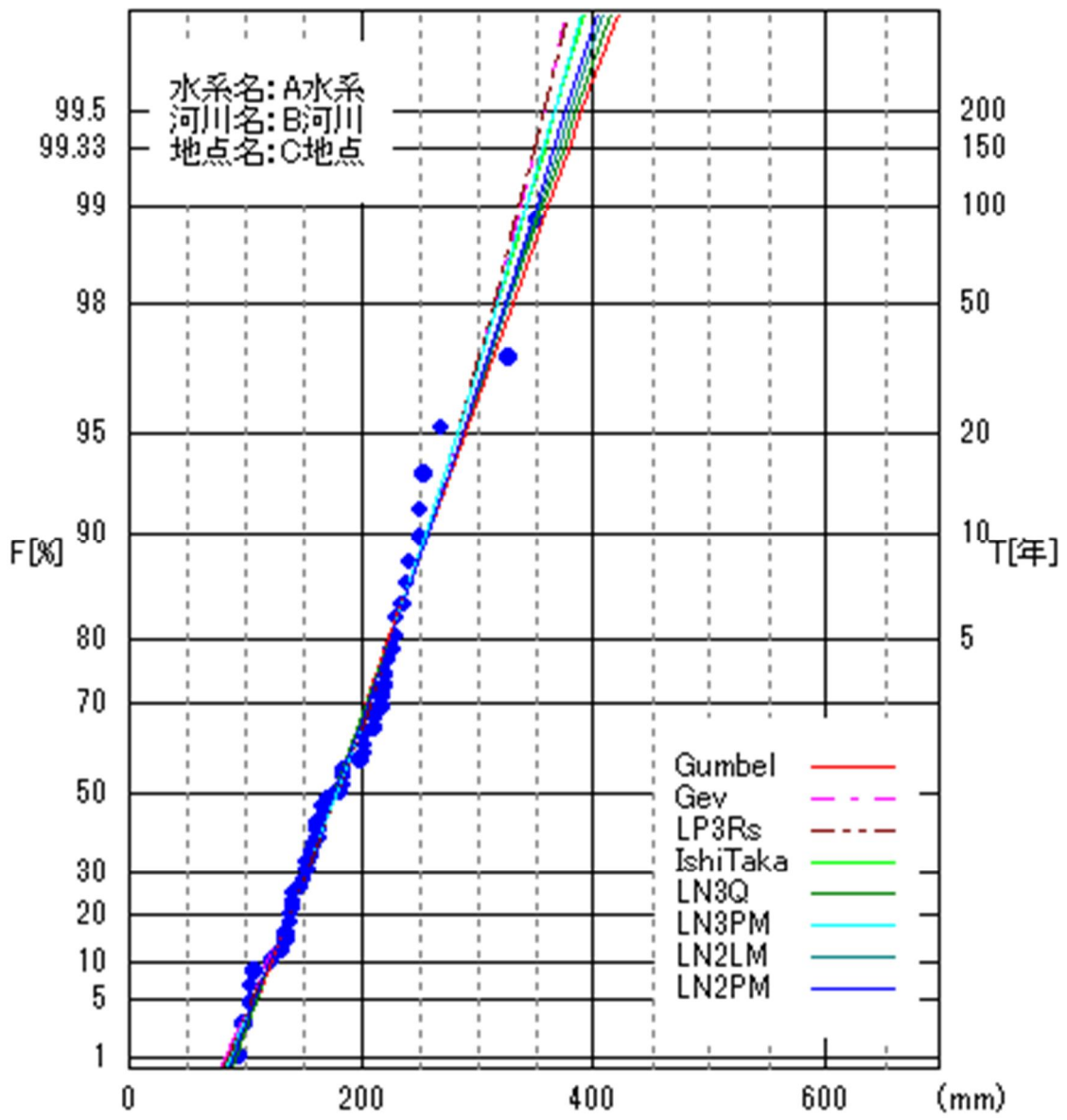


図 1.10 基準地点深淵上流域平均年最大 12 時間雨量 確率統計解析結果

表 1.4 深淵上流域平均年最大 12 時間雨量（昭和 32 年～平成 22 年）

NO	和暦	西暦	深淵 mm/12h	NO	和暦	西暦	深淵 mm/12h
1	S32	1957	183.1	28	S59	1984	133.1
2	S33	1958	153.5	29	S60	1985	105.3
3	S34	1959	161.4	30	S61	1986	102.4
4	S35	1960	209.5	31	S62	1987	181.2
5	S36	1961	200.5	32	S63	1988	209.8
6	S37	1962	121.6	33	H1	1989	178.7
7	S38	1963	249.2	34	H2	1990	181.3
8	S39	1964	149.6	35	H3	1991	92.9
9	S40	1965	217.9	36	H4	1992	138.5
10	S41	1966	171.0	37	H5	1993	224.0
11	S42	1967	214.7	38	H6	1994	155.9
12	S43	1968	229.2	39	H7	1995	138.5
13	S44	1969	219.3	40	H8	1996	151.7
14	S45	1970	326.7	41	H9	1997	156.0
15	S46	1971	249.0	42	H10	1998	266.8
16	S47	1972	348.4	43	H11	1999	146.6
17	S48	1973	104.8	44	H12	2000	135.7
18	S49	1974	201.7	45	H13	2001	134.8
19	S50	1975	214.5	46	H14	2002	157.3
20	S51	1976	163.4	47	H15	2003	160.8
21	S52	1977	162.0	48	H16	2004	253.6
22	S53	1978	235.7	49	H17	2005	241.6
23	S54	1979	165.2	50	H18	2006	201.6
24	S55	1980	136.4	51	H19	2007	229.5
25	S56	1981	98.9	52	H20	2008	131.3
26	S57	1982	222.0	53	H21	2009	198.5
27	S58	1983	139.7	54	H22	2010	237.7

【参考】近年降雨の気候変動の影響等の確認

1.Mann-Kendall 検定（定常/非定常性を確認）

雨量標本の経年的変化の確認として「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、最近年までデータを延伸し、非定常性が確認された場合は「非定常性が現れる前までのデータ延伸」ととどめ、定常の水文統計解析により確率雨量の算定等も合わせて実施した。

Mann-Kendall 検定（定常/非定常性を確認）は、水文時系列資料のトレンドを検定する手法であり、トレンドが線形か非線形かに関わらず適用可能である。昭和 32 年（1957 年）～平成 22 年（2010 年）及び雨量データを 1 年ずつ追加し、昭和 32 年（1957 年）～令和 3 年（2021 年）までのデータを対象として検定を行った。

⇒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。

以下の仮説を有意水準 $\alpha = 5\%$ により検定する。

帰無仮説 H_0 : n 個のデータ $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ が独立で同一の確率分布に従う。

対立仮説 H_1 : n 個のデータ $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ が同一の確率分布に従わない。

統計量 Z の定義は以下の通りである。

$$s = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sign}(x_j - x_k) \quad (1)$$

$$\text{sign}(\theta) = \begin{cases} 1 & \theta > 0 \\ 0 & \theta = 0 \\ -1 & \theta < 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{Var}(s) = \frac{1}{18} \left(n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^n e_i(e_i-1)(2e_i+5) \right) \quad (3)$$

$$z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} & s > 0 \\ 0 & s = 0 \\ \frac{s+1}{\sqrt{\text{Var}(s)}} & s < 0 \end{cases} \quad (4)$$

- e_i はデータ $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ を昇順に並べたとき、同じ値が連続して出現する個数を表し、 n はその組数を表す。
- 有意水準を α としたとき、標準正規変数 Z が $|Z| > z_{1-\alpha/2}$ のとき仮説 H_0 は棄却される。 $z_{1-\alpha/2}$ は標準正規分布の超過確率 $\alpha/2$ に相当するクォンタイルである。
- $S > 0$ のとき、水文時系列資料 X_i は上昇傾向であることを示し、 $S < 0$ のときは下降傾向であることを示す。

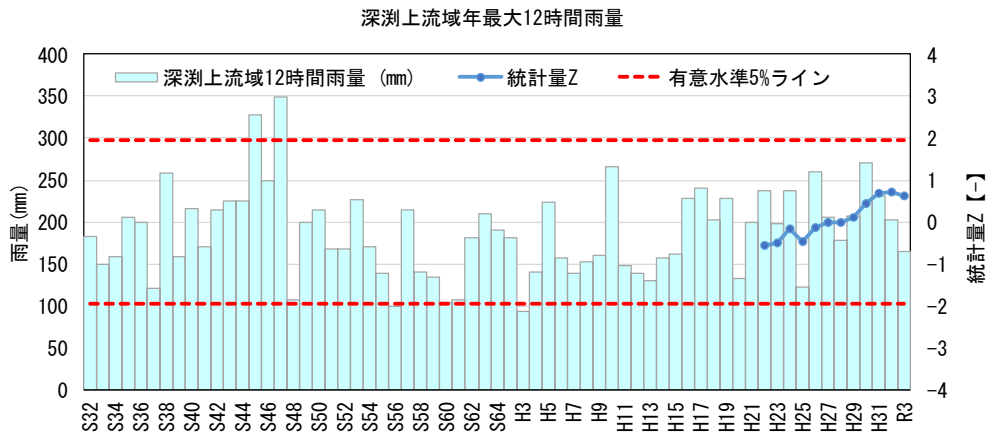


図 1.11 Mann-Kendall 検定結果

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、最新令和3年（2021年）まで時間雨量データを延伸し、水文統計解析に一般に用いられる確率モデルによる1/100確率雨量から、適合度の基準を満足し、安定性の良好な確率分布モデルを用いて1/100確率雨量を算定

⇒令和3年（2021年）までの雨量データを用いた場合の基準地点深淵1/100確率雨量は362.9mm/12hとなり、データ延伸による確率雨量に大きな差は確認されなかった。

表 1.5 近年降雨までデータ延伸した場合の1/100確率雨量（12時間雨量）

確率降雨量の算定（12時間雨量、S32年～R3年、標本数N=65）				
確率手法		1/100 統計値 (mm)	SLSC	JackKnife 推定誤差 (mm)
1	指数分布	Exp	405.4	23.5
2	グンベル分布	Gumbel	362.9	19.7
3	平方根指数型最大値分布	SqrtEt	427.2	26.9
4	一般化極値分布	Gev	330.8	30.7
5	対数ピアソンⅢ型分布（実数空間法）	LP3Rs	331.4	28.3
6	対数ピアソンⅢ型分布（対数空間法）	LogP3	338.4	27.5
7	岩井法	Iwai	324.9	32.2
8	石原・高瀬法	IshiTaka	337.4	27.6
9	対数正規3母数クォンタイル	LN3Q	349.8	25.0
10	対数正規3母数(SladeⅡ)	LN3PM	336.8	27.1
11	対数正規分布2母数(SladeⅠ, L積率法)	LN2LM	356.1	22.1
12	対数正規分布2母数(SladeⅠ, 積率法)	LN2PM	353.8	21.7
13	対数正規分布4母数(SladeⅣ, 積率法)	LN4PM	—	—

1.8 主要降雨波形の設定

検討対象洪水の選定は、令和3年(2021年)までの基準地点深淵の流量が氾濫注意水位相当流量以上を生起した洪水、かつ基準地点深淵のピーク流量生起時刻前後の最大12時間雨量の引き伸ばし率が2倍以下(1.1倍する前の確率雨量)となる17洪水を選定した(図1.12)。

