

大淀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 河川整備基本方針変更後の状況	2
1-4 流出計算モデルの確認	3
1-5 基本高水のピーク流量の設定	12
1-6 対象降雨の継続時間の設定	13
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	23
1-8 主要降雨波形の設定	28
1-9 対象降雨の地域分布及び時間分布の検討	30
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	35
1-11 アンサンブル予測降雨波形による検討	44
1-12 既往洪水からの検討	58
1-13 総合的判断による基本高水のピーク流量の決定	59
2. 高水処理計画	61
3. 計画高水流量	62
4. 河道計画	63
5. 河川管理施設等の整備の現状	64

1. 基本高水の検討

1-1 工事実施基本計画

昭和40年（1965年）に策定された大淀川水系工事実施基本計画では、計画規模を当時の既往最大流量であった昭和18年（1943年）9月洪水の雨量及び流域の重要性を総合的に勘案して1/70と設定し、基準地点「宮崎」において基本高水のピーク流量を7,500m³/sと定め、洪水調節施設で500m³/sを調節し、計画高水流量を7,000m³/sと定めている。

基準地点の基本高水のピーク流量は、大出水であった昭和29年（1954年）8月・9月洪水を対象に対象降雨となるように引き伸ばし、単位図法により算定され、決定されている。

1-2 河川整備基本方針

工事実施基本計画を策定以降、基本高水のピーク流量（7,500m³/s）を上回る洪水（昭和57年（1982年）8月洪水、平成5年（1993年）8月洪水、平成9年（1997年）9月洪水）が発生したことから、これら既往洪水について検討した結果、基準地点柏田における基本高水のピーク流量を9,700m³/sとし、平成15年（2003年）2月に河川整備基本方針を策定した。

その後、平成17年（2005年）9月に基本高水のピーク流量（9,700m³/s）を上回る洪水が発生したことから、下記に示す様々な手法による検討の結果について総合的に判断し、基本高水のピーク流量を11,700m³/sとし、平成28年（2016年）7月に河川整備基本方針を変更した（以降、「既定計画」という）。

1-2-1 雨量確率評価による検証

降雨継続時間は、洪水の到達時間、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等に着目し24時間を採用し、実績降雨の統計処理により、計画規模1/150の対象降雨量を458mm/24hとした。過去の主要な洪水時の降雨波形を確率雨量まで引き延ばし貯留関数法での流出計算モデルにより流出量を算出した。

この結果、基本高水のピーク流量は、基準地点柏田は、11,700m³/sと算出した。

1-2-2 流量確率評価による検証

流量確率による検証の結果、1/150規模の流量は、基準地点柏田で10,000～14,800m³/sと推定される。

1-2-3 既往洪水による検証

大淀川基準地点（柏田地点）における既往最大となる流量は、平成17年（2005年）9月洪水の約10,500m³/sとなる。

1-3 河川整備基本方針変更後の状況

平成28年（2016年）7月に既定計画を変更以降、基本高水のピーク流量（柏田11,700m³/s）を上回る洪水は発生していない。

【基準地点柏田】

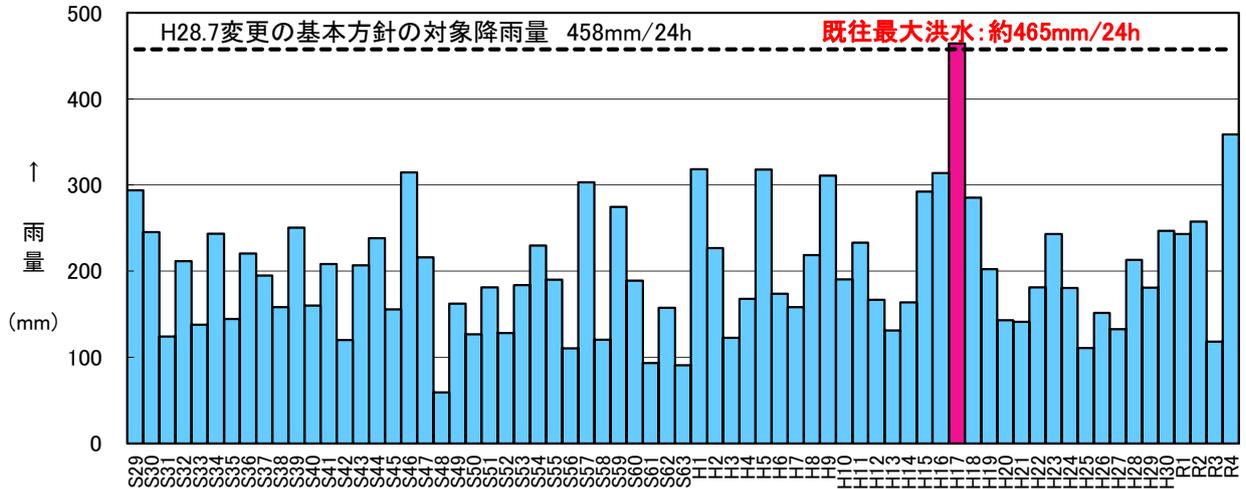


図 1-3-1 年最大降雨量（基準地点柏田橋上流域平均雨量）

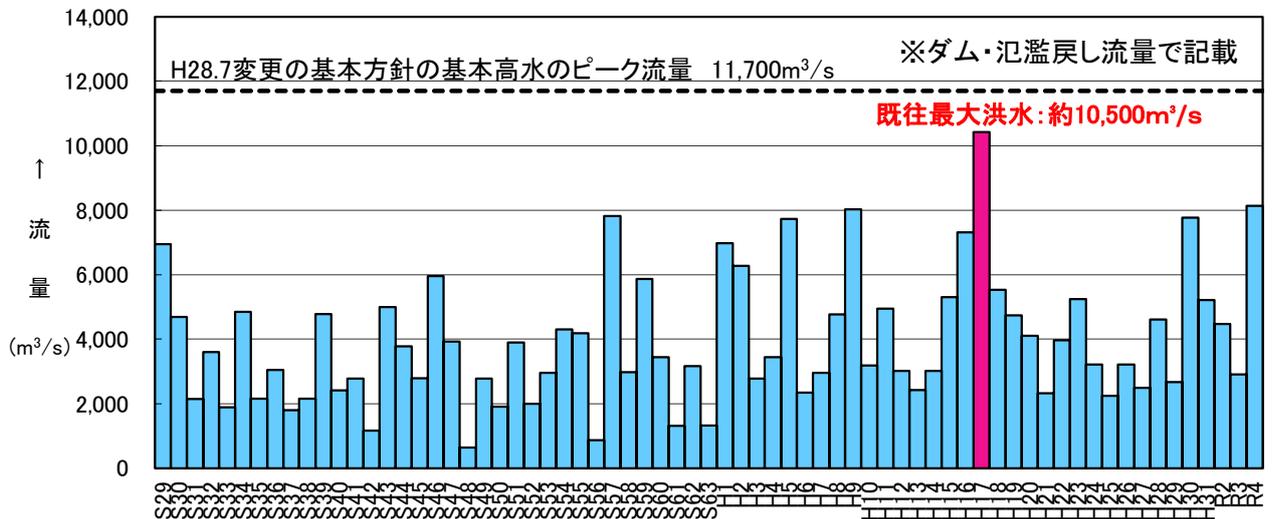


図 1-3-2 年最大流量（基準地点柏田）

1-4 流出計算モデルの確認

降雨を流量ハイドログラフに変換するための流出計算モデル（貯留関数法）については、既定計画策定以降の流域の土地利用状況に大きな変化がないことから、近年洪水における再現性を確認し、既定計画に用いた流出計算モデルを使用する。なお、利水ダム位置で流域を新たに分割して流出計算モデルに反映させるとともに、近年洪水における再現性の確認は、基準地点柏田観測所で行うものとした。

1-4-1 モデルの概要

貯留関数法の基礎式を次に示す。

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

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

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

ただし、

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

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

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

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

ここで、

$s(t)$ ：貯留高(mm)、 $f(t)$ ：流入係数、 $r(t)$ ：流域平均降雨強度(mm/hr)

$q(t)$ ：直接流出高(mm/hr)、 Tl ：遅滞時間(mm/hr)、 K ：定数、 P ：定数

$Q(t)$ ：直接流出強度(m^3/s)、 A ：流域面積(km^2)、 f_1 ：一次流出率

$Q_{ca}(t)$ ：流域からの流出量(m^3/s)、 $Q_b(t)$ ：基底流量(m^3/s)

を表す。

河道区間の貯留関数及び連続方程式は、それぞれ下式で表される。

$$s_l(t) = K \cdot Q_l(t)^P - Tl \cdot Q_l(t)$$

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

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

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

Q_l ：遅滞時間を考慮した流出量(m^3/s)

$Q(t)$ ：流出量(m^3/s)、 $I(t)$ ：流入量(m^3/s)、 Tl ：遅滞時間(hr)

K ：定数、 P ：定数

1-4-2 流域及び河道分割

大淀川水系における流域分割は、降雨の時空間分布を的確に反映させることを考え、既定計画における流出計算モデルにおいて、流域及び河道分割を71流域32河道としている。