選定した洪水を対象に、基準地点深淵の1/100確率12時間雨量396mm(359.6mm×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ところ、基準地点深淵におけるピーク流量は4,700~9,400m³/sとなった(表1.6)。

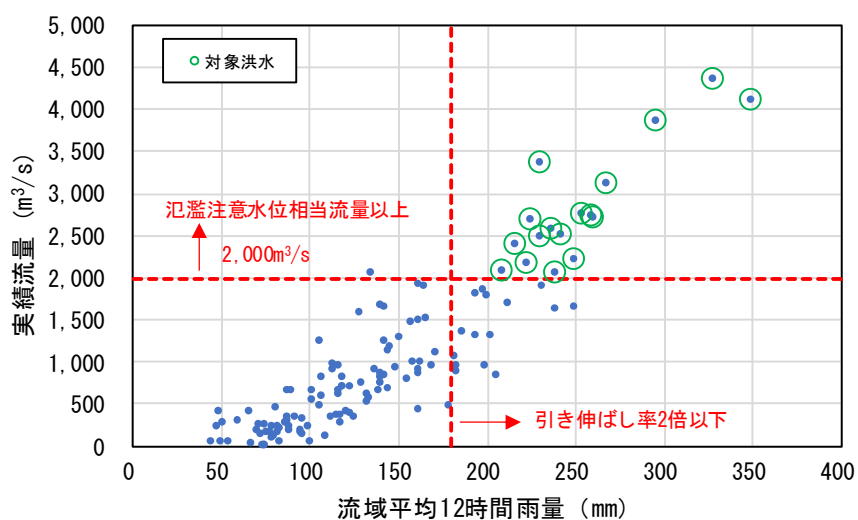


図 1.12 対象洪水の選定(基準地点深淵)(12時間雨量)

表 1.6 選定洪水のピーク流量一覧（基準地点深淵）

通しNo.	洪水	基準地点深淵上流域			基準地点深淵 基本高水の ピーク流量 (m ³ /s)
		実績雨量 (mm/12h)	計画規模 降雨量×1.1倍 (mm/12h)	拡大率	
1	S38. 8. 10	249. 2	396	1. 589	5, 462
2	S43. 8. 29	229. 2	396	1. 728	7, 474
3	S45. 8. 21	326. 7	396	1. 212	4, 950
4	S47. 7. 5	348. 4	396	1. 137	4, 616
5	S53. 8. 3	235. 7	396	1. 680	6, 548
6	S57. 8. 27	222. 0	396	1. 784	5, 942
7	H5. 7. 28	224. 0	396	1. 767	6, 136
8	H10. 9. 25	266. 8	396	1. 484	5, 637
9	H16. 8. 30	215. 1	396	1. 841	7, 134
10	H16. 10. 20	253. 6	396	1. 562	7, 026
11	H17. 9. 7	241. 6	396	1. 639	5, 207
12	H19. 7. 15	229. 5	396	1. 726	6, 899
13	H24. 7. 12	238. 1	396	1. 663	6, 379
14	H26. 8. 2	258. 7	396	1. 531	5, 626
15	H26. 8. 10	259. 5	396	1. 526	5, 847
16	H29. 7. 1	208. 1	396	1. 903	9, 398
17	H30. 7. 6	294. 9	396	1. 343	6, 252

※拡大率：「12時間雨量(mm)」に対する「1/100確率12時間雨量396mm(360mm×1.1倍)」の比率

1.9 対象降雨の地域分布及び時間分布の検討

1.9.1 考え方

基本高水の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、確率水文学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、計画降雨としての妥当性評価により代表的な洪水に適さない洪水については検討対象から除外した上で計画降雨波形を設定した。

1.9.2 棄却基準の設定

地域分布及び時間分布の異常な降雨の判断は、棄却基準を 1/500 確率雨量として行った。

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

1.9.3 地域分布の評価手法

(1) 対象地域の選定

対象地域は、以下に示す 2 流域を選定した。

A：永瀬ダム上流域

B：永瀬ダム下流域

(2) 棄却基準値の選定

各選定流域における棄却基準値を設定した。確率雨量の算定は、昭和 32 年（1957 年）～平成 22 年（2010 年）までの各流域の年最大 12 時間雨量について確率計算を行い、各確率分布モデルの中で $SLSC \leq 0.04$ かつ Jackknife 推定誤差が最小となる確率分布モデルの確率雨量を採用した。選定したモデルにおける、1/500 確率雨量の値を棄却基準値とした。

1.9.4 時間分布の評価手法

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、角屋の式による洪水到達時間の最小値（5 時間）と、対象降雨の継続時間の 1/2（6 時間）を設定した。

表 1.7 対象時間の設定

基準地点名	対象時間
深沢	6h、5h

(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。確率雨量の算定は、昭和 32 年（1957 年）～平成 22 年（2010 年）までの年最大時間雨量について確率計算を行い、各計算手法の中で $SLSC \leq 0.04$ かつ Jackknife 推定誤差が最小となる確率分布モデルにおける 1/500 確率雨量を採用した。選定したモデルにおける、1/500 確率雨量の値を棄却基準値とした。

1.9.5 地域分布及び時間分布の雨量評価

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。拡大後雨量及び 1/500 雨量は以下に示すとおりであり、8 洪水が棄却された。

表 1.8 地域分布及び時間分布の雨量評価表

No	洪水名	深淵地点 実績水位 (m)	深淵地点 実績流量 (m ³ /s)	深淵上流 計画降雨 継続時間 12hr雨量 (mm)	引伸倍率 (360 mm)	時間分布による棄却基準						地域分布による棄却基準					
						深淵上流			洪水到達時間			永瀬ダム上流			永瀬ダム下流		
	1/2計画降雨継続時間					6時間	洪水到達時間		5時間	計画降雨継続時間		12時間	計画降雨継続時間		12時間		
	実績 雨量 (mm)					引伸 雨量 (mm)	棄却 1/500 (275 mm)	実績 雨量 (mm)	引伸 雨量 (mm)	棄却 1/500 (213 mm)	実績 雨量 (mm)	引伸 雨量 (mm)	棄却 1/500 (478 mm)	実績 雨量 (mm)	引伸 雨量 (mm)	棄却 1/500 (439 mm)	
1	S38. 8. 10	4. 05	2, 226	249. 2	1. 445	156. 1	225. 58		136. 7	197. 48		254. 55	367. 82		241. 58	349. 09	
2	S43. 8. 29	3. 94	3, 377	229. 2	1. 57	149. 0	234. 00		137. 2	215. 34	×	249. 74	392. 09		194. 26	304. 98	
3	S45. 8. 21	4. 31	4, 369	326. 7	1. 102	209. 6	230. 99		182. 7	201. 34		384. 39	423. 60		228. 35	251. 64	
4	S47. 7. 5	4. 60	4, 111	348. 4	1. 033	203. 5	210. 18		172. 2	177. 85		383. 52	396. 17		288. 49	298. 01	
5	S53. 8. 3	3. 90	2, 585	235. 7	1. 527	174. 5	266. 40		154. 3	235. 59	×	261. 00	398. 54		192. 54	294. 01	
6	S57. 8. 27	3. 90	2, 177	222. 0	1. 622	132. 3	214. 52		117. 6	190. 67		268. 80	435. 99		142. 11	230. 51	
7	H5. 7. 28	4. 17	2, 694	224. 0	1. 607	119. 1	191. 44		102. 4	164. 54		199. 81	321. 09		265. 38	426. 47	
8	H10. 9. 25	4. 17	3, 133	266. 8	1. 349	173. 6	234. 24		147. 8	199. 38		205. 74	277. 55		411. 18	554. 68	×
9	H16. 8. 30	3. 69	2, 394	215. 1	1. 674	174. 5	292. 17	×	159. 2	266. 47	×	262. 07	438. 70		134. 92	225. 85	
10	H16. 10. 20	3. 89	2, 758	253. 6	1. 42	196. 5	279. 06	×	179. 8	255. 36	×	245. 01	347. 91		268. 13	380. 74	
11	H17. 9. 7	3. 76	2, 510	241. 6	1. 49	142. 3	212. 05		118. 1	175. 93		287. 74	428. 73		174. 45	259. 94	
12	H19. 7. 15	3. 76	2, 483	229. 5	1. 569	152. 0	238. 53		134. 7	211. 32		252. 27	395. 82		190. 59	299. 03	
13	H24. 7. 12	3. 74	2, 062	238. 1	1. 512	213. 2	322. 35	×	199. 1	301. 03	×	263. 08	397. 78		195. 49	295. 58	
14	H26. 8. 2	3. 23	2, 739	258. 7	1. 392	135. 4	188. 47		121. 9	169. 72		213. 28	296. 89		336. 35	468. 20	×
15	H26. 8. 10	3. 67	2, 719	259. 5	1. 387	164. 2	227. 70		138. 3	191. 80		263. 80	365. 89		254. 09	352. 42	
16	H29. 7. 1	3. 36	2, 250	208. 1	1. 73	202. 2	349. 87	×	199. 1	344. 48	×	230. 58	398. 90		169. 81	293. 76	
17	H30. 7. 6	4. 48	3, 875	294. 9	1. 221	169. 7	207. 14		156. 1	190. 55		325. 42	397. 34		243. 29	297. 06	

1.10 主要洪水における降雨量（気候変動考慮）の引き伸ばしと流出計算

主要洪水を対象に、12 時間雨量に対して、1/100 確率規模に 1.1 倍した降雨量となるように引き伸ばし降雨波形を作成した後、流出計算を行った結果、基準地点深淵におけるピーク流量は 4,700~6,900m³/s となった。基準地点深淵におけるピーク流量の一覧を表 1.9 に示す。同表の雨量評価において棄却されなかった 9 洪水のハイドログラフを図 1.13 に示す。

表 1.9 ピーク流量一覧表（基準地点深淵）

通しNo.	洪水	基準地点深淵上流域			基準地点深淵 基本高水の ピーク流量 (m ³ /s)	棄却	
		実績雨量 (mm/12hr)	計画規模 降雨量×1.1倍 (mm/12hr)	拡大率		時間 分布	地域 分布
1	S38. 8. 10	249. 2	396	1. 589	5, 462		
2	S43. 8. 29	229. 2	396	1. 728	7, 474	棄却	
3	S45. 8. 21	326. 7	396	1. 212	4, 950		
4	S47. 7. 5	348. 4	396	1. 137	4, 616		
5	S53. 8. 3	235. 7	396	1. 680	6, 548	棄却	
6	S57. 8. 27	222. 0	396	1. 784	5, 942		
7	H5. 7. 28	224. 0	396	1. 767	6, 136		
8	H10. 9. 25	266. 8	396	1. 484	5, 637		棄却
9	H16. 8. 30	215. 1	396	1. 841	7, 134	棄却	
10	H16. 10. 20	253. 6	396	1. 562	7, 026	棄却	
11	H17. 9. 7	241. 6	396	1. 639	5, 207		
12	H19. 7. 15	229. 5	396	1. 726	6, 899		
13	H24. 7. 12	238. 1	396	1. 663	6, 379	棄却	
14	H26. 8. 2	258. 7	396	1. 531	5, 626		棄却
15	H26. 8. 10	259. 5	396	1. 526	5, 847		
16	H29. 7. 1	208. 1	396	1. 903	9, 398	棄却	
17	H30. 7. 6	294. 9	396	1. 343	6, 252		