なお、利水ダムの貯留による流量低減効果を適切に反映するため、細分化を行っている。

図 1-4-1に流域分割図、図 1-4-2に流出モデル模式図を示す。

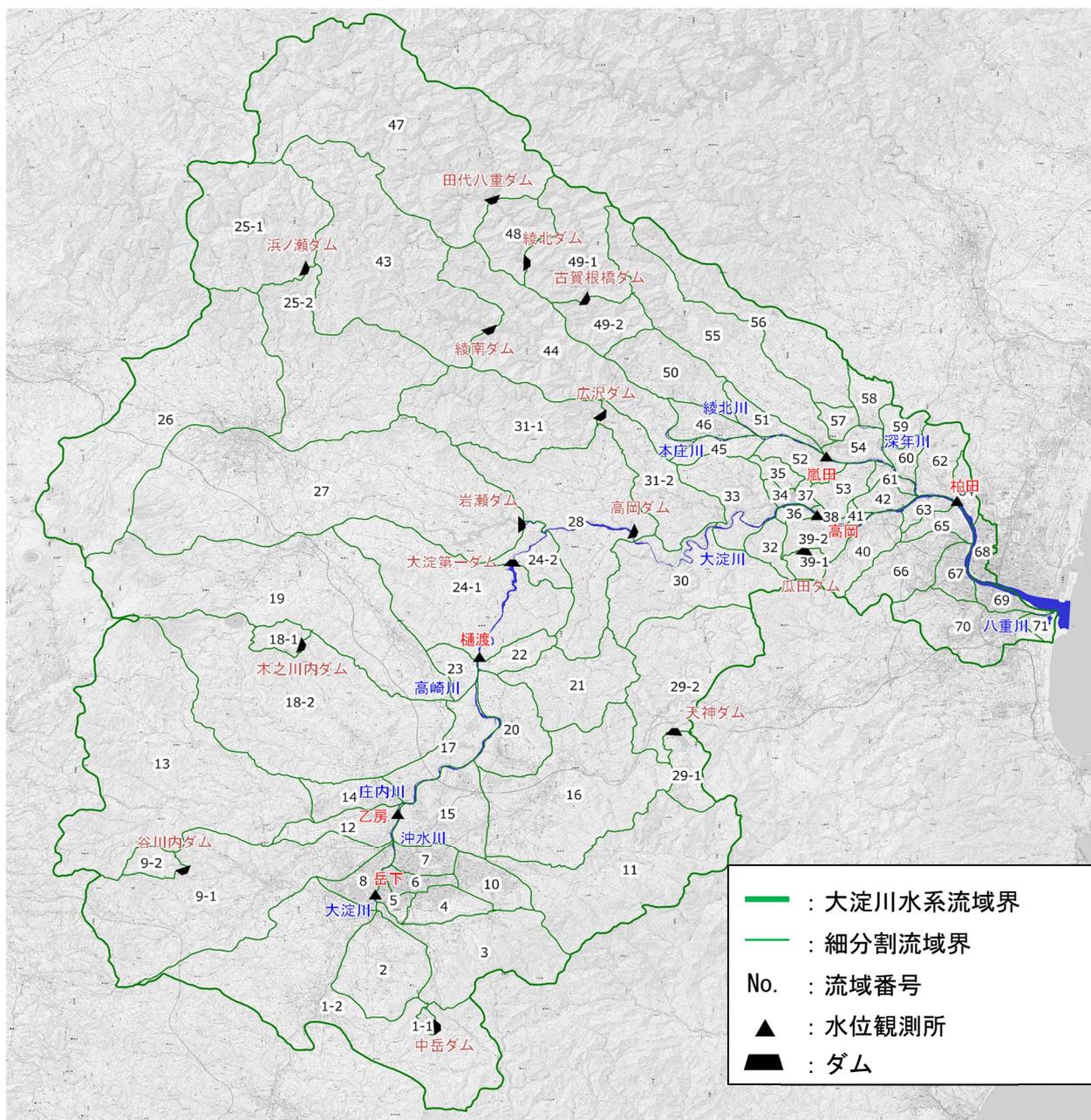


図 1-4-1 大淀川水系流域分割図

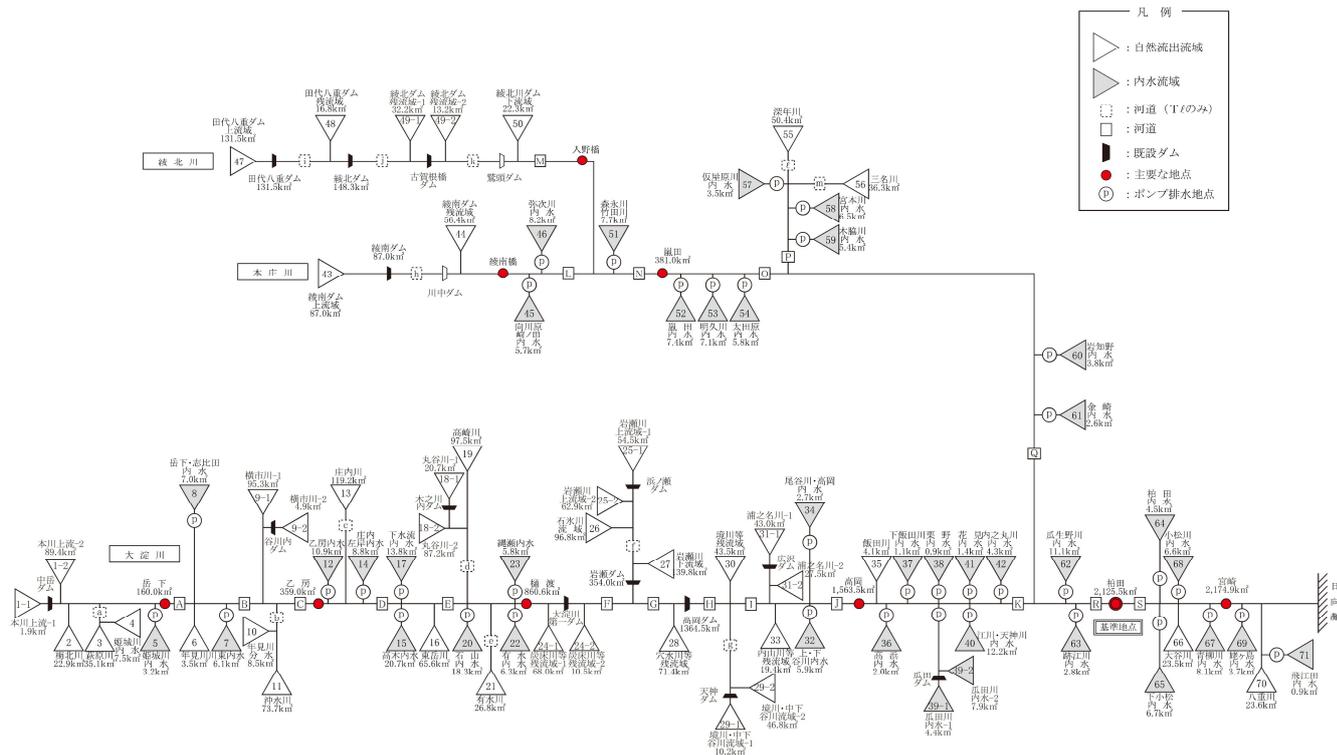


図 1-4-2 流出計算モデル模式図

表 1-4-1(1) 流域分割及び流域定数一覧

流域No	流域面積 A (km ²)	K	P	遅滞時間 T1 (分)	f1	Rsa (mm)	流路長 L (km)	勾配 I
1	91.3	28.10	0.35	140	0.4	270	29.4	0.0039
2	22.9	14.52	0.35	40	0.4	270	8.4	0.0072
3	35.1	12.45	0.35	50	0.4	270	11.2	0.0191
4	7.5	10.74	0.35	20	0.4	270	4.9	0.0035
5	3.2	6.03	0.35	10	0.4	270	2.5	0.0018
6	3.5	3.45	0.58	40	0.5	390	5.6	0.0049
7	6.1	3.80	0.58	20	0.5	390	3.4	0.0060
8	7.0	2.59	0.58	10	0.5	390	1.9	0.0117
9	100.2	26.34	0.58	180	0.5	390	26.7	0.0056
10	8.5	8.74	0.58	50	0.5	390	7.5	0.0100
11	73.7	18.74	0.58	140	0.5	390	21.8	0.0157
12	10.9	19.55	0.58	50	0.5	390	8.2	0.0027
13	119.2	19.94	0.58	170	0.5	390	25.6	0.0153
14	8.8	14.23	0.58	50	0.5	390	7.5	0.0064
15	20.7	11.34	0.58	30	0.5	390	4.6	0.0041
16	65.6	18.21	0.58	110	0.5	390	16.4	0.0110
17	13.8	9.74	0.58	20	0.5	390	3.3	0.0072
18	107.9	23.63	0.58	200	0.5	390	30.7	0.0102
19	97.5	21.44	0.58	200	0.5	390	30.8	0.0130
20	18.3	10.30	0.58	30	0.5	390	4.9	0.0125
21	26.8	12.81	0.58	50	0.5	390	7.6	0.0176
22	6.3	13.13	0.58	40	0.5	390	5.7	0.0094
23	5.8	12.73	0.58	20	0.5	390	3.0	0.0047
24	78.5	28.04	0.45	50	0.6	220	9.5	0.0060
25	117.4	21.20	0.45	80	0.4	470	31.9	0.0129
26	96.8	13.94	0.45	50	0.4	470	19.5	0.0231
27	139.8	21.31	0.45	70	0.4	470	31.3	0.0088
28	71.4	27.21	0.45	80	0.6	220	16.2	0.0121
29	57.0	30.29	0.45	120	0.6	220	23.4	0.0130
30	43.5	21.65	0.45	60	0.6	220	11.2	0.0166
31	70.5	36.69	0.45	180	0.6	220	33.9	0.0106
32	5.9	13.60	0.45	30	0.6	220	5.4	0.0340
33	19.4	20.93	0.45	40	0.6	220	8.6	0.0111
34	2.7	8.70	0.45	10	0.6	220	2.5	0.0204
35	4.1	20.35	0.45	20	0.6	220	4.3	0.0071
36	2.0	8.30	0.45	10	0.6	220	2.4	0.0260
37	1.1	10.31	0.45	10	0.6	220	1.7	0.0150
38	0.9	3.90	0.45	0	0.6	220	0.5	0.0218
39	12.3	21.58	0.45	40	0.6	220	6.8	0.0087
40	12.2	24.50	0.45	30	0.6	220	5.9	0.0040

表 1-4-1(2) 流域分割及び流域定数一覧

流域No	流域面積 A (km ²)	K	P	遅滞時間 T1 (分)	f1	Rsa (mm)	流路長 L (km)	勾配 I
41	1.4	12.37	0.45	10	0.6	220	1.7	0.0037
42	4.3	22.45	0.45	20	0.6	220	3.6	0.0029
43	87.0	37.56	0.45	130	0.5	170	25.0	0.0071
44	56.4	45.28	0.44	50	0.6	170	31.9	0.0129
45	5.7	14.08	0.44	0	0.6	170	1.8	0.0176
46	8.2	19.39	0.44	10	0.6	170	4.8	0.0100
47	131.5	47.52	0.44	40	0.5	250	24.3	0.0085
48	16.8	17.03	0.44	10	0.5	250	6.2	0.0425
49	45.4	28.01	0.44	30	0.6	170	16.1	0.0282
50	22.3	22.18	0.44	20	0.6	170	10.2	0.0325
51	7.7	17.89	0.44	10	0.6	170	4.9	0.0117
52	7.4	45.50	0.45	30	0.6	220	6.2	0.0006
53	7.1	24.23	0.45	30	0.6	220	5.8	0.0051
54	5.8	24.44	0.45	10	0.6	220	2.3	0.0006
55	50.4	28.49	0.45	140	0.6	220	27.2	0.0168
56	36.3	28.03	0.45	110	0.6	220	22.0	0.0139
57	3.5	19.89	0.45	20	0.6	220	3.4	0.0047
58	6.5	13.14	0.45	20	0.6	220	3.5	0.0193
59	5.4	18.42	0.45	20	0.6	220	4.4	0.0081
60	3.8	14.22	0.45	20	0.6	220	3.5	0.0089
61	2.6	22.14	0.45	20	0.6	220	3.9	0.0020
62	11.1	24.35	0.45	30	0.6	220	6.3	0.0041
63	2.8	25.84	0.45	20	0.6	220	3.8	0.0011
64	4.5	12.57	0.45	20	0.6	220	3.8	0.0154
65	6.7	15.15	0.45	10	0.6	220	2.5	0.0043
66	23.5	31.60	0.45	60	0.6	220	10.7	0.0024
67	8.1	5.60	0.45	10	0.6	220	2.3	0.0015
68	6.6	7.98	0.45	30	0.6	220	5.4	0.0008
69	3.7	4.18	0.45	20	0.6	220	3.0	0.0019
70	23.6	28.60	0.45	60	0.6	220	10.6	0.0021
71	1.8	32.25	0.45	10	0.6	220	1.3	0.0001

表 1-4-2 河道分割及び河道定数一覧

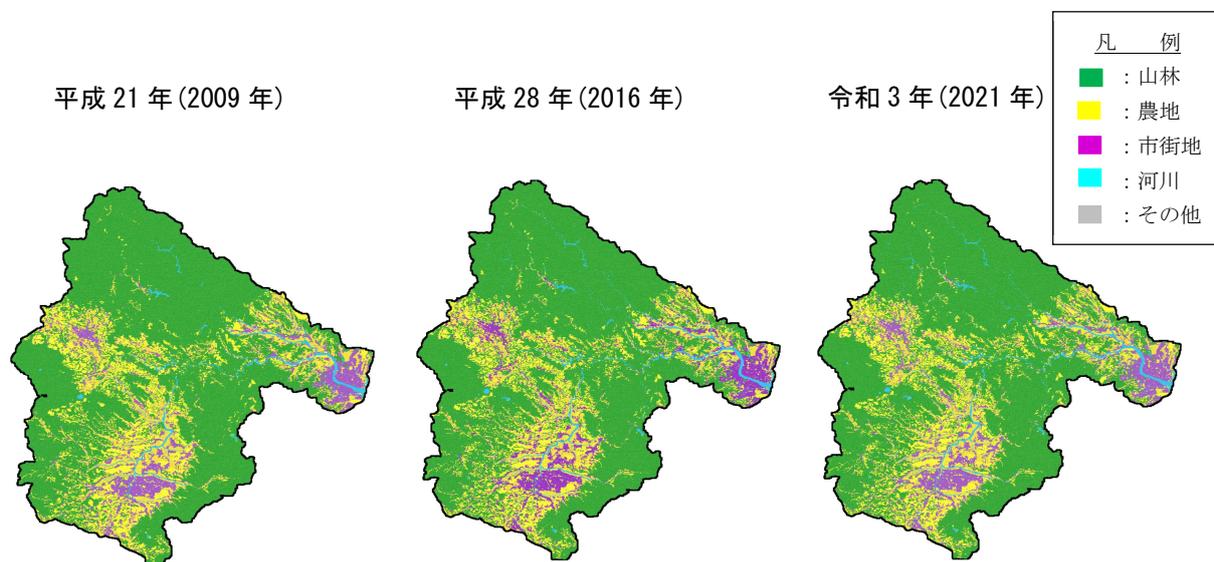
河道 No.	河川名	河 道 区 間	河道延長 (km)	河道定数		遅滞時間 T1 (分)
				K	P	
A	大淀川	萩原川合流点(78.1km) ~ 年見川合流点(75.2km)	2.5	1.43	0.746	4.4
B	大淀川	年見川合流点(75.2km) ~ 沖水川合流点(72.6km)	2.4	2.16	0.727	4.7
C	大淀川	沖水川合流点(72.6km) ~ 庄内川合流点(70.0km)	2.4	3.51	0.628	3.6
D	大淀川	庄内川合流点(70.0km) ~ 東岳川合流点(63.1km)	6.2	2.48	0.823	10.4
E	大淀川	東岳川合流点(63.1km) ~ 樋 渡(55.0km)	7.7	2.47	0.902	13.3
F	大淀川	樋 渡(55.0km) ~ 岩瀬川合流点(44.0km)	11.0	16.05	0.618	7.4
G	大淀川	岩瀬川合流点(44.0km) ~ 大淀川第2ダム(37.2km)	7.2	23.65	0.538	5.0
H	大淀川	大淀川第2ダム(37.2km) ~ 境川合流点(33.4km)	3.8	2.98	0.651	2.4
I	大淀川	境川合流点(33.4km) ~ 浦之名川合流点(27.0km)	6.1	10.38	0.593	5.8
J	大淀川	浦之名川合流点(27.0km) ~ 高 岡(21.6km)	5.6	11.92	0.591	5.9
K	大淀川	高 岡(21.6km) ~ 本庄川合流点(13.0km)	8.3	24.84	0.572	10.0
L	綾南川	直轄終点(16.95km) ~ 綾北川合流点(11.2km)	5.8	4.25	0.643	7.7
M	綾北川	直轄終点(15.6km) ~ 綾南川合流点(11.2km)	4.5	3.63	0.643	5.5
N	本庄川	綾北川合流点(11.2km) ~ 嵐 田(7.0km)	4.1	4.45	0.657	6.1
O	本庄川	嵐 田(7.0km) ~ 深年川合流点(2.6km)	4.3	2.03	0.795	6.3
P	深年川	三名川合流点(4.0km) ~ 本庄川合流点(0.0km)	3.9	1.06	0.892	7.9
Q	本庄川	深年川合流点(2.6km) ~ 本川合流点(0.0km)	2.4	1.53	0.791	3.4
R	大淀川	本庄川合流点(13.0km) ~ 柏 田(10.7km)	2.3	9.00	0.539	4.9
S	大淀川	柏 田(10.7km) ~ 大谷川合流点(7.6km)	2.3	8.10	0.588	5.3

1-4-3 流域の状況

大淀川流域の土地利用は、山地等が約7割、農地等が約2割、市街地等が約1割となっている。結果は表 1-4-3、図 1-4-3に示すとおりであり、市街地の分布についても、近年、大きな変化は見られない。

表 1-4-3 大淀川流域の土地利用状況の変化

年	山林	農地	市街地	河川	その他
平成 21 年	68%	21%	8%	2%	1%
平成 28 年	67%	21%	8%	2%	2%
令和 3 年	67%	20%	9%	2%	2%



※「国土数値情報 土地利用細分メッシュデータ」より

図 1-4-3 土地利用状況の変化

1-4-4 流出計算モデルの近年洪水による確認

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

その際、主要な実績洪水を用いて再現計算を行い、流出計算モデルの再現性を確認した。

近年最大洪水である令和4年（2022年）9月洪水を対象に、既定計画の流出計算モデルによる再現性を確認した。洪水再現計算結果を図 1-4-4に示す。

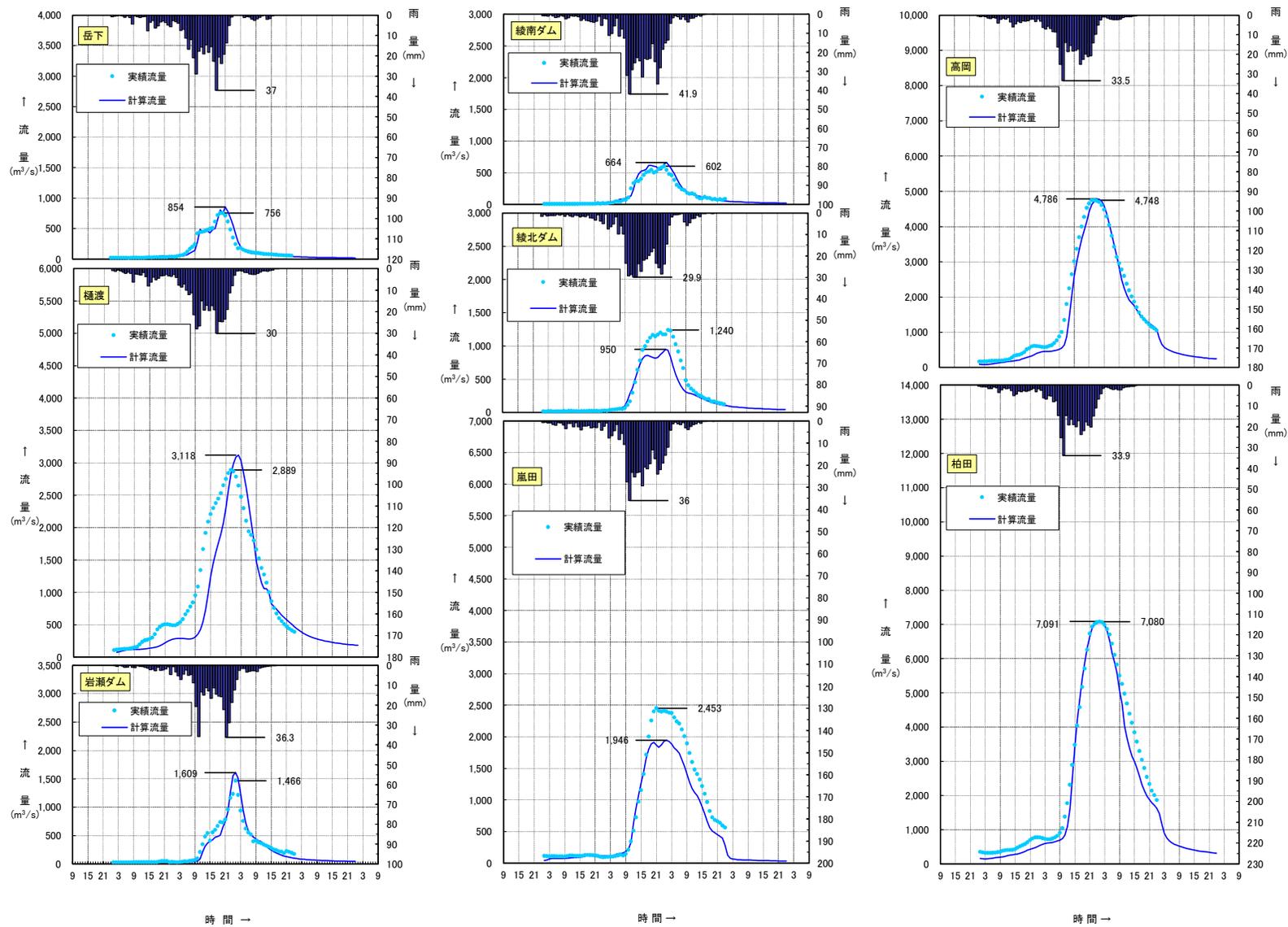


図 1-4-4 令和4年(2022年)9月洪水再現計算結果

1-5 基本高水のピーク流量の設定

1-5-1 基本高水のピーク流量の設定の考え方

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

- (1) 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の1/150を踏襲した。

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

大淀川流域における対象降雨の継続時間は、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することとした。

なお、対象洪水は、基準地点柏田の実績流量の上位10洪水を対象とした。

(1) Kinematic Wave法による洪水到達時間

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

(2) 角屋の式による洪水到達時間

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

これらによると、概ね以下の様になる。

Kinematic Wave法： 13～35時間（平均19.2時間）

角屋の式： 7.8～10.1時間（平均8.9時間）

(1)及び(2)の計算結果を表 1-6-1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 1-6-1に示す。

表 1-6-1 洪水到達時間の算定結果（基準地点柏田）

No.	降雨年月日	ピーク流量		Kinematic Wave法 算定結果(h)	角屋の式	
		流量 (m^3/s)	時刻		平均有効 降雨強度	算定結果 (h)
1	S 57 . 8 . 27	7,136	8/27 6:00	35	9.9	10.1
2	H 1 . 7 . 28	6,123	7/28 11:00	15	17.5	8.2
3	H 2 . 9 . 29	6,254	9/29 22:00	22	9.7	10.1
4	H 5 . 8 . 1	7,016	8/1 20:00	13	16.9	8.3
5	H 5 . 8 . 10	5,579	8/10 6:00	17	10.1	10.0
6	H 9 . 9 . 16	6,810	9/16 16:00	22	13.5	9.0
7	H 16 . 8 . 30	6,476	8/30 13:00	16	16.9	8.3
8	H 17 . 9 . 3	9,468	9/6 11:00	19	20.1	7.8
9	H 30 . 9 . 30	5,891	9/30 15:00	14	15.0	8.7
10	R 4 . 9 . 17	7,080	9/19 1:00	19	18.0	8.2
平均値		-	-	19.2	-	8.9

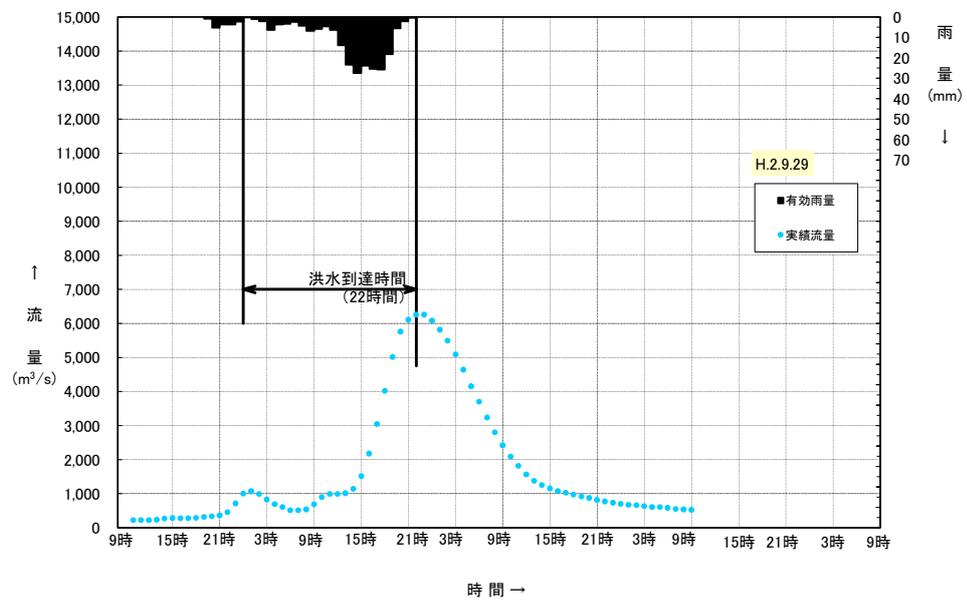
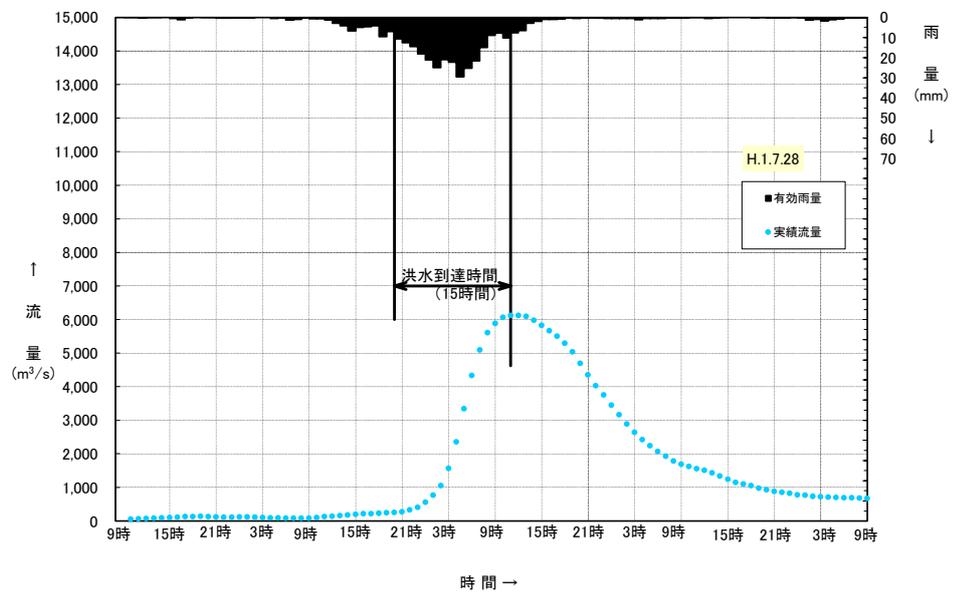
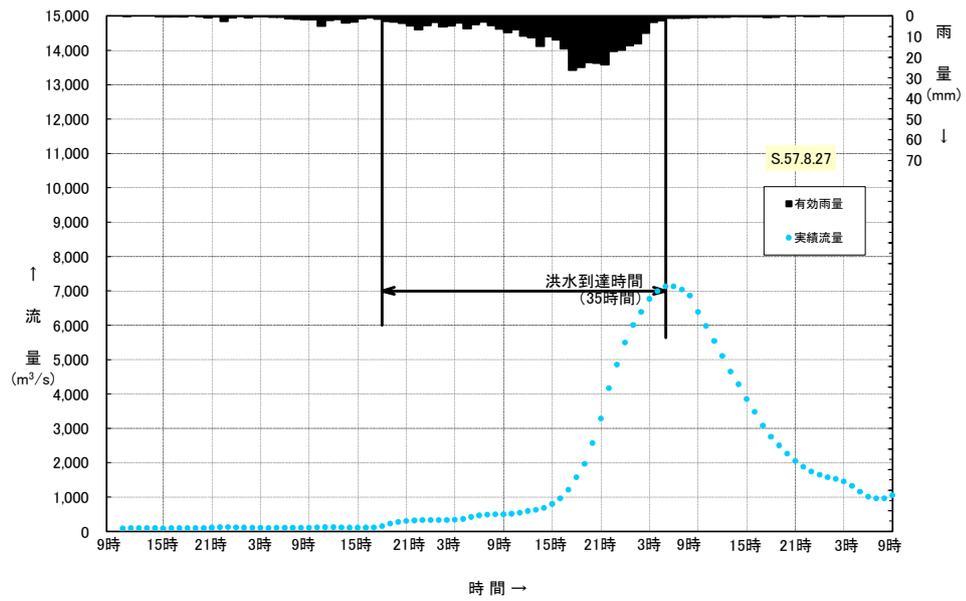


図 1-6-1(1) Kinematic Wave法による洪水到達時間 (基準地点柏田)

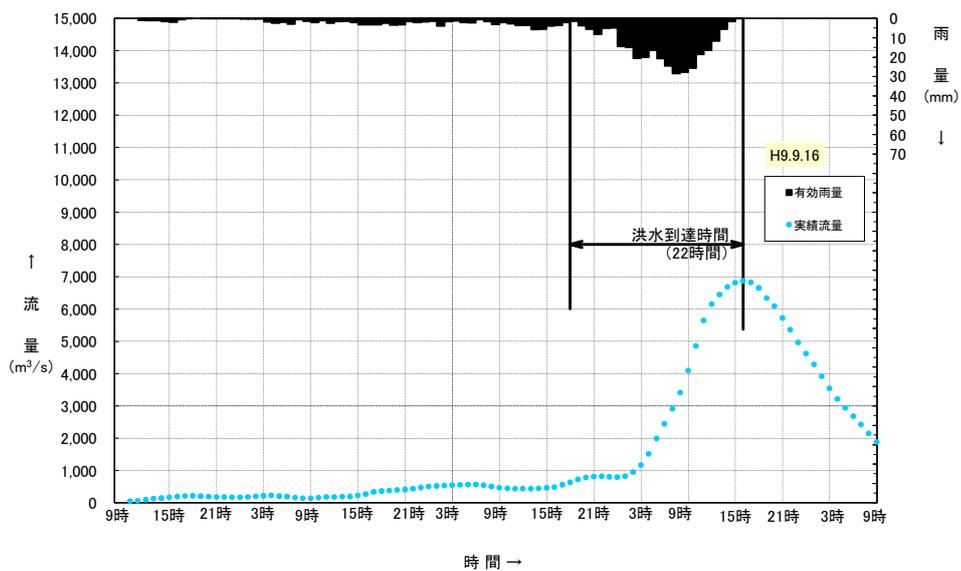
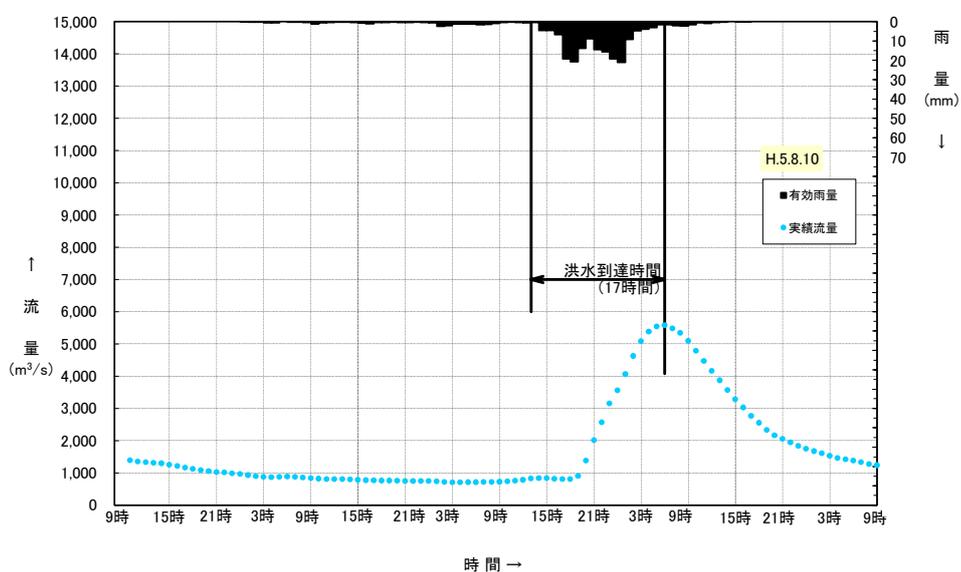
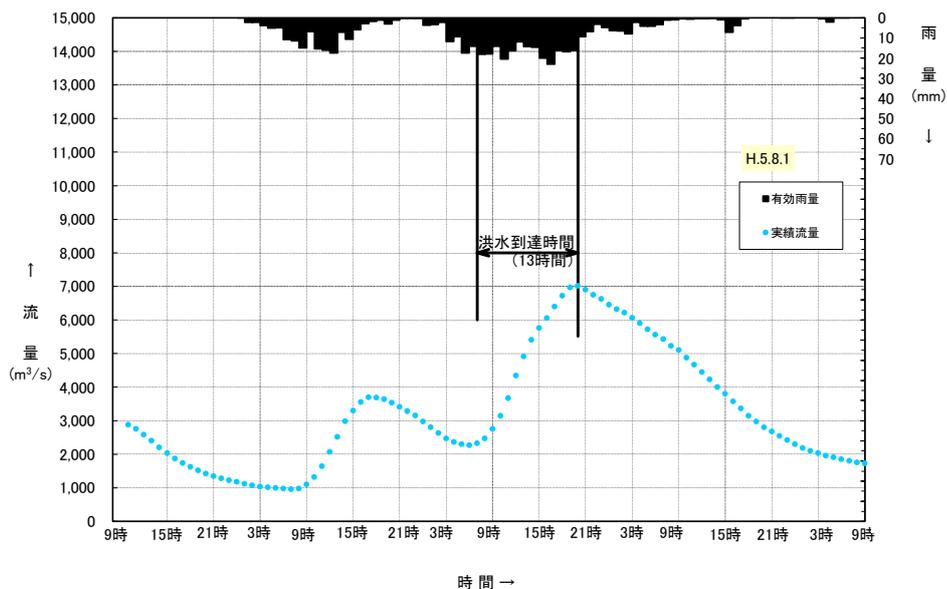


図 1-6-1(2) Kinematic Wave法による洪水到達時間 (基準地点柏田)