※拡大率：「12 時間雨量(mm)」に対する「1/100 確率 12 時間雨量 396mm (360mm×1.1 倍)」の比率

※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ため棄却

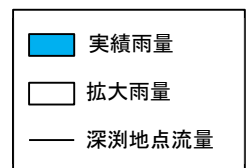
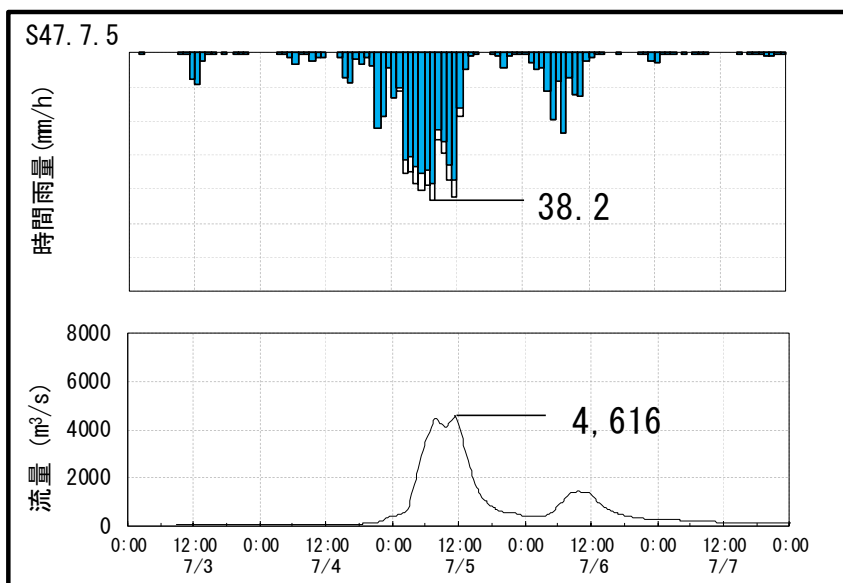
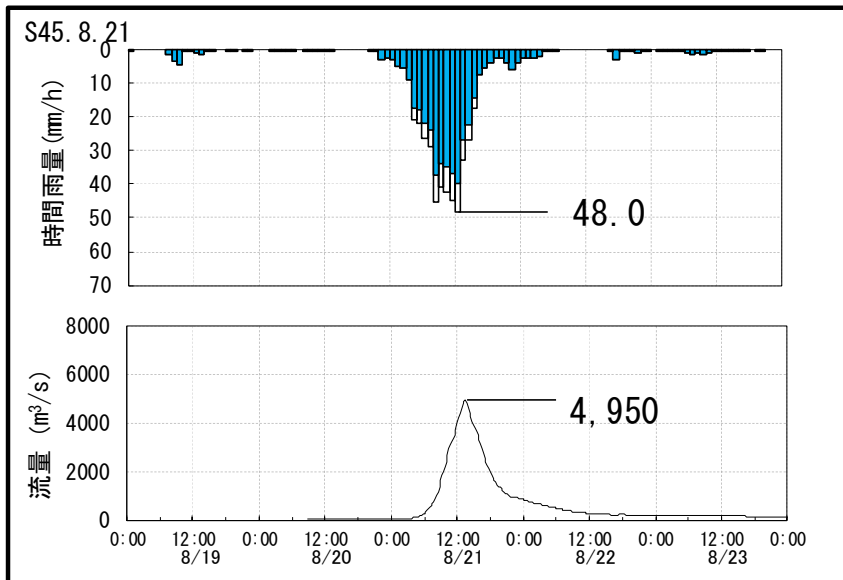
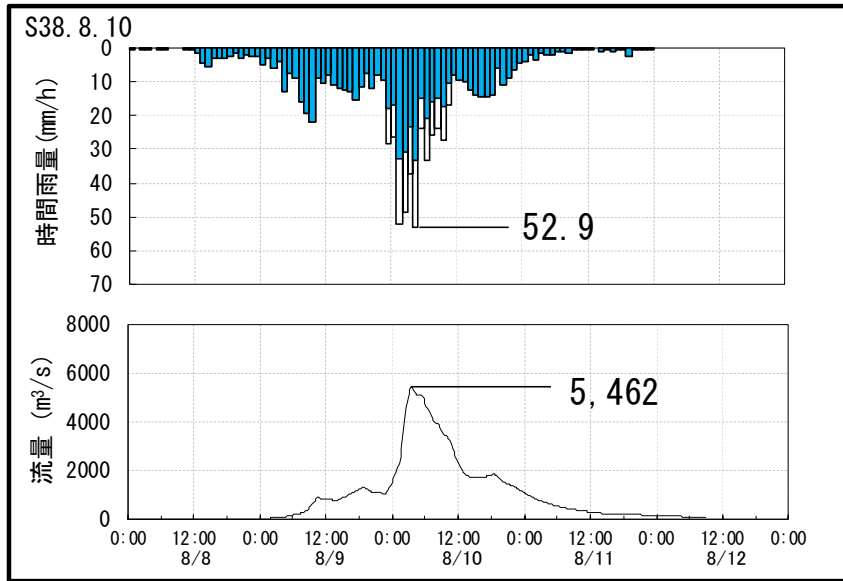


図 1.13(1) 基本高水ハイドログラフ (基準地点深淵)

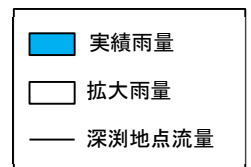
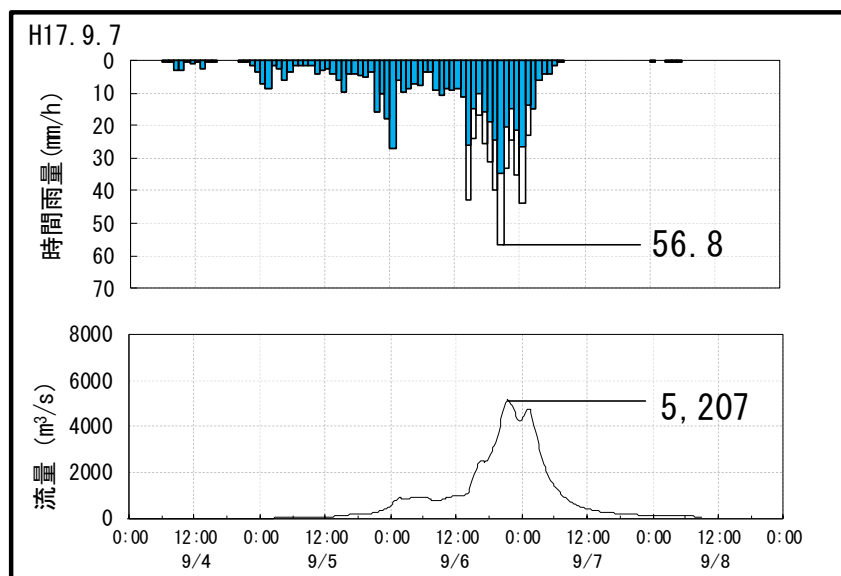
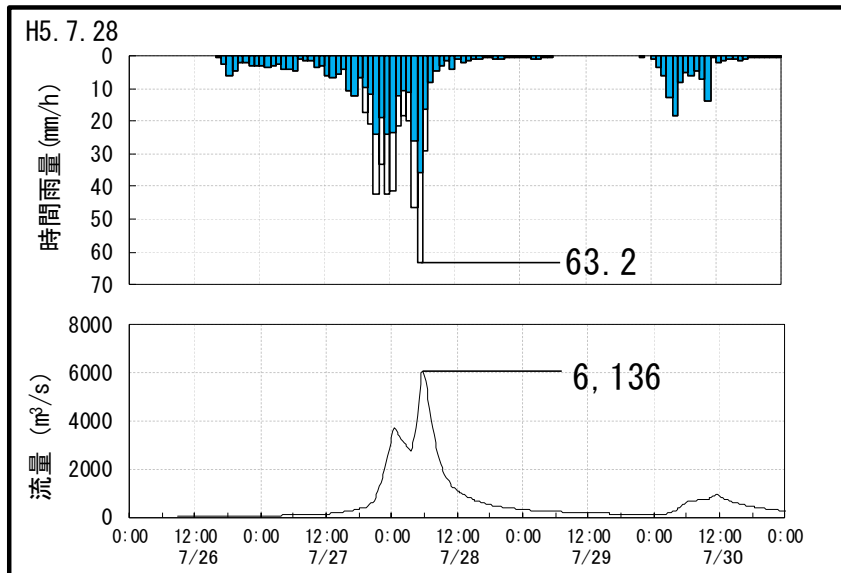
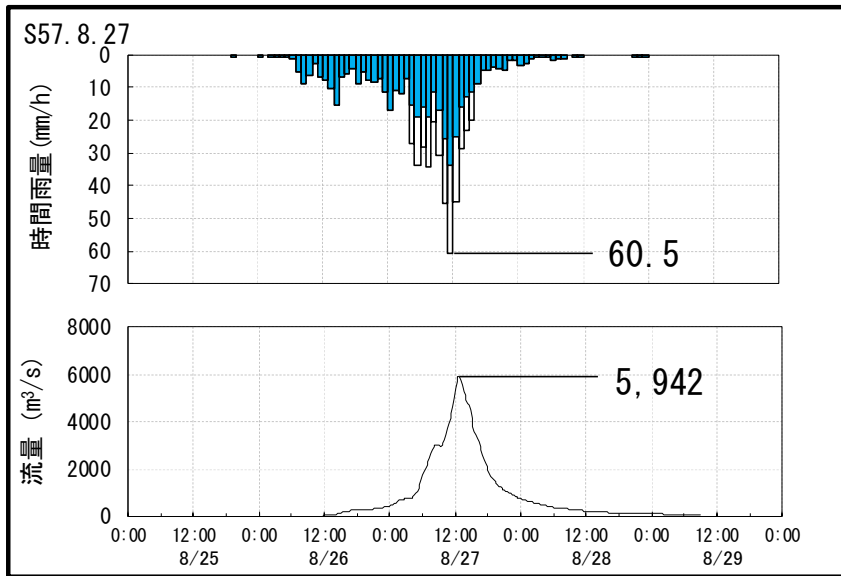


図 1.13(2) 基本高水ハイドログラフ (基準地点深測)

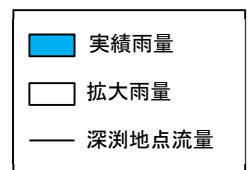
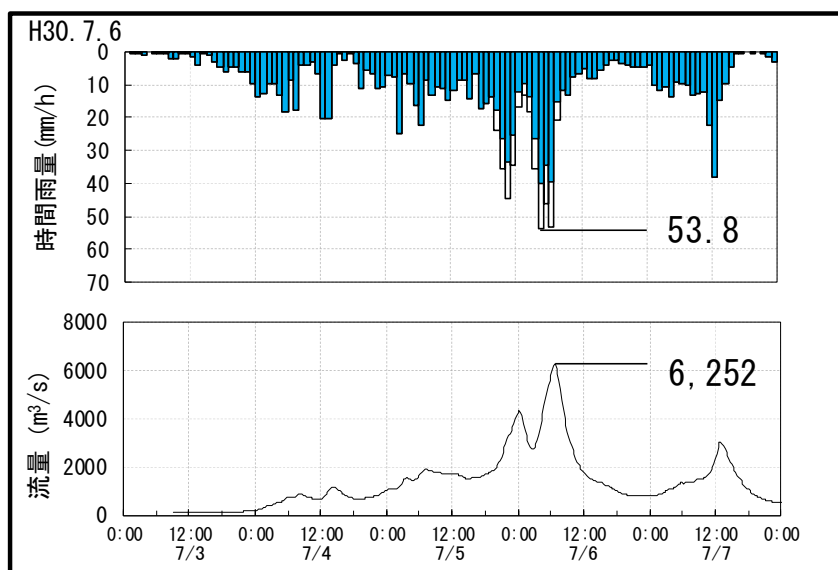
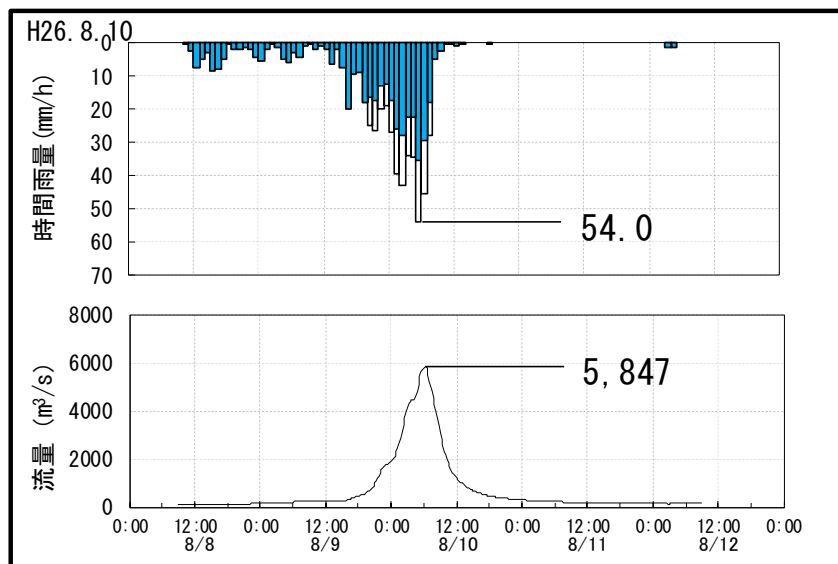
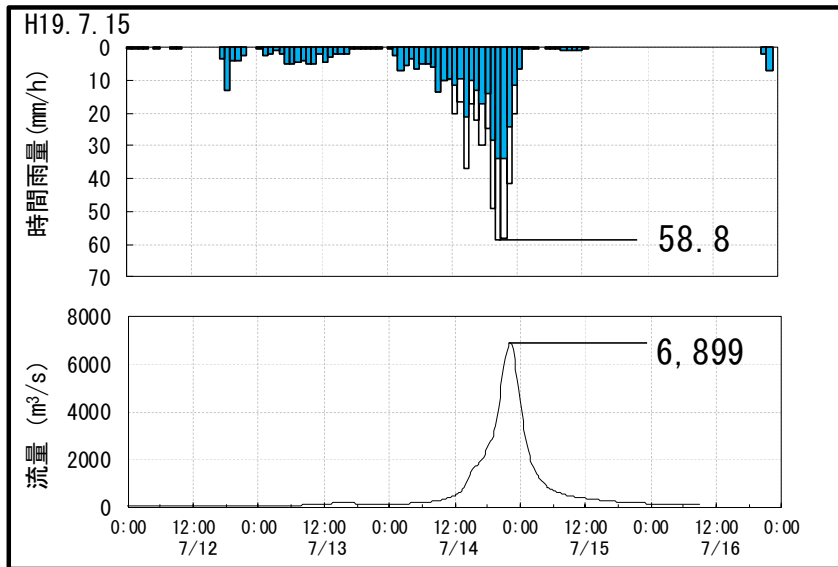


図 1.13(3) 基本高水ハイドログラフ (基準地点深淵)

1.11 アンサンブル予測降雨による検討

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、世界平均地上気温が産業革命当時と比べて 2℃上昇）を前提として、文部科学省「SI-CAT 気候変動適応技術社会実装プログラム※」において整備・公表された解像度 5km にダウンスケーリングされたアンサンブル実験により得られたアンサンブル将来予測降雨波形（以下、d2PDF）から求めた、現在気候（360 年分=30 年×12 摂動）及び将来気候（360 年分=30 年×6SST×2 摂動）の年最大流域平均雨量標本から計画対象降雨の降雨量 396mm/12h の近傍 10 洪水を抽出した。抽出した 10 洪水は、中央集中や複数の降雨ピークがある波形等、様々なタイプの降雨波形を含んでいることを確認した。

また、抽出した洪水の降雨波形について、気候変動を考慮した 1/100 確率規模の 12 時間雨量 396mm まで調整し、流出計算モデルにより流出量を算出した結果、約 4,400m³/s から約 7,781m³/s の範囲となり、雨量データによる確率からの検討により算出された流量が数値の範囲に収まっていることを確認した。

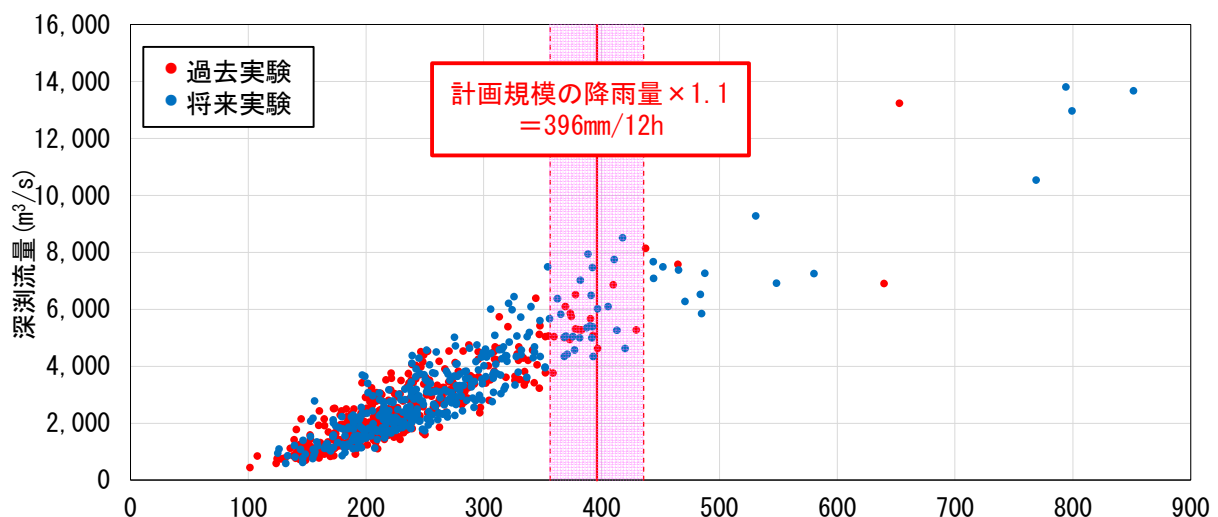
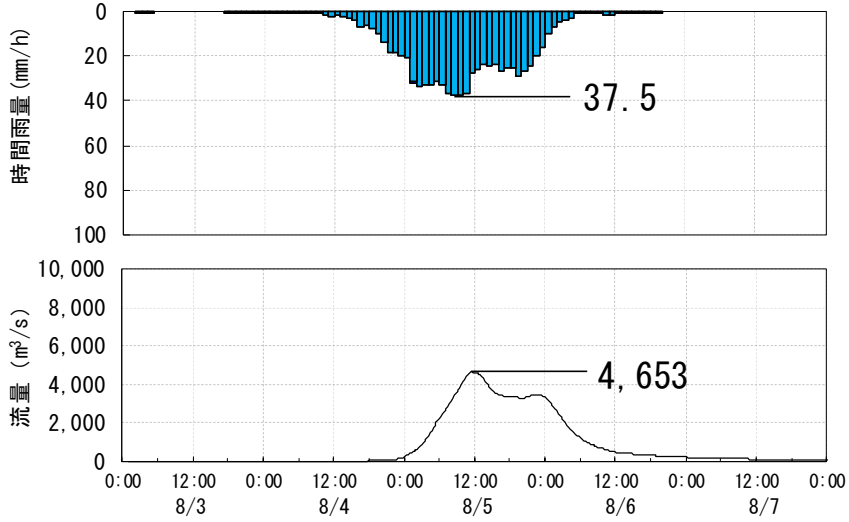


図 1.14 アンサンブル予測降雨波形による深淵上流域 12 時間雨量と深淵地点流量の関係

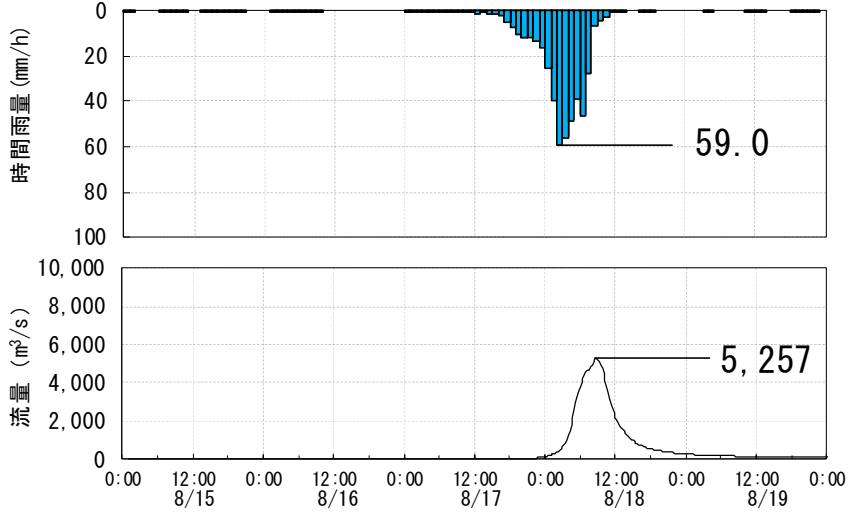
注 1) d2PDF(将来 360 年、現在 360 年)の年最大雨量標本（720 年）を流出計算

注 2) SI-CAT：気候変動適応技術社会実装プログラム（Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology）：日本全国の地方自治体等が行う気候変動対応策の検討・策定に汎用的に生かされるような信頼性の高い近未来の気候変動予測技術や気候変動影響に対する適応策の効果の評価を可能とする技術を開発するプログラム