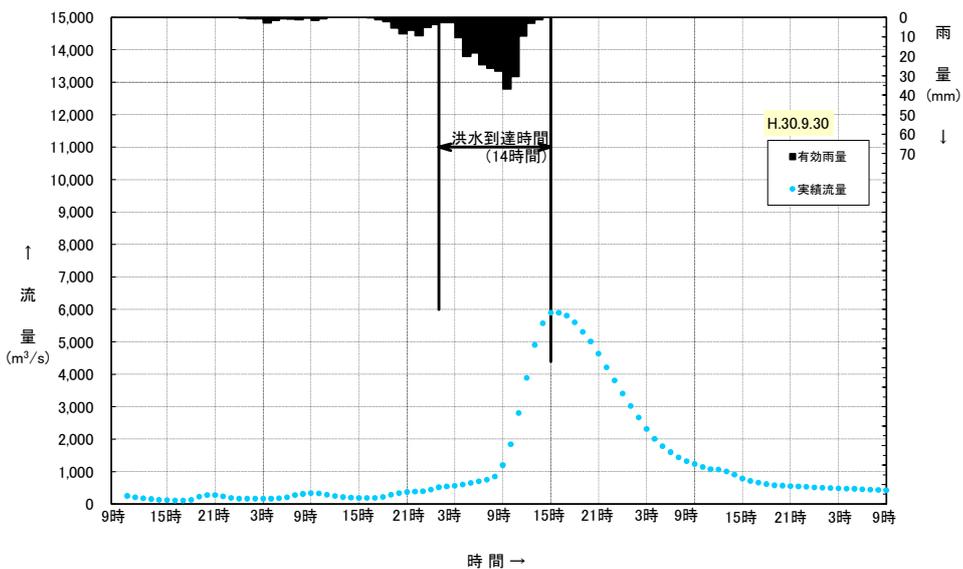
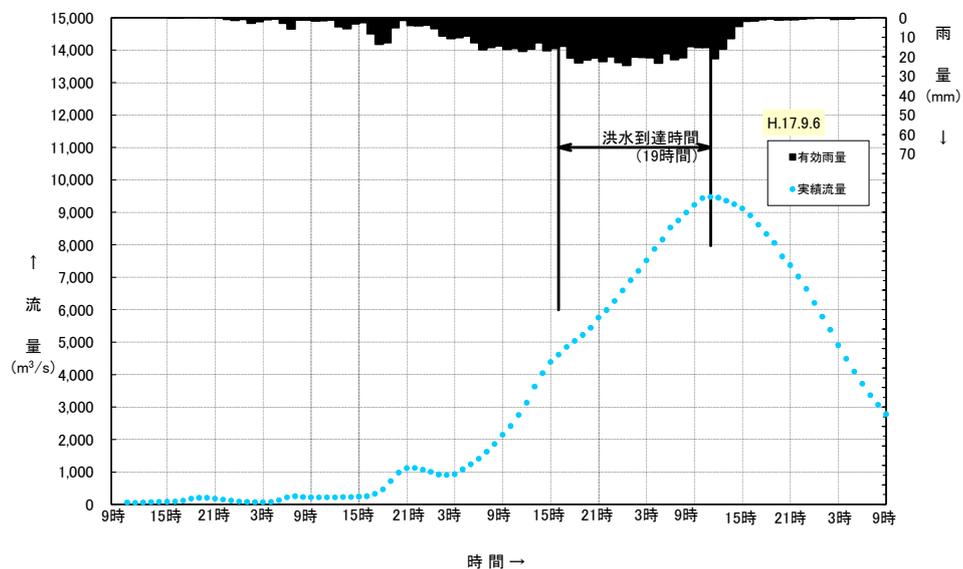
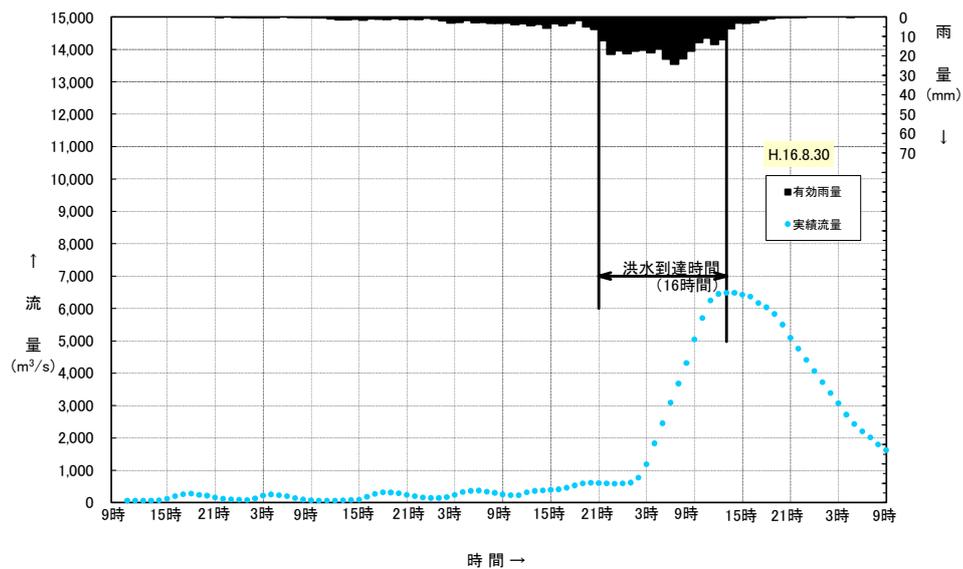


図 1-6-1(3) Kinematic Wave法による洪水到達時間 (基準地点柏田)

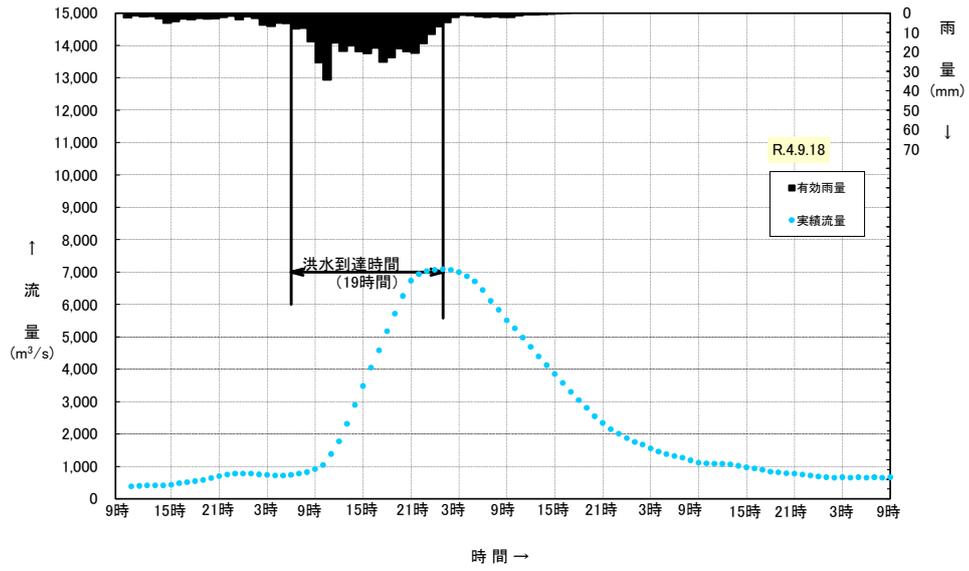


図 1-6-1(4) Kinematic Wave法による洪水到達時間 (基準地点柏田)

1-6-3 ピーク流量と短時間雨量の相関

昭和29年（1954年）～令和4年（2022年）までの69年間で基準地点柏田上流域において年最大流量を記録した洪水を対象に、ピーク流量と短時間雨量（1、2、3、6、9、12、15、18、24、36、48時間雨量）との相関関係を整理した。

その結果、基準地点柏田では6～48時間でピーク流量と短時間雨量の相関が高くなっている。この検討結果を図 1-6-2に示す。また、定義①（ピーク流量生起前の最大短時間雨量）によるピーク流量と流域平均時間雨量の相関図を図 1-6-3に示し、定義②（ピーク流量時刻からさかのぼる短時間雨量）によるピーク流量と流域平均時間雨量の相関図を図 1-6-4に示す。