1986. 08. 05洪水



2006. 08. 17洪水



2001. 08. 06洪水

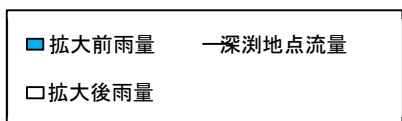
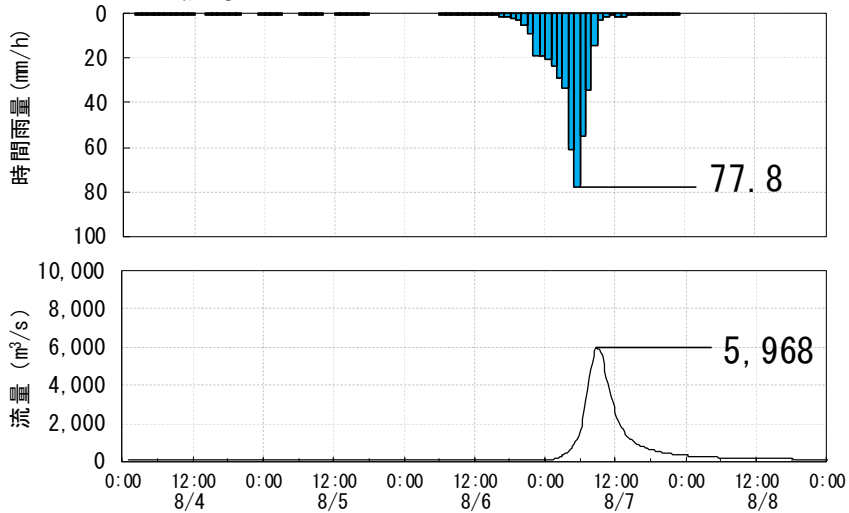
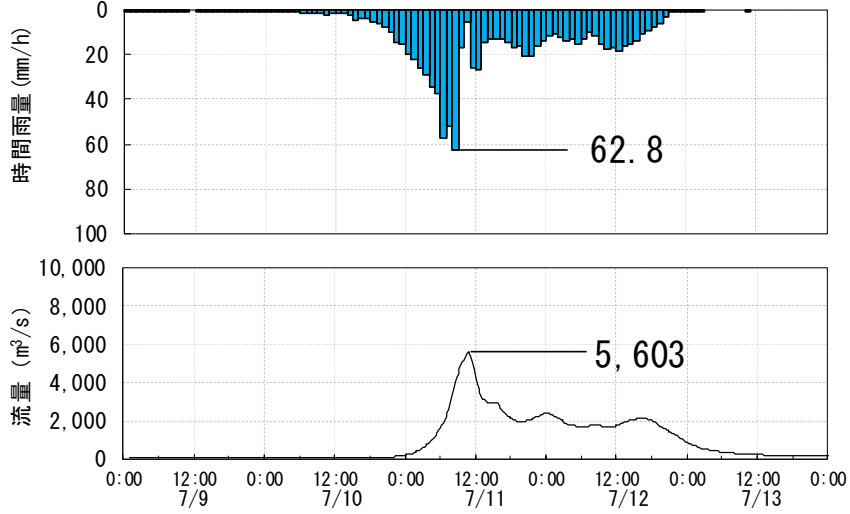
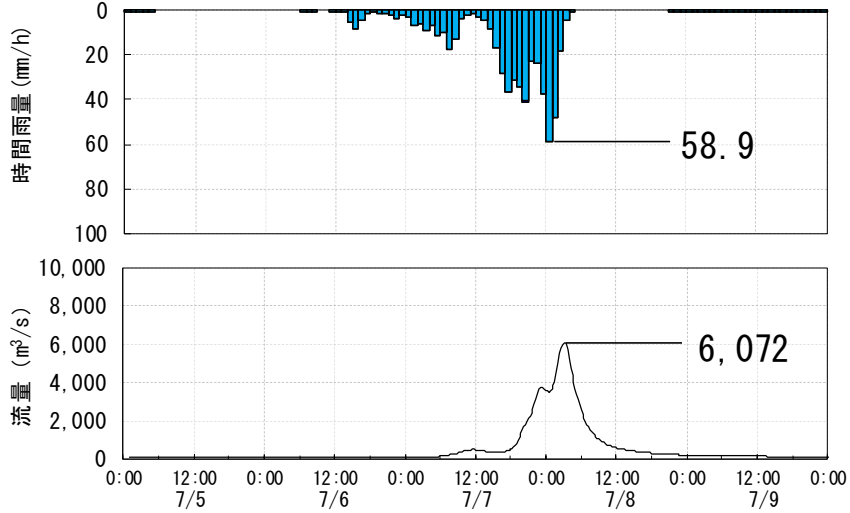


図 1.15(1) アンサンブル予測降雨による主要ハイドログラフ (396mm/12h)

2089. 07. 11洪水



2074. 07. 07洪水



2086. 08. 14洪水

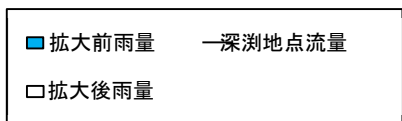
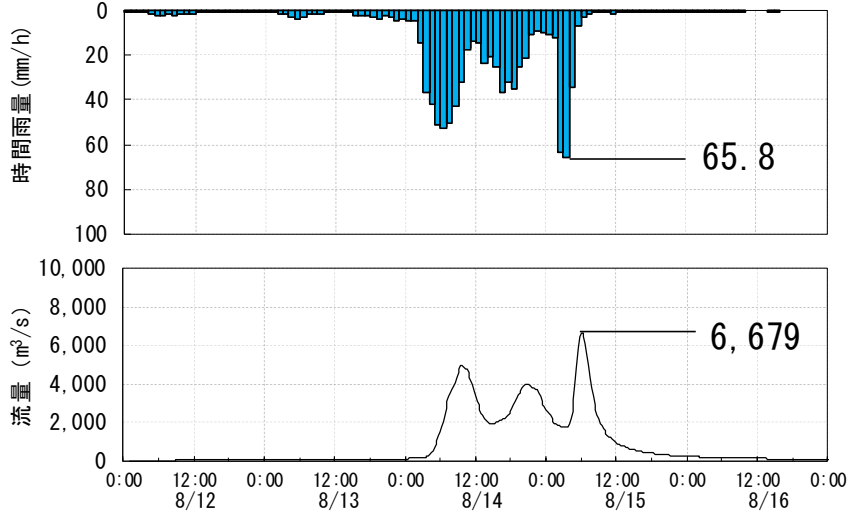
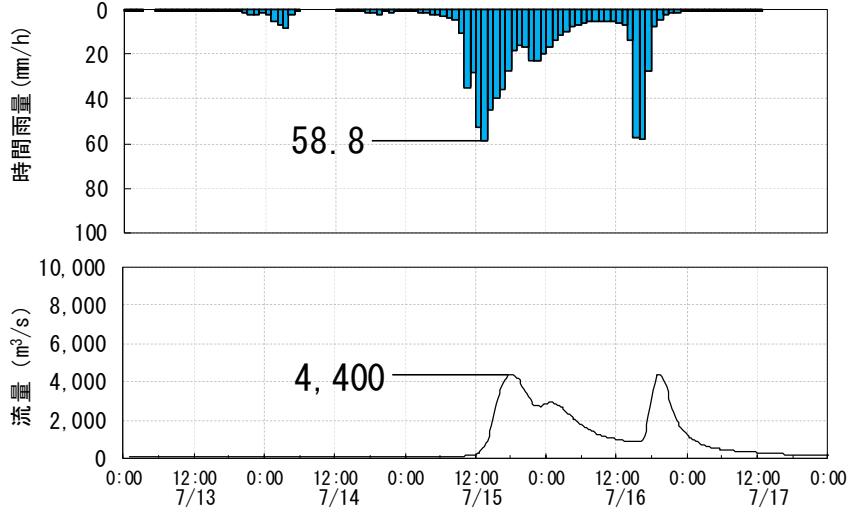
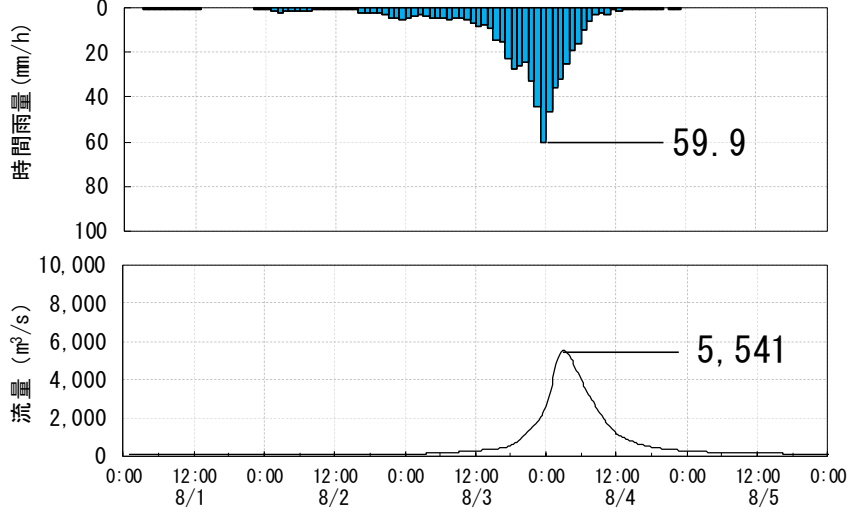


図 1.15(2) アンサンブル予測降雨による主要ハイドログラフ (396mm/12h)

2082.07.15洪水



2074.08.03洪水



2089.06.25洪水

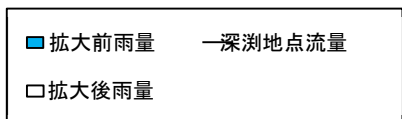
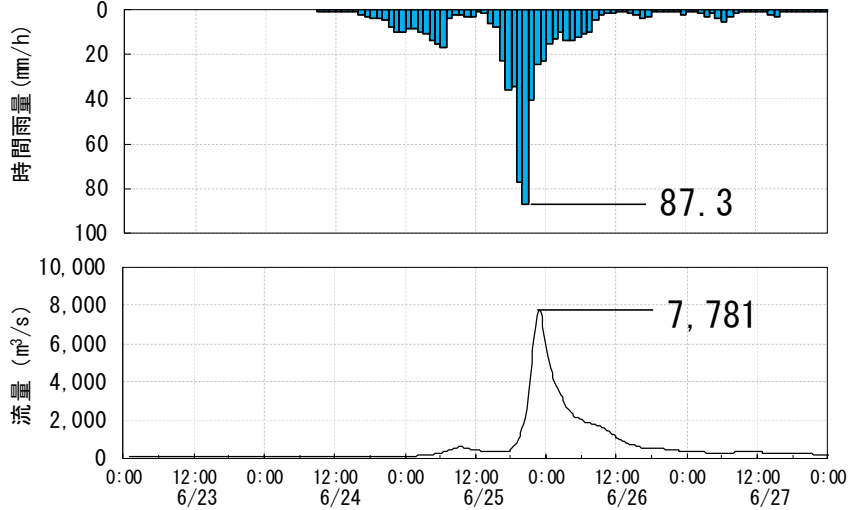


図 1.15(3) アンサンブル予測降雨による主要ハイドログラフ (396mm/12h)