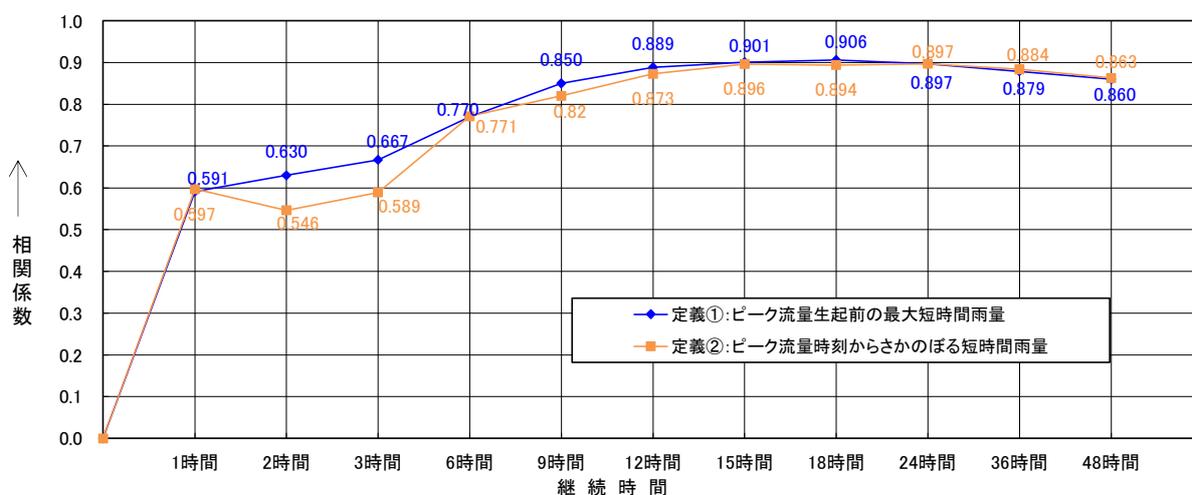


図 1-6-2 ピーク流量と相関の高い短時間雨量

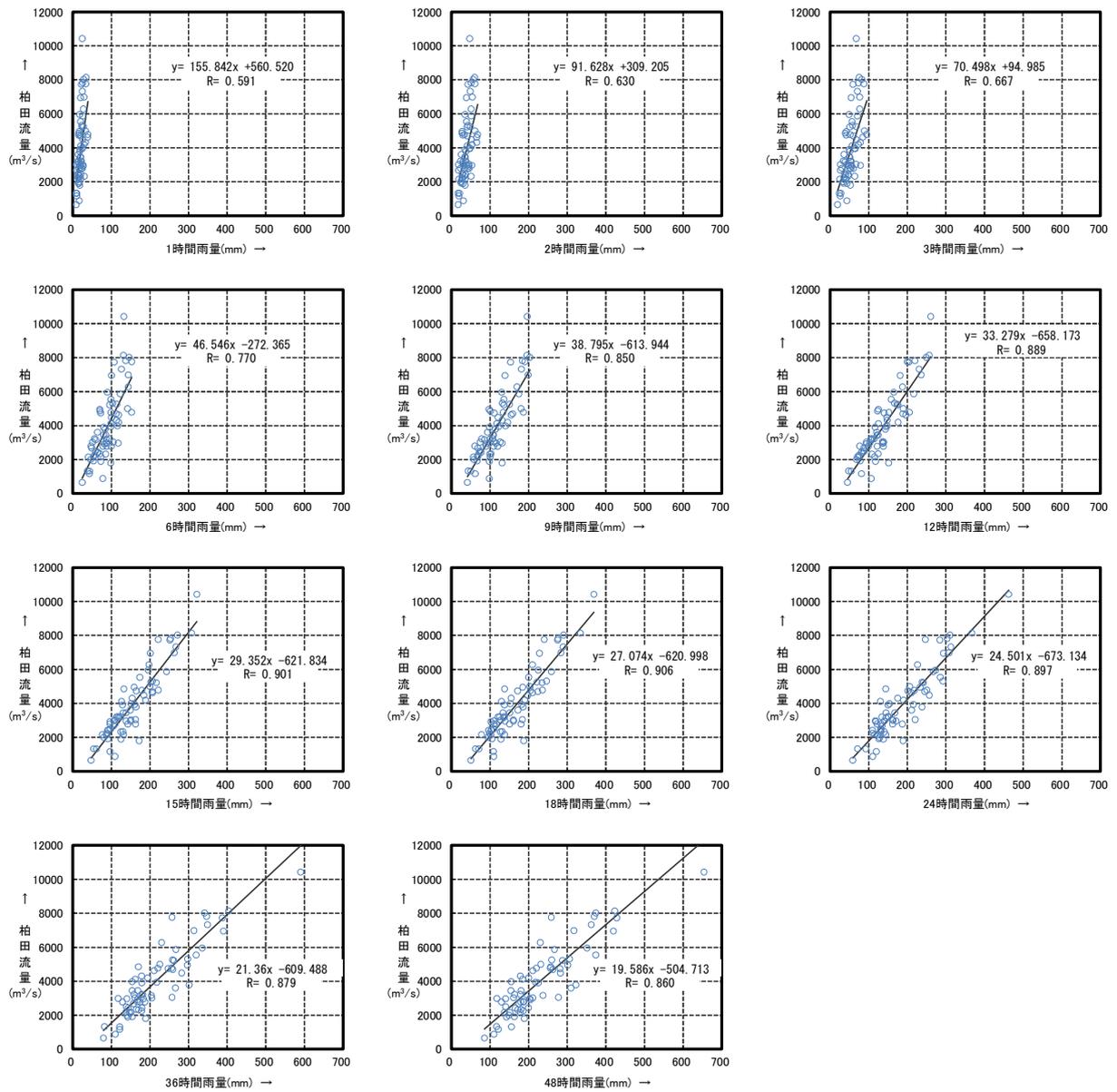


図 1-6-3 ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図

【定義① (ピーク流量生起前の最大短時間雨量)】

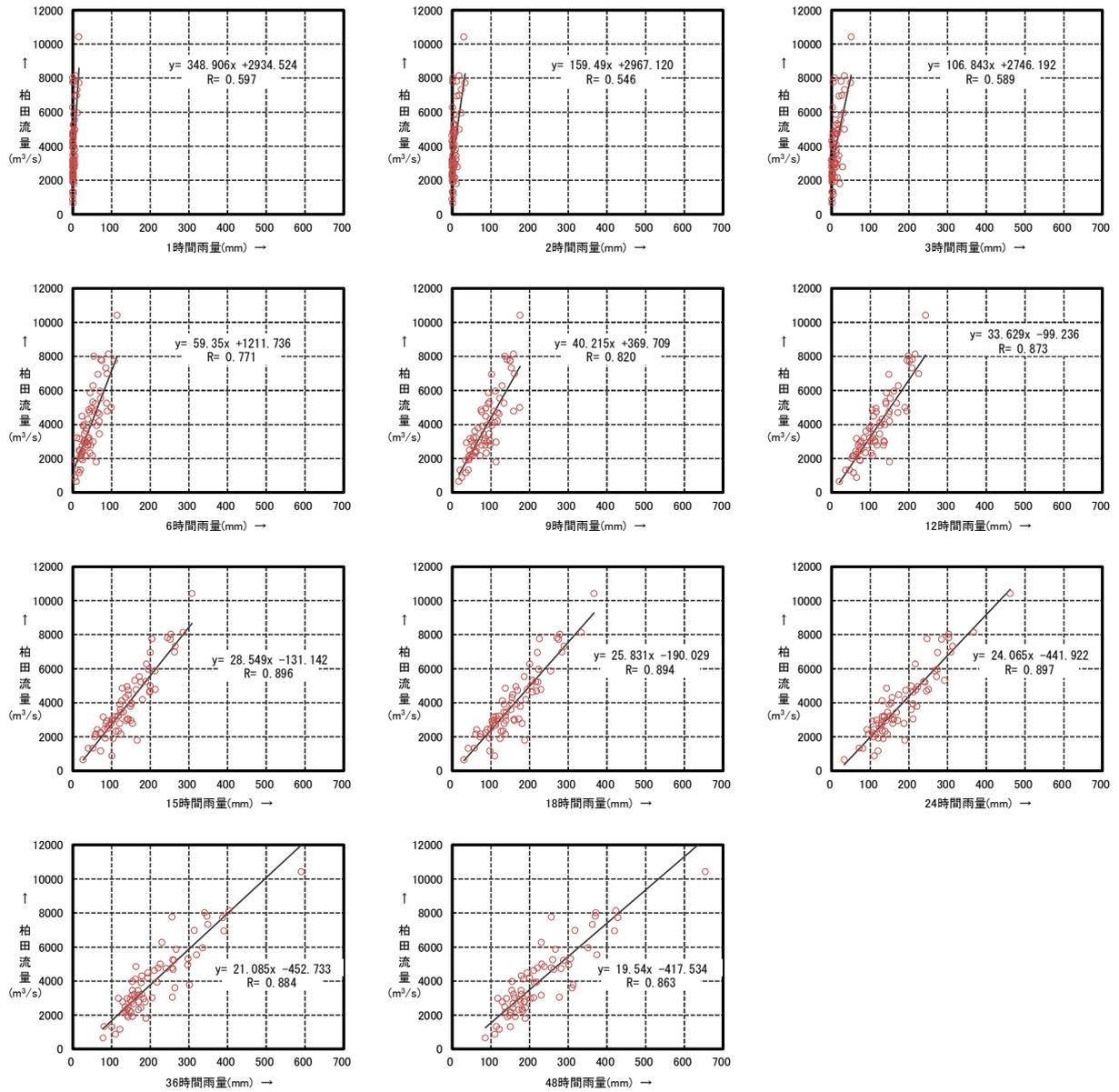


図 1-6-4 ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図

【定義② (ピーク流量時刻からさかのぼる短時間雨量)】

1-6-4 強い降雨強度の継続時間

既往の洪水をもたらした降雨について、強い降雨強度（5mm/h及び10mm/h）の継続時間を整理した。

対象洪水は、過去洪水（昭和29年（1954年）～令和4年（2022年））のうち、基準地点柏田における実績流量の上位10洪水とした。

主要洪水における降雨量5mm/h以上の継続時間の平均値は18時間、降雨量10mm/h以上の継続時間の平均値は14時間となり、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、24時間で10mm/h以上及び5mm/h以上の降雨の9割がカバーできる。

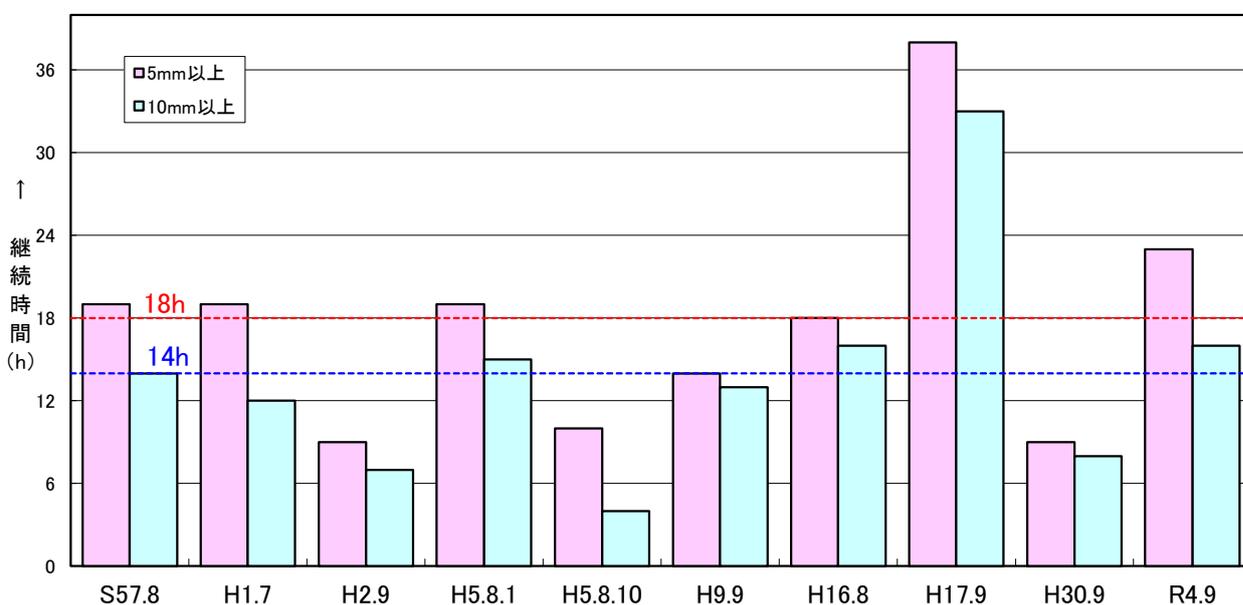


図 1-6-5 強い降雨強度の継続時間（基準地点柏田上流域平均雨量）

1-6-5 対象降雨の降雨継続時間の設定

昭和29年（1954年）から令和4年（2022年）までの雨量資料（69年間）を整理し、大淀川の降雨特性、ピーク流量との相関から総合的に判断して、下記の理由により対象降雨の降雨継続時間は既定計画と同様の24時間を踏襲した。

【基準地点柏田】

- 洪水到達時間の検討において、Kinematic Wave法では13～35時間（平均19.2時間）、角屋式では7.8～10.1時間（平均8.9時間）となる。
- ピーク流量と相関の高い短時間雨量は、24時間程度において実績ピーク流量との相関が高く、定義①、②ともに相関係数は0.89以上となる。
- 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24時間で10mm/h以上及び5mm/h以上の降雨の9割がカバーできる。
- ピーク流量に支配的な短時間雨量との関係、実績降雨における一雨降雨の継続時間等から、総合的に判断して24時間と設定する。

1-7 河川の整備の目標となる洪水の規模及び対象降雨の降雨量の設定

1-7-1 対象降雨の降雨量の設定

対象降雨の継続時間は、Kinematic Wave法及び角屋の式による洪水到達時間、短時間雨量と洪水ピーク流量との相関、強い降雨強度の継続時間等から総合的に判断した結果、既定計画の24時間を踏襲した。

対象降雨の降雨量は、降雨量変化倍率の算定に用いている過去実験の期間が平成22年（2010年）までであることを踏まえ、既定計画からの雨量標本のデータ延伸は平成22年（2010年）までにとどめ、平成22年（2010年）までの雨量標本を用いて定常の水文統計解析により1/150確率雨量を算定し、これに降雨量変化倍率を乗じた値とする。

基準地点柏田の1/150確率雨量は、昭和29年（1954年）～平成22年（2010年）の57年間の各年最大24時間雨量を確率処理し、適合度の基準を満足し、安定性の良好な確率分布モデルによる461.9mm/24hと決定した。雨量確率計算結果を表1-7-1、グラフを図1-7-1に示す。

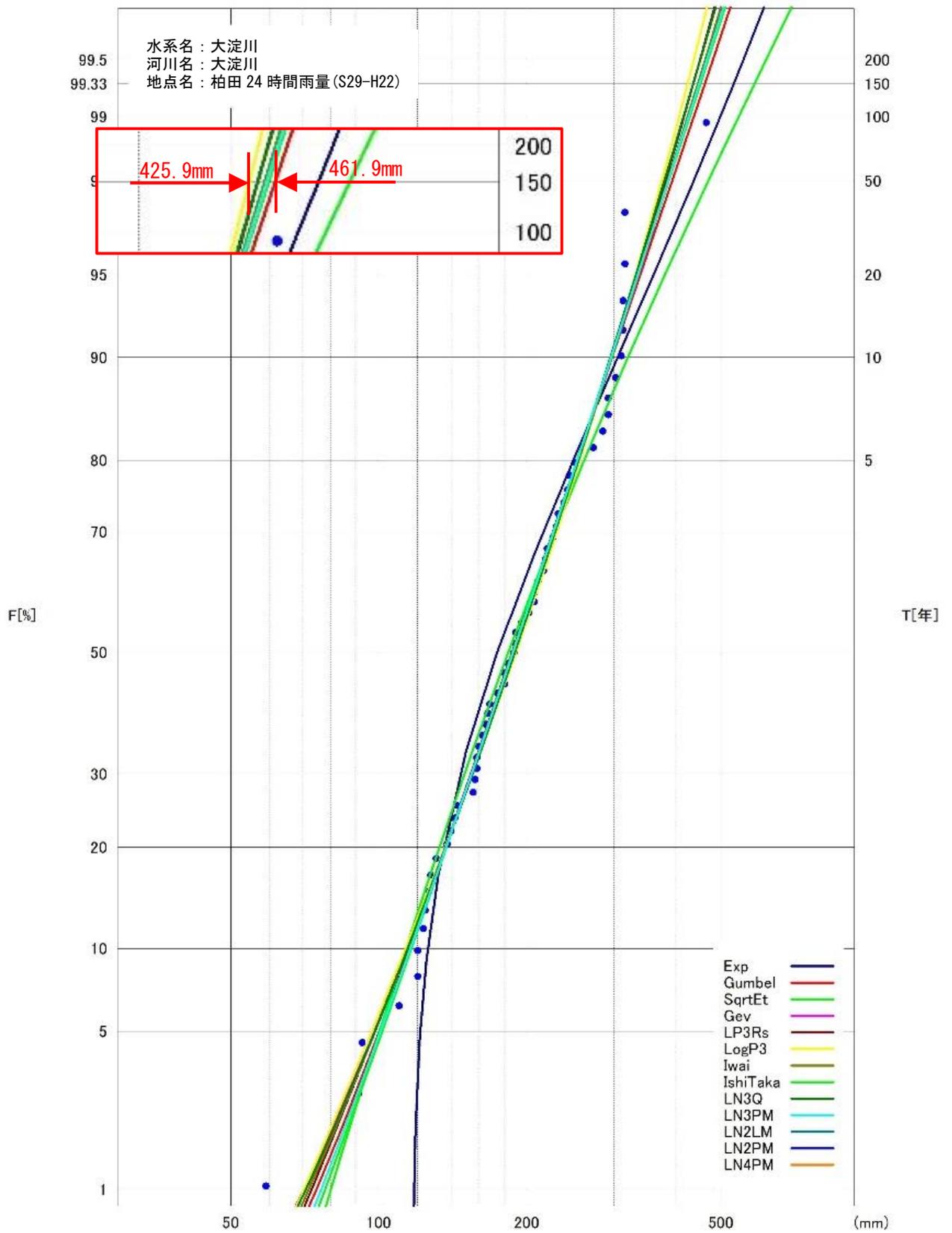
表 1-7-1 基準地点柏田 24時間雨量 1/150確率計算結果

項目		大淀川 基準地点: 柏田 (A=2125.5km ²) (24時間)													
		毎 年 値													
		一般化極値分布	グンベル分布	指数分布	平方根指数型 最大値分布	対数ピアソンⅢ型分布		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 (クオンタイル法)	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)	4母数 対数正規分布 (積率法)	精度の良い 手法の値
GEV	Gumbel	Exp	SQRTET	LP3(Rs)	LogP3	LNiwai	IshiTaka	LN3(Q)	LN3(PM)	LN2(LM)	LN2(PM)	LN4(PM)			
標本数		57													
最大値		464.8													
確 率 規 模	1/2	188.4	187.0	174.3	183.7	189.2	190.4	188.9	187.5	189.5	187.9	—	—	—	187.0
	1/3	220.5	218.8	207.6	219.4	221.7	222.9	221.0	219.2	221.2	219.6	—	—	—	218.8
	1/5	255.5	254.1	249.5	262.5	256.6	257.3	255.9	254.0	255.3	254.4	—	—	—	254.1
	1/10	298.5	298.6	306.4	321.4	298.4	297.7	298.4	297.1	296.4	297.2	—	—	—	298.6
	1/30	361.5	365.7	396.6	420.5	358.0	353.8	360.5	361.2	355.8	360.6	—	—	—	365.7
	1/50	389.5	396.4	438.6	469.7	384.0	377.7	388.2	390.2	382.2	389.2	—	—	—	396.4
	1/70	407.6	416.5	466.2	503.3	400.7	392.9	406.3	409.2	399.2	407.9	—	—	—	416.5
	1/80	414.7	424.5	477.2	516.9	407.2	398.8	413.4	416.8	406.0	415.3	—	—	—	424.5
	1/100	426.5	437.7	495.5	539.9	418.1	408.5	425.3	429.4	417.2	427.6	—	—	—	437.7
	1/150	447.7	461.9	528.8	583.0	437.5	425.9	446.8	452.3	437.4	450.1	—	—	—	461.9
	1/200	462.5	478.9	552.4	614.4	451.1	438.0	462.0	468.6	451.6	466.0	—	—	—	478.9
	1/300	483.2	503.0	585.7	659.9	470.1	454.6	483.4	491.6	471.7	488.5	—	—	—	503.0
	1/400	497.6	520.1	609.3	693.1	483.4	466.1	498.6	507.9	485.8	504.5	—	—	—	520.1
	1/500	508.8	533.3	627.6	719.4	493.6	475.0	510.4	520.7	496.8	517.0	—	—	—	533.3
1/600	517.8	544.1	642.6	741.2	501.9	482.2	520.0	531.2	505.8	527.2	—	—	—	544.1	
1/800	531.9	561.2	666.2	776.2	515.0	493.3	535.3	547.7	519.9	543.3	—	—	—	561.2	
1/1000	542.8	574.4	684.5	803.8	525.0	501.9	547.1	560.6	530.9	555.9	—	—	—	574.4	
SLSC	0.033	0.031	0.054	0.044	0.028	0.027	0.026	0.030	0.026	0.029	—	—	—	—	
SLSCH	0.066	0.061	0.076	0.083	0.056	0.059	0.056	0.055	0.058	0.055	—	—	—	—	
相関係数(X)	0.988	0.988	0.965	0.979	0.988	0.987	0.988	0.988	0.988	0.988	—	—	—	—	
相関係数(Y)	0.998	0.998	0.914	0.997	0.998	0.997	0.998	0.998	0.998	0.998	—	—	—	—	
推定誤差	61.9	35.5	42.8	68.9	77.1	68.5	66.9	72.6	90.3	70.9	—	—	—	—	

：精度の良い手法(SLSC≤0.04)

(単位: mm)

一: 標本と分布モデルとの適合性が明らかに良くないと判断される場合、すなわち母数推定を行う際に標本を標準変数に変換した値の歪係数が0.3より大きい場合は該当分布モデルには不適合とみなして“—”とした



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

図 1-7-1 雨量確率計算結果
(基準地点柏田 24時間雨量 昭和29年(1954年)～平成22年(2010年))

表 1-7-2 年最大24時間雨量一覽

NO	西曆	年	洪水名	24時間雨量(mm) 柏田地点
1	1954	S29	S29. 9.9	294.0
2	1955	S30	S30. 9.27	245.4
3	1956	S31	S31. 9.5	124.0
4	1957	S32	S32. 8.18	211.6
5	1958	S33	S33. 6.6	137.9
6	1959	S34	S34. 7.13	243.3
7	1960	S35	S35. 8.27	144.3
8	1961	S36	S36. 7.27	220.5
9	1962	S37	S37. 5.25	194.8
10	1963	S38	S38. 8.13	158.4
11	1964	S39	S39. 8.15	250.8
12	1965	S40	S40. 6.25	160.1
13	1966	S41	S41. 7.5	208.3
14	1967	S42	S42. 6.30	120.0
15	1968	S43	S43. 9.21	206.8
16	1969	S44	S44. 6.28	238.4
17	1970	S45	S45. 8.12	155.4
18	1971	S46	S46. 8.1	314.8
19	1972	S47	S47. 6.26	215.8
20	1973	S48	S48. 7.16	59.0
21	1974	S49	S49. 9.5	162.3
22	1975	S50	S50. 6.16	126.7
23	1976	S51	S51. 6.18	181.2
24	1977	S52	S52. 6.26	127.8
25	1978	S53	S53. 7.26	183.7
26	1979	S54	S54. 10.16	229.7
27	1980	S55	S55. 9.9	190.3
28	1981	S56	S56. 7.30	110.5
29	1982	S57	S57. 8.24	303.3

NO	西曆	年	洪水名	24時間雨量(mm) 柏田地点
30	1983	S58	S58. 9.25	120.4
31	1984	S59	S59. 8.24	274.8
32	1985	S60	S60. 6.24	188.9
33	1986	S61	S61. 8.23	93.0
34	1987	S62	S62. 7.14	157.5
35	1988	S63	S63. 7.21	90.8
36	1989	H1	H1. 7.24	318.4
37	1990	H2	H2. 10.3	226.7
38	1991	H3	H3. 6.11	122.8
39	1992	H4	H4. 8.5	167.9
40	1993	H5	H5. 7.25	318.2
41	1994	H6	H6. 6.4	173.7
42	1995	H7	H7. 6.2	158.2
43	1996	H8	H8. 7.17	218.6
44	1997	H9	H9. 9.12	310.9
45	1998	H10	H10. 4.22	190.5
46	1999	H11	H11. 7.31	233.2
47	2000	H12	H12. 6.2	166.7
48	2001	H13	H13. 6.18	131.1
49	2002	H14	H14. 8.27	163.7
50	2003	H15	H15. 8.6	292.4
51	2004	H16	H16. 8.27	314.1
52	2005	H17	H17. 9.3	464.8
53	2006	H18	H18. 7.19	285.5
54	2007	H19	H19. 7.12	202.1
55	2008	H20	H20. 9.28	142.8
56	2009	H21	H21. 6.21	141.0
57	2010	H22	H22. 6.17	181.1

表 1-7-3 1/150確率規模降雨量（基準地点柏田）

項目	柏田	備考
1/150 確率雨量 (S29~H22 標本)	461.9mm/24h	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	508mm/24h	461.9mm/24h \times 降雨量変化倍率 1.1

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、1/150確率雨量461.9mm/24hに降雨量変化倍率1.1倍を乗じた508mm/24hに設定した。（表1-7-3）

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「非定常性が現れる前までのデータ延伸」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/非定常性を確認）

昭和29年（1954年）～平成22年（2010年）の雨量データに1年ずつ雨量データを追加し、令和4年（2022年）までのデータを対象とした検定結果を確認。
⇒令和4年（2022年）までデータを延伸した際に、非定常性は確認されなかった。

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、最新年の令和4年（2022年）まで雨量統計期間を延伸した場合のGumbel分布による確率雨量を算定。
⇒令和4年（2022年）までの雨量データを用いた場合の基準地点柏田1/150確率雨量は461.5mm/24hとなり、データ延伸による確率雨量に大きな差は確認されない。

1-8 主要降雨波形の設定

基本高水の検討対象洪水において、短時間に降雨が集中する洪水や降雨の範囲が著しく偏った洪水を一律拡大すると、引き伸ばし後の短時間雨量が非現実的な確率値となる場合がある。そのため、引き伸ばし後の降雨の地域分布及び時間分布を確認し、対象降雨としての妥当性評価により代表的な洪水に適さない洪水については検討対象から除外した上で対象降雨波形を設定する。

検討対象降雨の選定は、基準地点柏田のピーク流量生起時刻前後の最大24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）の中でダム・氾濫戻し流量上位15洪水を選定した（図1-8-1）。

選定した洪水を対象に、基準地点柏田の1/150確率24時間雨量508mm（461.9mm×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、基準地点柏田において約10,426m³/s～19,364m³/sとなる。（表1-8-1）

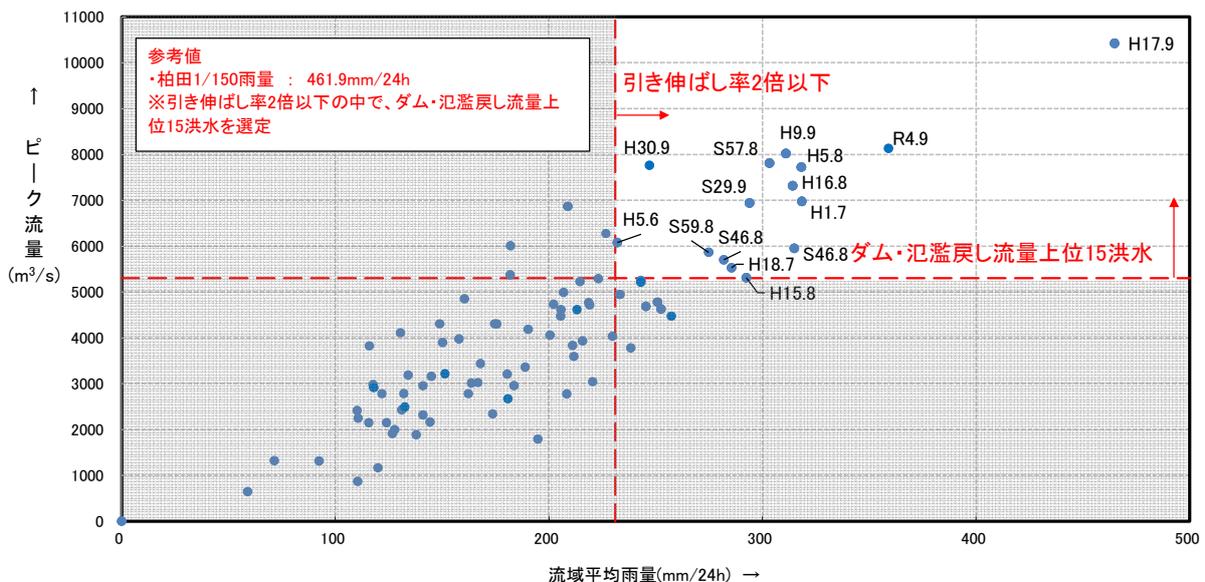


図 1-8-1 対象洪水の選定（基準地点柏田）

表 1-8-1 選定洪水のピーク流量一覧（基準地点柏田）

No	洪水	柏田上流域平均					柏田地点 ピーク流量 (m ³ /s)
		24時間雨量 (mm)	1/150確率		1/150確率×1.1		
			計画雨量 24h(mm)	降雨 拡大率	計画雨量 24h(mm)	降雨 拡大率	
1	S29. 9.13	294.0	461.9	1.571	508	1.728	12,236
2	S46. 8. 5	314.8	461.9	1.467	508	1.614	13,594
3	S46. 8.30	281.9	461.9	1.639	508	1.802	12,308
4	S57. 8.27	303.3	461.9	1.523	508	1.675	15,450
5	S59. 8.26	274.8	461.9	1.681	508	1.849	12,189
6	H 1. 7.28	318.4	461.9	1.451	508	1.596	12,010
7	H 5. 6.14	232.0	461.9	1.991	508	2.190	19,364
8	H 5. 8. 1	318.2	461.9	1.452	508	1.597	12,822
9	H 9. 9.16	310.9	461.9	1.486	508	1.634	16,546
10	H15. 8. 8	292.4	461.9	1.580	508	1.738	10,426
11	H16. 8.30	314.1	461.9	1.471	508	1.618	13,339
12	H17. 9. 6	464.8	461.9	0.994	508	1.093	11,759
13	H18. 7.22	285.5	461.9	1.618	508	1.780	13,541
14	H30. 9.29	247.0	461.9	1.870	508	2.057	17,841
15	R 4. 9.17	359.0	461.9	1.287	508	1.415	13,007

1-9 対象降雨の地域分布及び時間分布の検討

1-9-1 考え方

基本高水の検討対象洪水において、「短時間に降雨が集中する洪水」や「降雨の範囲が著しく偏った洪水」等を一律拡大すると、引き伸ばし後の短時間雨量が非現実的な確率値となる場合がある。そのため、実績降雨波形を対象降雨波形として採用するには、確率水文量への引き伸ばしによって異常な降雨になっていないか十分にチェックする必要がある。

従って、1-8 で選定した一次選定洪水について、引き伸ばし後の降雨の地域分布及び時間分布を確認し、対象降雨としての妥当性評価により代表的な洪水に適さない洪水については検討対象から除外した上で対象降雨波形を設定する。

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。

(2) 棄却基準値の選定

各選定地域における棄却基準値を設定した。確率雨量の算定は、昭和29年（1954年）～平成22年（2010年）の各流域の各年最大24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。

(3) 地域分布の雨量評価

前項にて選定した地域について、拡大後雨量の異常性評価を確認した。

各地域の拡大後雨量及び棄却基準値は表 1-9-1に示すとおりであり、5洪水が棄却された。

表 1-9-1 地域分布による拡大後降雨の確率評価表

No	洪水年月日	計画降雨継続時間内(24h)の実績雨量 (mm)				基準地点 柏田 拡大率	拡大後雨量 (mm)				棄却洪水
		樋渡 上流域	岩瀬ダム 流域	本庄川 流域	本川 下流域		樋渡 上流域	岩瀬ダム 流域	本庄川 流域	本川 下流域	
1	S29. 9. 13	287.5	240.3	330.3	307.0	1.571	451.7	377.5	518.9	482.3	
2	S46. 8. 5	285.7	400.6	357.1	245.0	1.467	419.1	587.7	523.9	359.4	×
3	S46. 8. 30	244.9	219.6	430.5	232.1	1.639	401.4	359.9	705.6	380.4	×
4	S57. 8. 27	308.1	243.1	359.4	274.0	1.523	469.2	370.2	547.4	417.3	
5	S59. 8. 26	264.3	302.4	272.9	274.3	1.681	444.3	508.3	458.7	461.1	×
6	H 1. 7. 28	275.2	324.1	402.9	299.1	1.451	399.3	470.3	584.6	434.0	
7	H 5. 6. 14	184.3	289.6	240.2	273.4	1.991	366.9	576.6	478.2	544.3	×
8	H 5. 8. 1	357.2	317.7	261.7	307.1	1.452	518.7	461.3	380.0	445.9	
9	H 9. 9. 16	295.6	320.9	343.9	292.6	1.486	439.3	476.9	511.0	434.8	
10	H15. 8. 8	237.5	289.6	375.2	307.3	1.580	375.3	457.6	592.8	485.5	
11	H16. 8. 30	316.8	320.4	345.9	262.7	1.471	466.0	471.3	508.8	386.4	
12	H17. 9. 6	423.8	407.7	576.6	460.0	1.000	421.3	405.3	573.1	457.2	
13	H18. 7. 22	208.5	373.8	319.9	329.7	1.618	337.4	604.8	517.6	533.5	×
14	H30. 9. 29	230.9	187.8	264.1	299.2	1.870	431.8	351.2	493.9	559.5	
15	R 4. 9. 17	384.9	346.0	373.7	275.0	1.287	495.4	445.3	481.0	353.9	
棄却基準値 【1/500雨量】		-	-	-	-	-	526	480	635	573	-

※ []: 拡大後雨量の確率評価が棄却基準値（1/500雨量）を超過しているため棄却

※1/500雨量は、SLSC \leq 0.04以下かつJackknife推定誤差が最小となる手法の値による

※H17.9洪水については実績降雨波形（引伸ばし率1.000）を用いた

1-9-4 時間分布の評価について

時間分布の検討では、洪水到達時間相当の短時間雨量にて過度に引き伸ばしがされていないか確認した。

(1) 対象時間の選定

- ピーク流量と雨量の相関は洪水到達時間の最小値が7.8時間であることや、6時間以上で相関が高まることから、「6時間」を短時間雨量として確認した。
- また、対象降雨の降雨継続時間である24時間の1/2降雨継続時間の「12時間」を短時間雨量として確認した。

表 1-9-2 対象時間の設定

基準地点	時間分布棄却基準（短時間雨量）として設定	
柏田	6 時間	12 時間

(2) 棄却基準値の選定

対象時間における棄却基準値を設定する。確率雨量の算定は、昭和29年（1954年）～平成22年（2010年）までの年最大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推定誤差が最小になる確率分布モデルの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っていないかを確認した。各時間の拡大後雨量及び棄却基準値は表 1-9-3に示すとおりであり、6洪水が棄却された。

表 1-9-3 時間分布による拡大後降雨の確率評価表

No	洪水年月日	基準地点柏田実績雨量		基準地点 柏田 拡大率	拡大後雨量 (mm)		棄却洪水
		6時間	12時間		6時間	12時間	
1	S29. 9. 13	100. 4	181. 3	1. 571	157. 7	267. 9	
2	S46. 8. 5	98. 8	179. 9	1. 467	144. 9	263. 9	
3	S46. 8. 30	90. 2	164. 9	1. 639	147. 8	270. 3	
4	S57. 8. 27	137. 3	220. 0	1. 523	209. 1	335. 1	×
5	S59. 8. 26	123. 3	216. 7	1. 681	207. 3	364. 3	×
6	H 1. 7. 28	144. 3	236. 1	1. 451	209. 4	342. 6	×
7	H 5. 6. 14	135. 6	183. 7	1. 991	270. 0	365. 7	×
8	H 5. 8. 1	107. 0	204. 0	1. 452	155. 4	296. 2	
9	H 9. 9. 16	145. 9	249. 1	1. 486	216. 8	370. 2	×
10	H15. 8. 8	103. 5	167. 0	1. 580	163. 5	263. 9	
11	H16. 8. 30	126. 0	231. 0	1. 471	185. 3	339. 8	
12	H17. 9. 6	132. 8	261. 2	1. 000	132. 8	261. 2	
13	H18. 7. 22	99. 2	158. 3	1. 618	160. 5	256. 1	
14	H30. 9. 29	152. 9	199. 8	1. 870	285. 9	373. 6	×
15	R 4. 9. 17	128. 5	248. 5	1. 287	165. 4	319. 8	
棄却基準値 【1/500雨量】		-	-	-	190	341	-