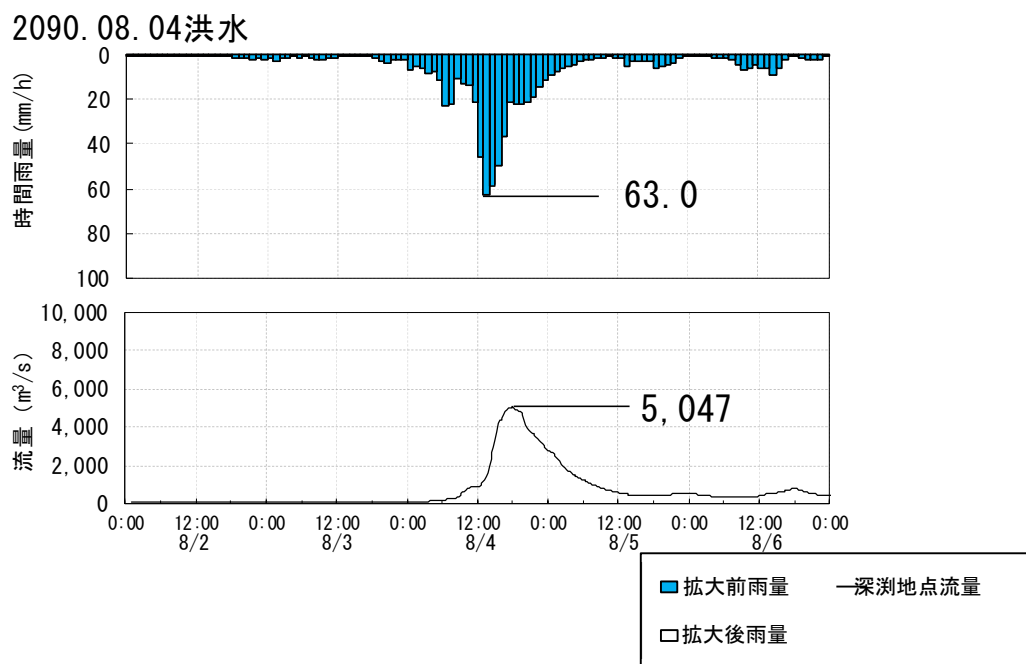


図 1.15(4) アンサンブル予測降雨による主要ハイドログラフ (396mm/12h)

表 1.10 アンサンブル予測降雨波形のピーク流量一覧 (深淵地点)

実験条件	洪水名	深淵上流 12時間 雨量 (mm)	気候変動 考慮 1/100雨量 (mm)	拡大率	深淵地点 ピーク 流量 (m ³ /s)	備考	
過去実験	HPB_m002	1986/8/5	396.7	396	0.998	4,653	
	HPB_m005	2006/8/17	392.7		1.008	5,257	
	HPB_m007	2001/8/6	390.6		1.014	5,968	
将来実験	HFB_2K_GC_m101	2089/7/11	390.1	396	1.015	5,603	
	HFB_2K_GF_m101	2074/7/7	396.6		0.999	6,072	
	HFB_2K_HA_m101	2086/8/14	391.1		1.013	6,679	
	HFB_2K_HA_m105	2082/7/15	392.9		1.008	4,400	最小
	HFB_2K_MI_m101	2074/8/3	392.3		1.010	5,541	
	HFB_2K_MP_m105	2089/6/25	392.2		1.010	7,781	最大
	HFB_2K_MP_m105	2090/8/4	391.8		1.011	5,047	

1.11.2 棄却された実績引き伸ばし降雨における発生の可能性検討

気候変動による降雨パターンの変化（特に小流域集中度の変化）により、これまでの手法で棄却されていた実績引き伸ばし降雨波形の発生が十分予想される場合がある。このため、これまでの手法で棄却されていた実績引き伸ばし降雨波形を当該水系におけるアンサンブル予測降雨波形による降雨パターンと照らし合わせる等により再検証を実施した。

(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に近い（12時間雨量が対象降雨の降雨量の近傍10降雨の内、将来気候の6降雨）のアンサンブル予測降雨波形を抽出し、各波形の12時間雨量について、「小流域の流域平均雨量/基準地点上流域の流域平均雨量」として雨量比率を求めた。ここでは、代表的な小流域として、永瀬ダム上流域と永瀬ダム下流域を対象とした。

棄却した引き伸ばし降雨波形も同様に比率を求め、アンサンブル予測降雨波形による比率を下回っている場合は、対象降雨波形に含めることを検討した。

確認する雨量比率 R
A(永瀬ダム上流域平均雨量) / A+B (深淵地点上流域平均雨量)
B(永瀬ダム下流域平均雨量) / A+B (深淵地点上流域平均雨量)

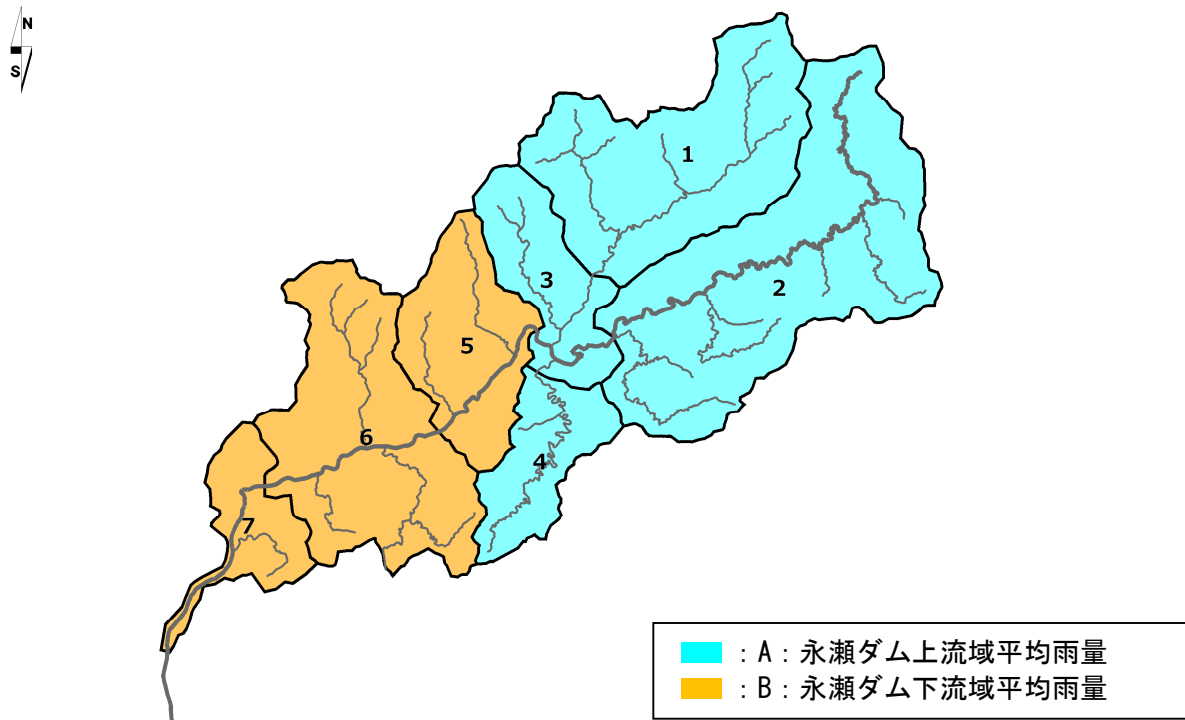


図 1.16 地域分布チェックのイメージ

アンサンブル予測降雨の将来実験データ（2℃上昇）の雨量比率を表 1.11 に、棄却した引き伸ばし降雨波形の雨量比率を表 1.12 に示す。

棄却した 8 洪水の内、5 洪水は実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル予測降雨波形による比率を上回り、アンサンブル予測降雨波形と比較しても生起し難いことを確認した。

表 1.11 基準地点上流域と永瀬ダム上流域・永瀬ダム下流域の雨量比率
(アンサンブル予測降雨波形 将来気候)

洪水名		深淵上流域		永瀬ダム上流域		永瀬ダム下流域	
		①12時間雨量 (mm/12h)	②12時間雨量 (mm/12h)	比率 ②/①	③12時間雨量 (mm/12h)	比率 ③/①	
HFB_2K_CC_m101	2089/7/11	390.1	366.1	0.94	432.9	1.11	
HFB_2K_GF_m101	2074/7/7	396.6	374.2	0.94	434.0	1.09	
HFB_2K_HA_m101	2086/8/14	391.1	254.0	0.65	633.8	1.62	
HFB_2K_HA_m105	2082/7/15	392.9	401.6	1.02	368.2	0.94	
HFB_2K_MI_m101	2074/8/3	392.3	395.8	1.01	379.8	0.97	
HFB_2K_MP_m105	2089/6/25	392.2	322.3	0.82	509.2	1.30	
HFB_2K_MP_m105	2090/8/4	391.8	356.5	0.91	458.0	1.17	

※橙色ハッチ : 最大比率

表 1.12 基準地点上流域と永瀬ダム上流域・永瀬ダム下流域の雨量比率
(棄却した引伸ばし降雨波形)

	深淵上流域		永瀬ダム上流域		永瀬ダム下流域	
	①12時間雨量 (mm/12h)	②12時間雨量 (mm/12h)	比率 ②/①	③12時間雨量 (mm/12h)	比率 ③/①	
S43.8.29	229.2	249.7	1.09	194.3	0.85	
S53.8.3	235.7	261.0	1.11	192.5	0.82	
H10.9.25	266.8	205.7	0.77	411.2	1.54	
H16.8.30	215.1	262.1	1.22	134.9	0.63	
H16.10.20	253.6	245.0	0.97	268.1	1.06	
H24.7.12	238.1	263.1	1.10	195.5	0.82	
H26.8.2	258.7	213.3	0.82	336.4	1.30	
H29.7.1	208.1	230.6	1.11	169.8	0.82	

※橙色ハッチ : 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

(2) 時間分布のチェック

d2PDF（将来気候）から対象降雨の降雨量に近い（12時間雨量が対象降雨の降雨量の近傍10降雨の内、将来気候の6降雨）アンサンブル予測降雨波形を抽出し、各降雨波形について、基準地点上流域における「対象降雨の継続時間内雨量に対する短時間雨量の比率を求めた。

棄却した引き伸ばし降雨波形も同様に比率を求め、アンサンブル予測降雨波形による比率を下回っている場合は、対象降雨波形に含めることを検討した。

アンサンブル予測降雨の将来実験データ（2℃上昇）の雨量比率を表 1.13 に、棄却した引き伸ばし降雨波形の雨量比率を表 1.14 に示す。

棄却した8洪水の内、4洪水は実績引き伸ばし降雨波形の比率がアンサンブル予測降雨波形による比率を上回り、アンサンブル予測降雨波形と比較しても生起し難いことを確認した。

表 1.13 雨量の比率（アンサンブル予測降雨波形 将来気候）

洪水名		深淵上流域				
		①12時間雨量 (mm/12h)	②6時間雨量 (mm/6h)	③5時間雨量 (mm/5h)	比率 ②/①	比率 ③/①
HFB_2K_CC_m101	2089/7/11	390.1	269.3	240.5	0.69	0.62
HFB_2K_GF_m101	2074/7/7	396.6	231.9	191.0	0.58	0.48
HFB_2K_HA_m101	2086/8/14	391.1	274.2	237.8	0.70	0.61
HFB_2K_HA_m105	2082/7/15	392.9	255.9	228.1	0.65	0.58
HFB_2K_MI_m101	2074/8/3	392.3	247.0	215.7	0.63	0.55
HFB_2K_MP_m105	2089/6/25	392.2	295.6	271.8	0.75	0.69
HFB_2K_MP_m105	2090/8/4	391.8	274.0	252.9	0.70	0.65