※ []: 拡大後雨量の確率評価が棄却基準値 (1/500雨量) を超過しているため棄却
 ※1/500雨量は、SLSC \leq 0.04以下かつJackknife推定誤差が最小となる手法の値による
 ※H17.9洪水については実績降雨波形 (引伸ばし率1.000) を用いた

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、24時間雨量に対して、1/150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、基準地点柏田におけるピーク流量は10,426m³/s～13,339m³/sとなった。基準地点柏田におけるピーク流量の一覧を表1-10-1、洪水ごとのハイドログラフを図1-10-1に示す。

表 1-10-1 ピーク流量一覧（柏田地点）

No	洪水	柏田上流域平均					柏田地点 ピーク流量 (m ³ /s)	棄却理由	
		24時間雨量 (mm)	1/150確率		1/150確率×1.1				
			計画雨量 24h(mm)	降雨 拡大率	計画雨量 24h(mm)	降雨 拡大率			
1	S29. 9.13	294.0	461.9	1.571	508	1.728	12,236		
2	S46. 8. 5	314.8	461.9	1.467	508	1.614	13,594	地域分布	
3	S46. 8.30	281.9	461.9	1.639	508	1.802	12,308	地域分布	
4	S57. 8.27	303.3	461.9	1.523	508	1.675	15,450		時間分布
5	S59. 8.26	274.8	461.9	1.681	508	1.849	12,189	地域分布	時間分布
6	H 1. 7.28	318.4	461.9	1.451	508	1.596	12,010		時間分布
7	H 5. 6.14	232.0	461.9	1.991	508	2.190	19,364	地域分布	時間分布
8	H 5. 8. 1	318.2	461.9	1.452	508	1.597	12,822		
9	H 9. 9.16	310.9	461.9	1.486	508	1.634	16,546		時間分布
10	H15. 8. 8	292.4	461.9	1.580	508	1.738	10,426		
11	H16. 8.30	314.1	461.9	1.471	508	1.618	13,339		
12	H17. 9. 6	464.8	461.9	0.994	508	1.093	11,759		
13	H18. 7.22	285.5	461.9	1.618	508	1.780	13,541	地域分布	
14	H30. 9.29	247.0	461.9	1.870	508	2.057	17,841		時間分布
15	R 4. 9.17	359.0	461.9	1.287	508	1.415	13,007		

※グレー着色：短時間雨量あるいは小流域が著しい引伸ばしとなっている洪水

※拡大率：「24時間雨量(mm)」と「1/150確率降雨量×1.1」との比率

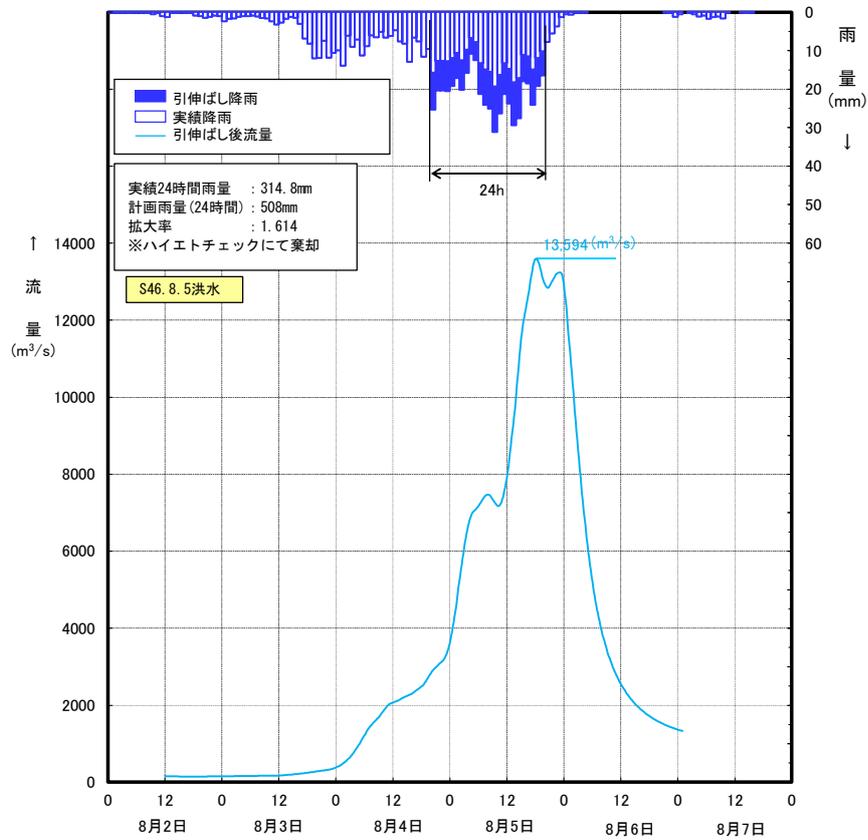
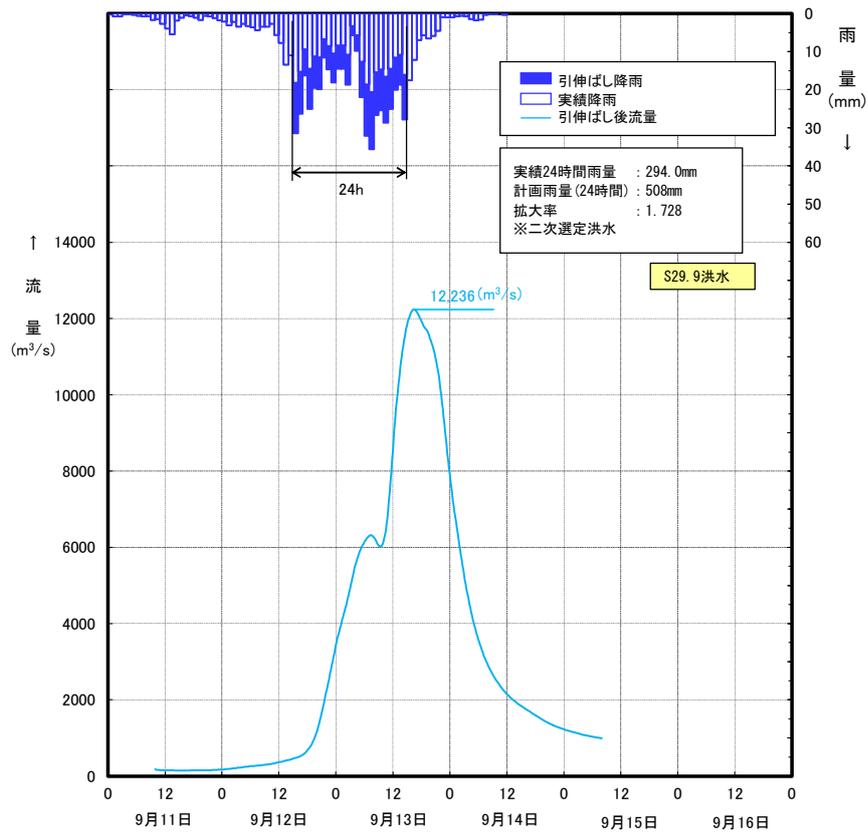


図 1-10-1(1) 主要降雨波形ハイドログラフ

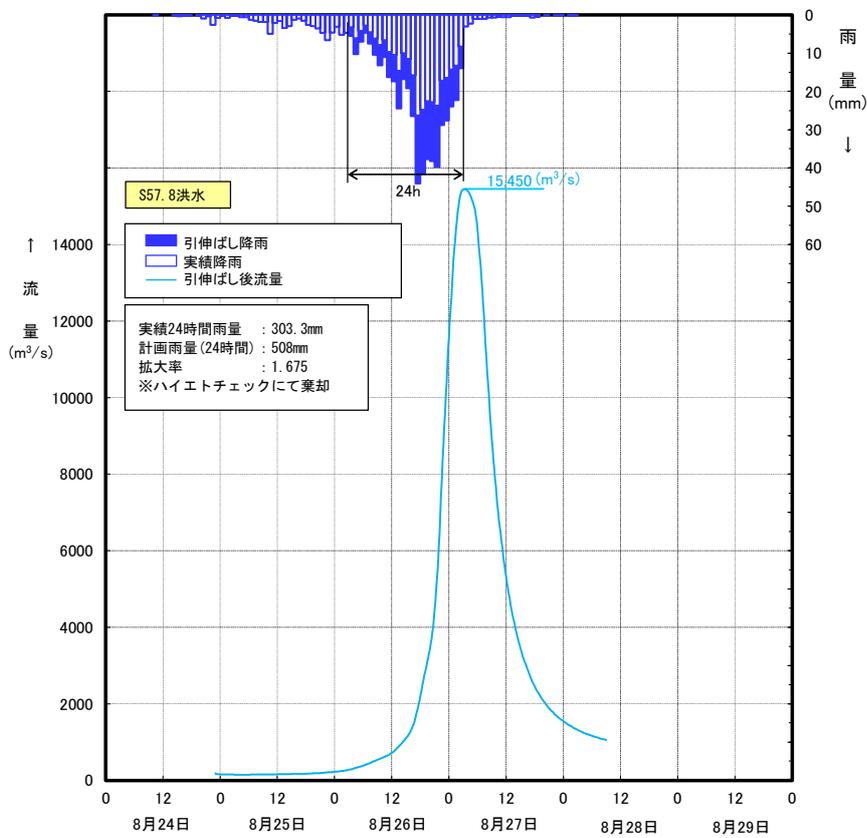
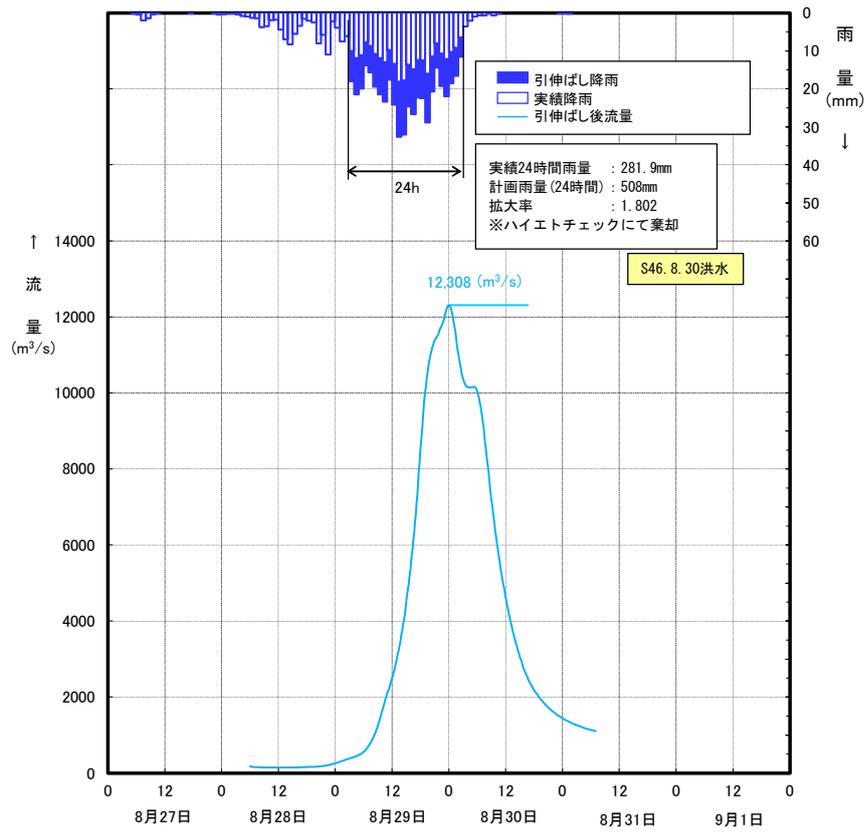


図 1-10-1(2) 主要降雨波形ハイドログラフ

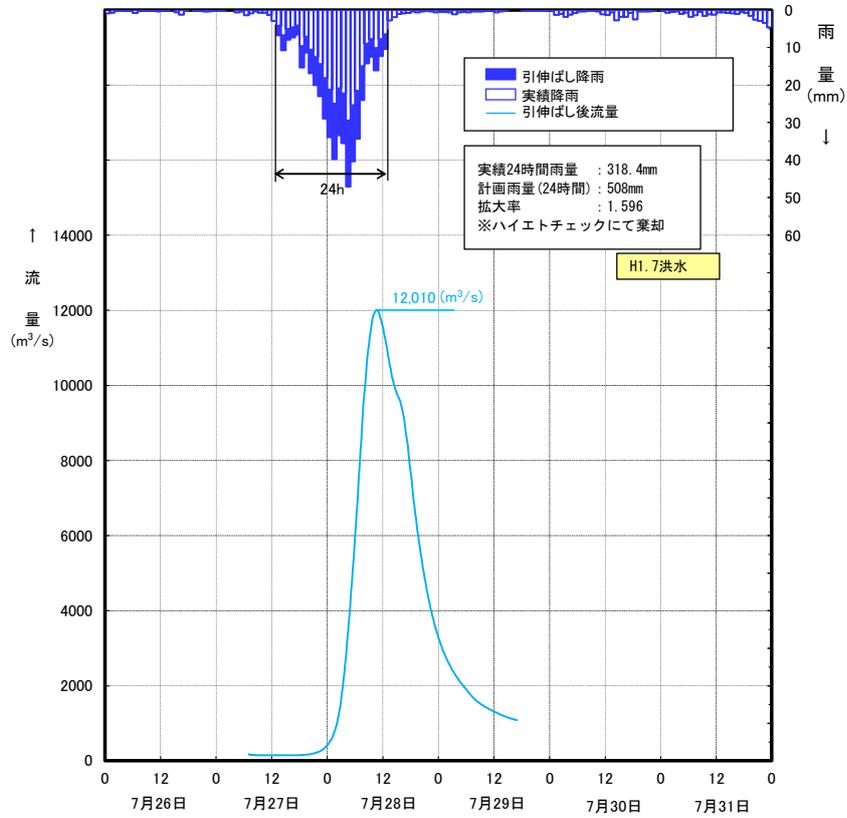
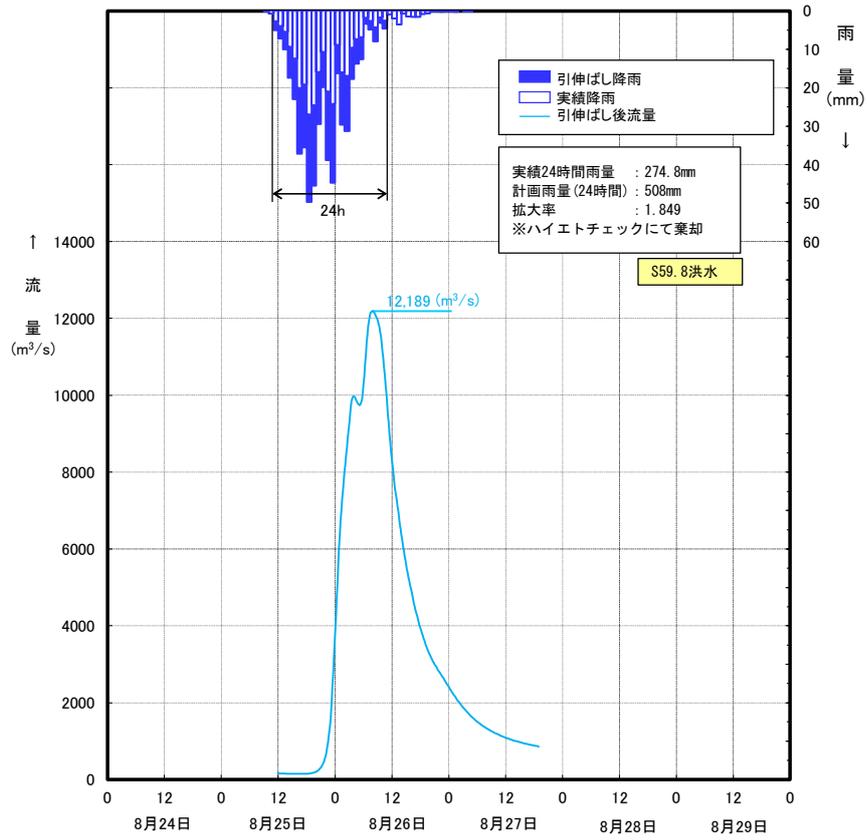