※橙色ハッチ : 最大比率

表 1.14 雨量の比率（棄却した引き伸ばし降雨波形）

	深淵上流域				
	①12時間雨量 (mm/12h)	②6時間雨量 (mm/6h)	③5時間雨量 (mm/5h)	比率 ②/①	比率 ③/①
S43.8.29	229.2	149.0	137.2	0.65	0.60
S53.8.3	235.7	174.5	154.3	0.74	0.65
H10.9.25	266.8	173.6	147.8	0.65	0.55
H16.8.30	215.1	174.5	159.2	0.81	0.74
H16.10.20	253.6	196.5	179.8	0.78	0.71
H24.7.12	238.1	213.2	199.1	0.90	0.84
H26.8.2	258.7	135.4	121.9	0.52	0.47
H29.7.1	208.1	202.2	199.1	0.97	0.96

※橙色ハッチ : 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

(3) まとめ

以上の地域分布、時間分布のチェックにより、これまでの手法で棄却されていた洪水波形のうち、H10.9.25洪水、H26.8.2洪水については生起し難いとは言えないと判断し、参考波形として活用する。

1.11.3 主要洪水群に不足する降雨パターンの確認

基本高水の設定に用いる降雨波形群については、対象流域において大規模洪水を生起し得る様々なパターンの降雨波形等を含んでいる必要がある。

これまでは、実際に生じた降雨波形のみを対象降雨としてきたが、気候変動等による降雨特性の変化によって、追加すべき降雨波形がないかを確認する必要がある。

物部川全流域に対する降雨分布パターンを分析することを目的に、アンサンブル将来予測降雨波形を用いて小流域に対する 12 時間雨量における降雨寄与率の分析を行い、将来発生頻度が高まるものの対象降雨の降雨波形群に含まれていないパターンの確認を実施した。

波形パターンの解析にはクラスター分析を用いた。アンサンブル予測から得られた将来予測波形群 360 波形と過去実験波形 360 波形の計 720 波形を対象に、寄与率を用いてクラスター分析を行い、4 つのクラスターを作成した。なお、アンサンブル 720 波形のクラスター分割にはウォード法を用いており、対象降雨の降雨波形群の分類は、それぞれの波形と作成したクラスター中央値とのユークリッド距離を算出し、最も距離が短いクラスターに分類することとした。

基準地点深淵では、アンサンブル将来予測降雨波形のうち、対象波形に含まれないクラスターはないことを確認した。

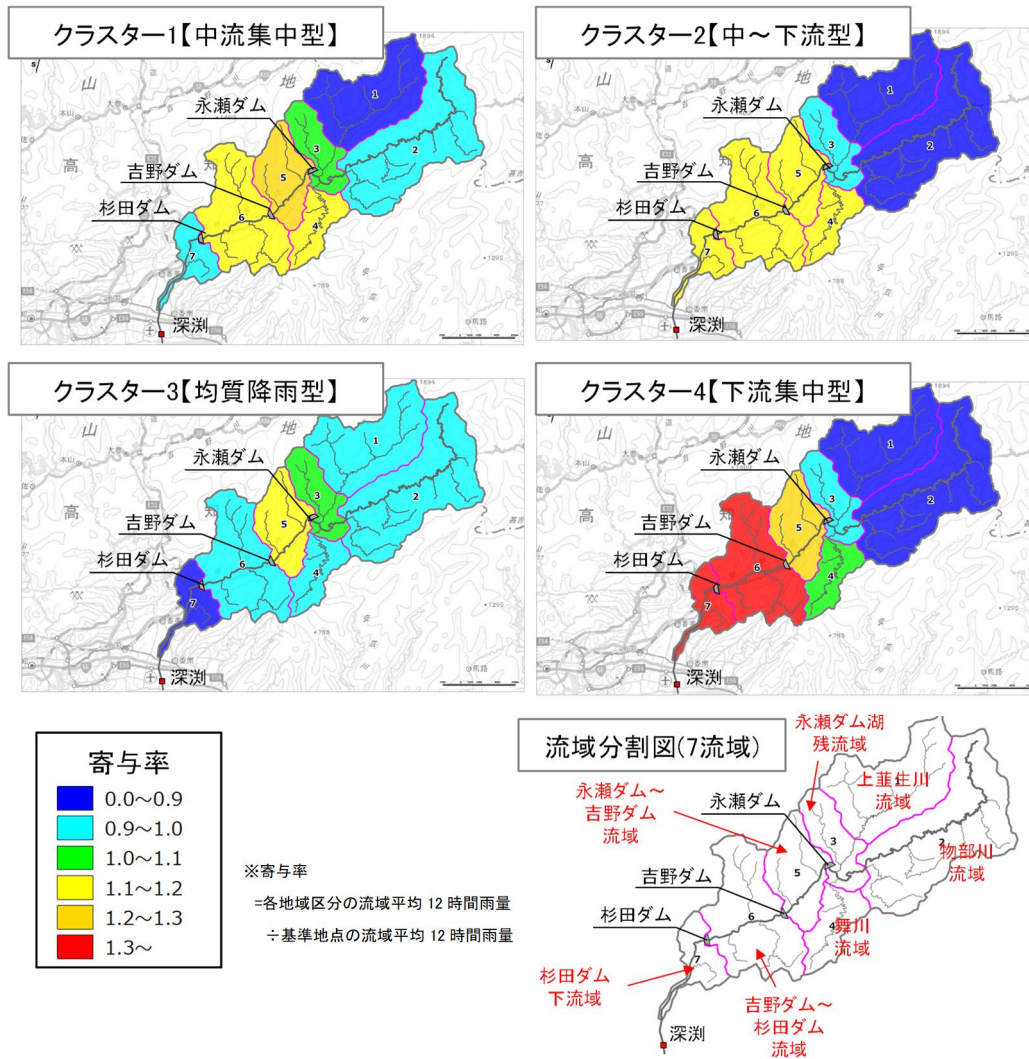


図 1.17 降雨パターンの分析結果

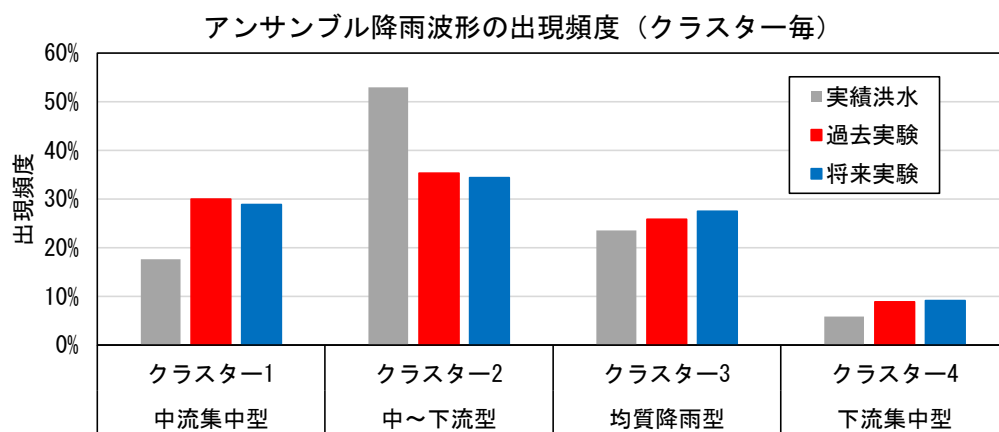


図 1.18 出現頻度

表 1.15 主要洪水のクラスター分析結果（12 時間雨量）

洪水年月日	基準地点深淵上流域		拡大率	基準地点深淵 基本高水の ピーク流量 (m ³ /s)	クラスター 番号
	実績 12時間雨量 (mm/12h)	計画規模 降雨量 × 1.1倍 (mm/12h)			
S38. 8. 10	249. 2	396	1. 589	5, 462	3
S43. 8. 29	229. 2	396	1. 728	7, 474	3
S45. 8. 21	326. 7	396	1. 212	4, 950	2
S47. 7. 5	348. 4	396	1. 137	4, 616	2
S53. 8. 3	235. 7	396	1. 680	6, 548	2
S57. 8. 27	222. 0	396	1. 784	5, 942	2
H5. 7. 28	224. 0	396	1. 767	6, 136	1
H10. 9. 25	266. 8	396	1. 484	5, 637	4
H16. 8. 30	215. 1	396	1. 841	7, 134	2
H16. 10. 20	253. 6	396	1. 562	7, 026	3
H17. 9. 7	241. 6	396	1. 639	5, 207	2
H19. 7. 15	229. 5	396	1. 726	6, 899	2
H24. 7. 12	238. 1	396	1. 663	6, 379	2
H26. 8. 2	258. 7	396	1. 531	5, 626	1
H26. 8. 10	259. 5	396	1. 526	5, 847	1
H29. 7. 1	208. 1	396	1. 903	9, 398	2
H30. 7. 6	294. 9	396	1. 343	6, 252	3

※クラスター4は採用された主要洪水に含まれないが、棄却された平成10年9月25日洪水（クラスター4）は参考波形として活用することとした。

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、以下のように様々な手法による検討結果を総合的に判断した結果、雨量データによる確率からの検討により算出された流量の内、短時間雨量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、基準地点深淵における基本高水のピーク流量とした。

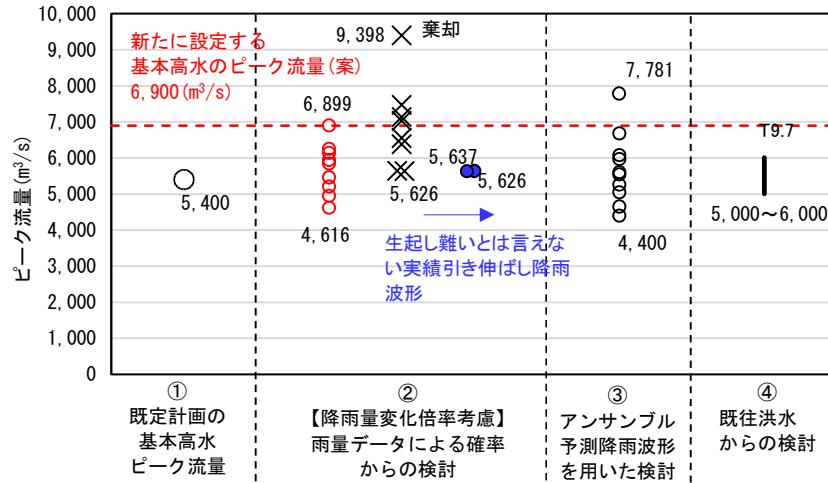


図 1.19 基本高水の設定に係る総合判断図

注. ●は整備途上の上下流、本支川のバランスのチェック等に活用

【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
 - ×：短時間・小流域において著しい引き伸ばしとなっている洪水
 - ：棄却された洪水 (×) のうち、アンサンブル予測降雨波形 (過去実験、将来予測) の時空間分布から見て将来生起し難いとは言えないと判断された洪水
- ③ アンサンブル予測降雨波形を用いた検討：計画対象降雨の降雨量 (396mm/12h) 近傍の 10 洪水を抽出
 - ：気候変動予測モデルによる現在気候 (1980~2010 年) 及び将来気候 (2℃上昇) のアンサンブル降雨波形
- ④ 既往洪水からの検討：大正 9 年 7 月洪水の推定流量

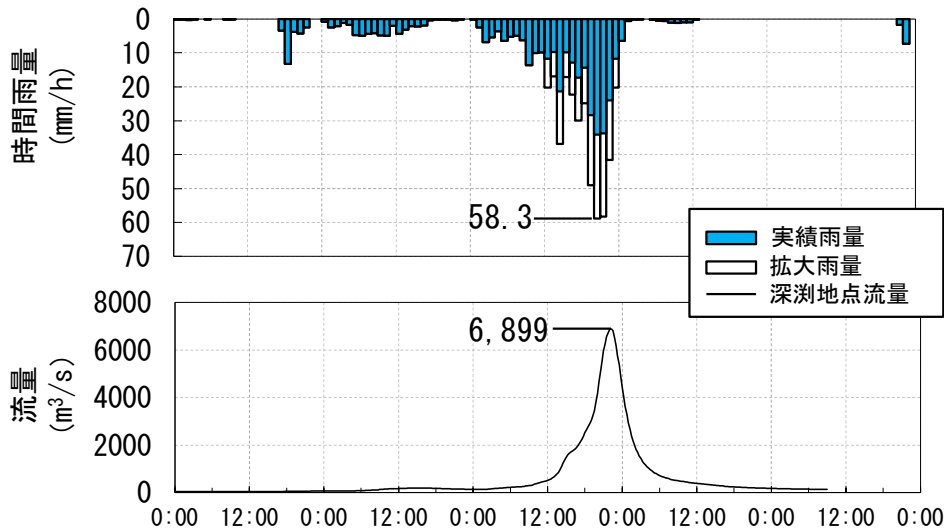


図 1.20 基本高水のピーク流量決定 基準地点流量波形【H19.7.15 型】

2. 高水処理計画

物部川水系の既定高水処理計画においては、基準地点深淵の基本高水のピーク流量 $5,400\text{m}^3/\text{s}$ に対し、流域内の洪水調節施設により $500\text{m}^3/\text{s}$ を調節することとし、 $4,900\text{m}^3/\text{s}$ を河道で処理する計画としている。

今回、気候変動による降雨量への影響を踏まえ、新たに基準地点深淵における基本高水のピーク流量を見直した。なお、見直しに当たっては、気候変動による外力の増加に対応するため、気候変動を考慮した雨量データによる確率からの検討、アンサンブル予測降雨波形を用いた検討、既往洪水からの検討より総合的に判断した結果、基本高水のピーク流量を基準地点深淵において、既定計画 $5,400\text{m}^3/\text{s}$ から $6,900\text{m}^3/\text{s}$ に変更する計画とした。

なお、河道と洪水調節施設等への配分の検討に用いる降雨波形は、計画規模の降雨量まで実績降雨を引き伸ばすことにより得られた主要降雨波形群を用いた。

物部川においては、社会的影響、河川環境への影響、将来河道の維持を考慮すると、河道で処理可能な流量は、基準地点深淵において $4,900\text{m}^3/\text{s}$ である。

これを踏まえ、流域治水の観点から踏まえた既存洪水調節施設のさらなる有効活用や、流域特性・流域全体を俯瞰した貯留・遊水機能の確保を幅広く検討した。

高水処理計画は、将来的な予測技術の向上も踏まえ、新たな洪水調節施設等の確保により、基準地点深淵上流部において、 $2,000\text{m}^3/\text{s}$ の洪水調節して、計画高水流量は $4,900\text{m}^3/\text{s}$ とする。

3. 計画高水流量

物部川の計画高水流量は、基準地点深湊において $4,900\text{m}^3/\text{s}$ とする。

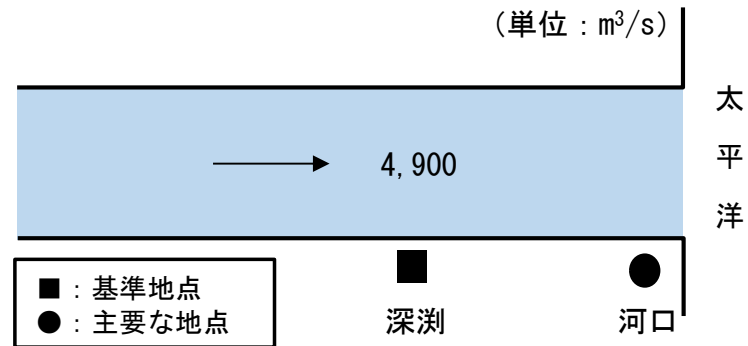


図 3.1 物部川計画高水流量図

4. 河道計画

河道計画は、以下の理由により現況の河道法線や縦断計画を尊重し、流下能力の不足する区間においては、周辺の社会的影響や河川環境等を考慮しながら必要な河積（洪水を安全に流下させるための断面）を確保する。

- ① 大臣管理区間の堤防は概成していること。
- ② 計画高水位を上げることは、破堤時の被害を増大させることになるため、地盤高の低い右岸側への人口・資産の集積を考慮すると避けるべきであること。
- ③ 既定計画の計画高水位に基づいて、多数の橋梁や樋門等の構造物が完成していること。

計画縦断図を図 5.1 に示すとともに、主要な地点における計画高水位及び概ねの川幅を表 4.1 に示す。

表 4.1 主要な地点における計画高水位及び概ねの川幅一覧表

河川名	地点名	河口又は合流点からの距離(km)	計画高水位(T. P. m)	計画上の川幅(m)
物部川	深淵	3.6	16.70	340
物部川	河口	0.0	4.35	610

【参考】気候変動の影響検討（河口水位）

物部川水系では、河道の流下能力の算定条件として、既往洪水痕跡水位を河口の出発水位として設定している。気候変動による海面上昇について、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、RCP8.5（4℃上昇に相当）で 0.61～1.10m とされており、土佐湾沿岸海岸保全基本計画における 2℃上昇シナリオの気候変動による水位上昇の平均値は 0.33m とされている。

物部川における気候変動による海面水位上昇を考慮した河口部の潮位は、朔望平均満潮位、潮位偏差、密度差を考慮した水位に、海面水位上昇量 0.33m を加えると T.P.+2.10m となり、現在設定している河口の出発水位 T.P.+4.35m を下回ることから、気候変動の影響により海面水位が上昇したとしても、河口部の計画高水位に影響を与えるものではないことを確認した。

5. 河川管理施設等の整備の状況

物部川における河川管理施設等の整備の現状は以下のとおりである。

(1) 堤防

堤防整備の現状（令和7年（2025年）3月末時点）は、表5.1のとおりである。

表 5.1 堤防整備の現状

	延長 (km)
計画堤防断面	11.7 (54.9%)
今後整備が必要な区間	7.9 (36.9%)
堤防不必要区間	1.7 (8.1%)
計	21.3

(2) 洪水調節施設

- 完成施設：永瀬ダム【高知県】
(治水容量 : 22,320 千 m³)
(洪水調節可能容量 : 4,380 千 m³)
- 吉野ダム【高知県公営企業局】
(洪水調節可能容量 : 1,860 千 m³)
- 杉田ダム【高知県公営企業局】
(洪水調節可能容量 : 7,440 千 m³)

※洪水調節可能容量については、令和2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施設等による調節流量
2,000m³/s【基準地点：深淵】（洪水型：平成19年7月）
- 現況完成施設の治水容量及び洪水調節可能容量による調節流量
0m³/s【基準地点：深淵】（洪水型：平成19年7月）

(3) 排水機場等

なし

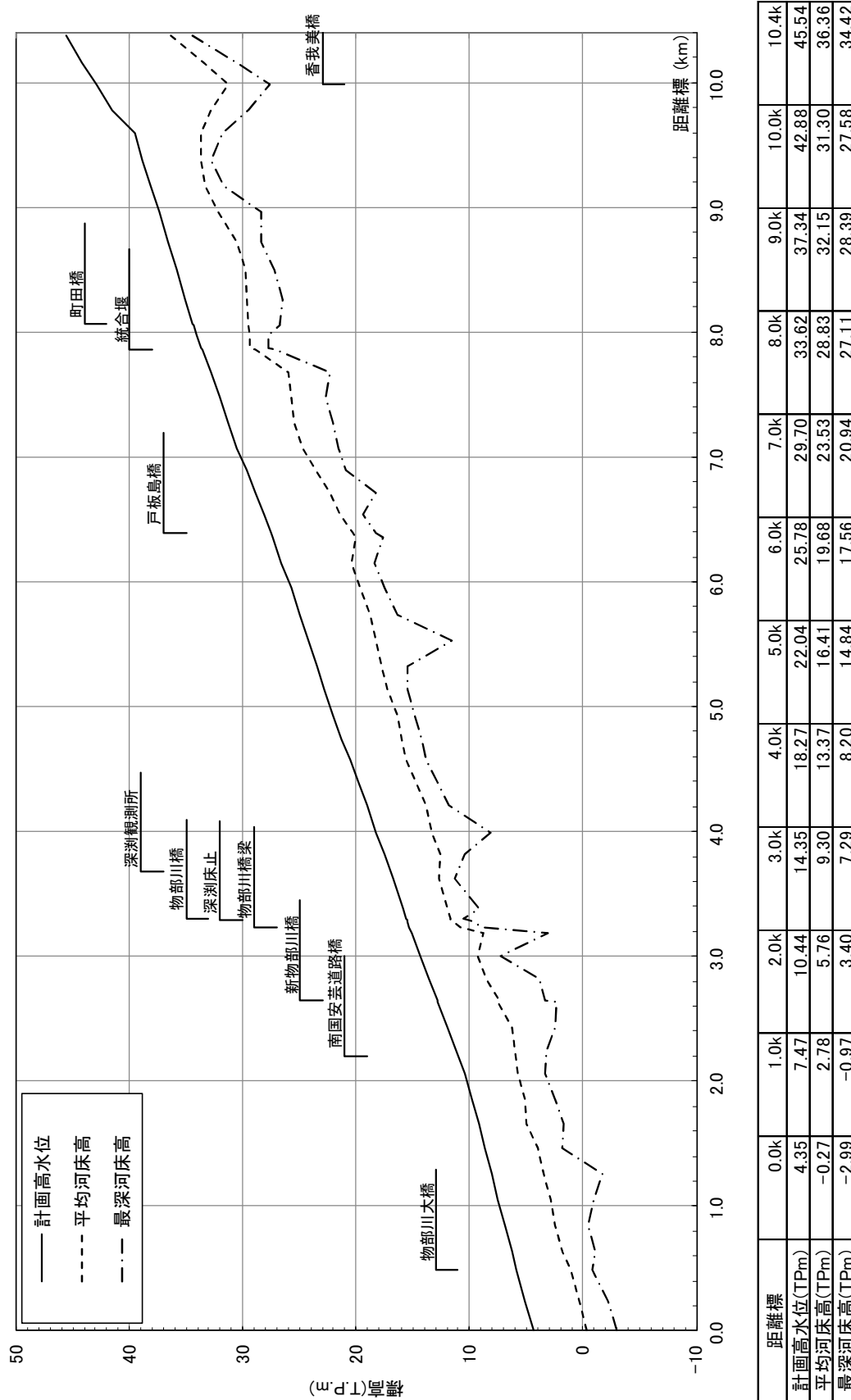


図 5.1 計画縦断面図 (物部川)