図 1-10-1 (3) 主要降雨波形ハイドログラフ

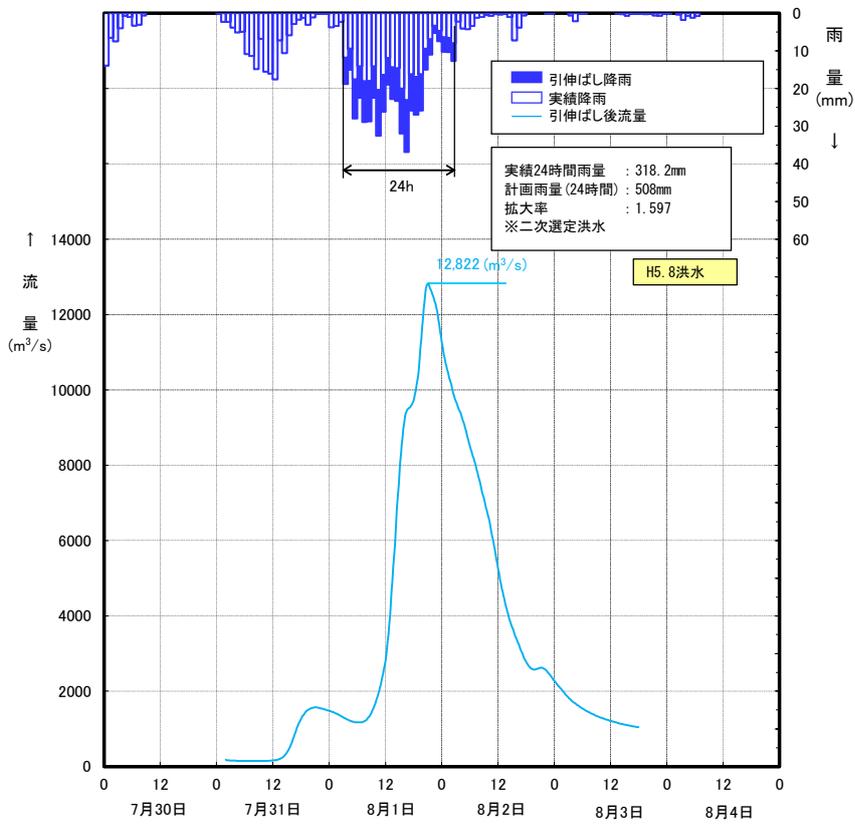
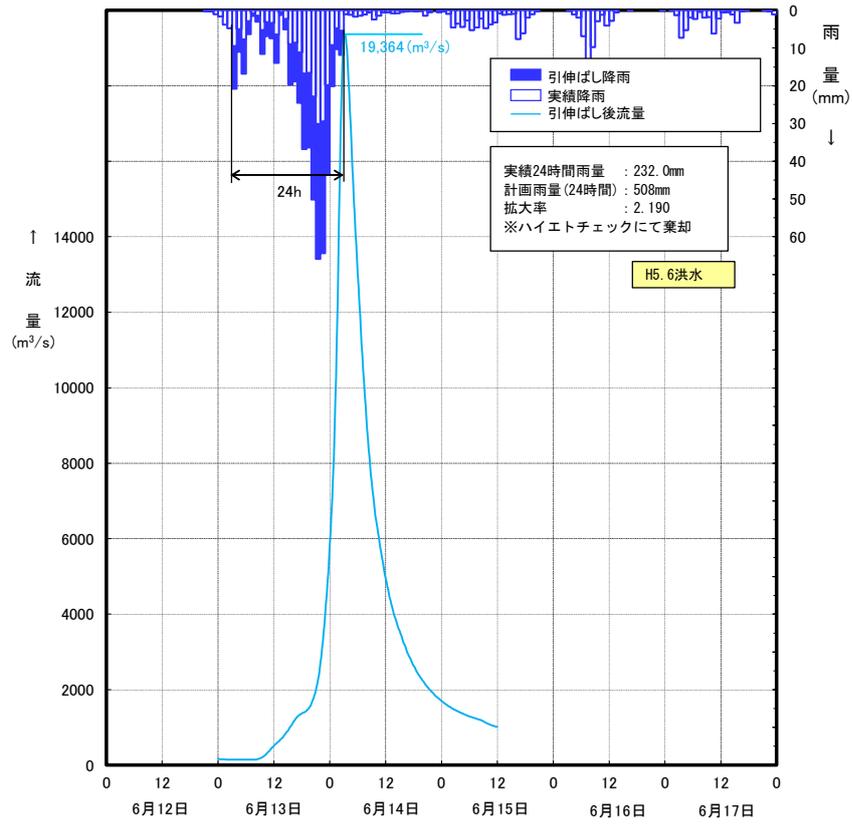


図 1-10-1(4) 主要降雨波形ハイドログラフ

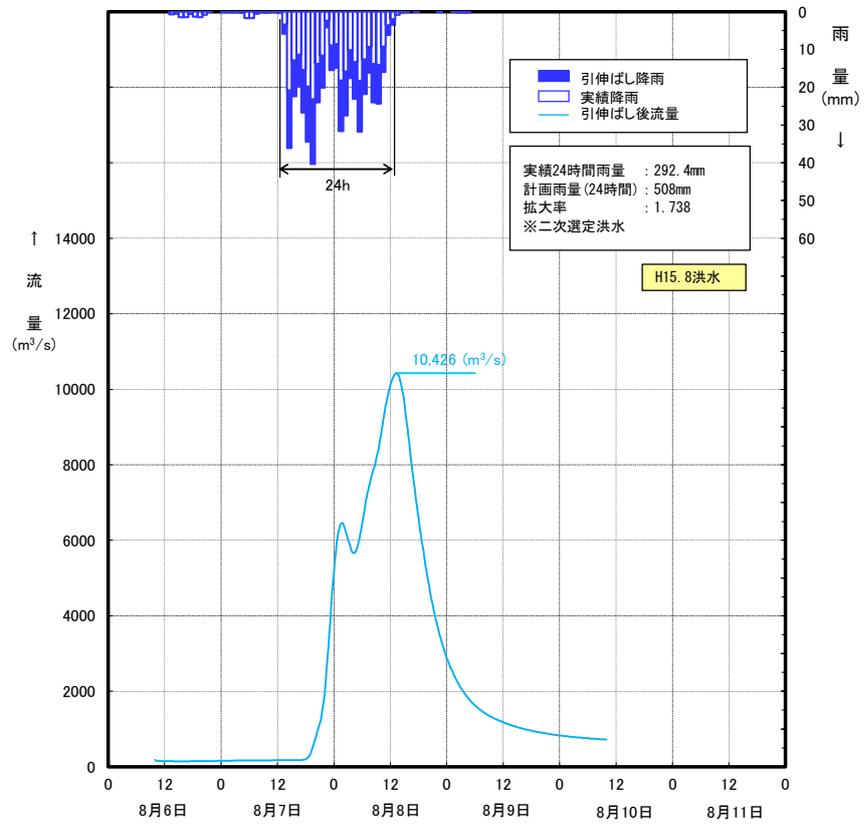
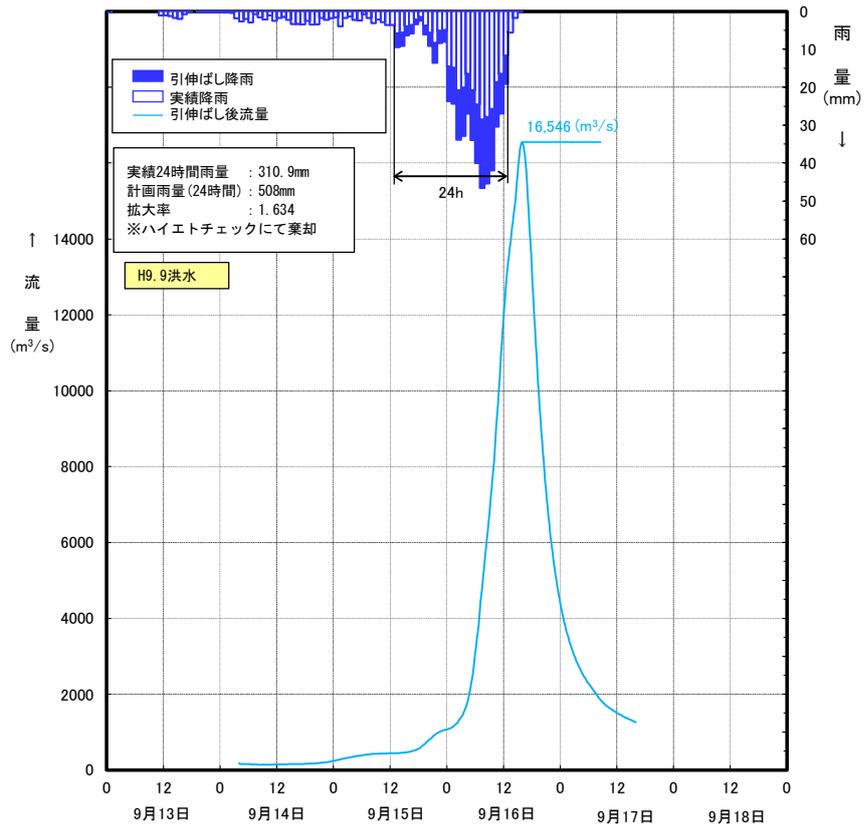


図 1-10-1(5) 主要降雨波形ハイドログラフ

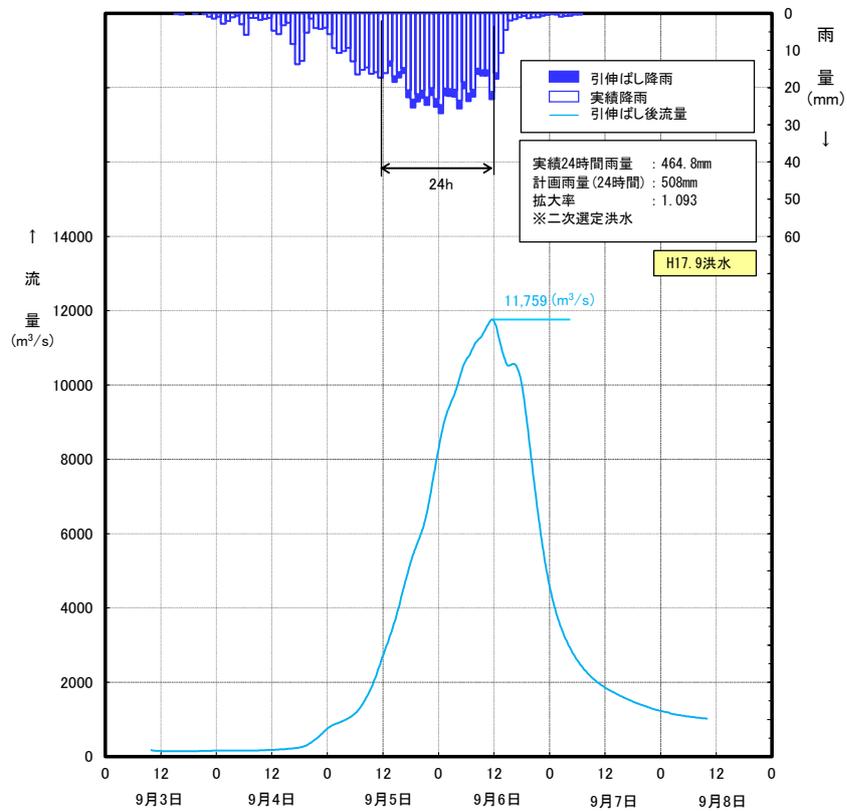
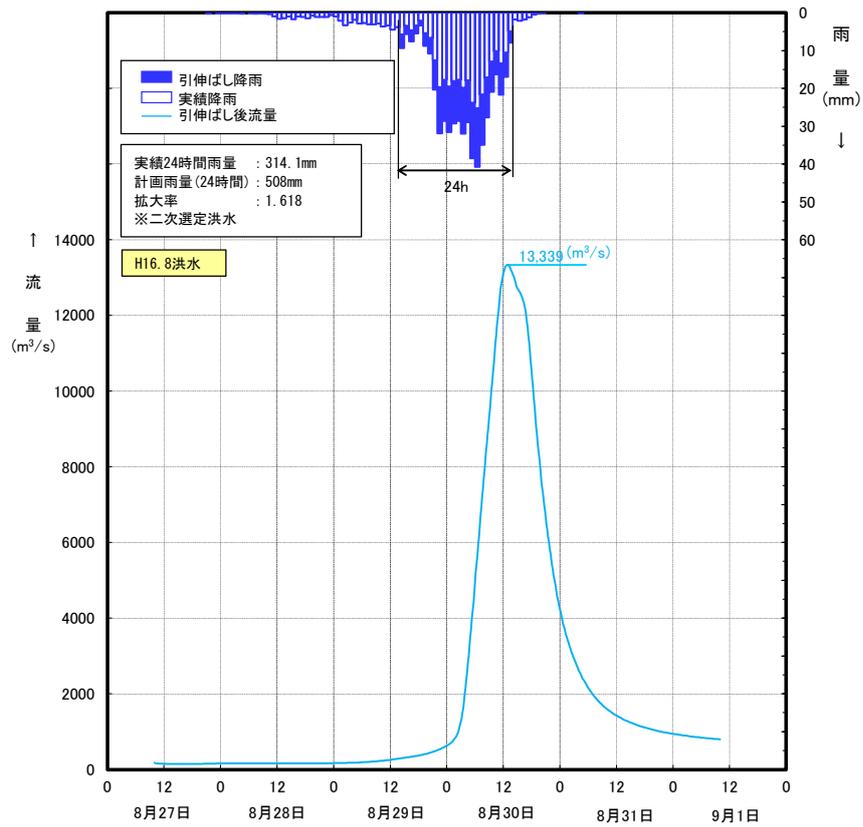


図 1-10-1(6) 主要降雨波形ハイドログラフ

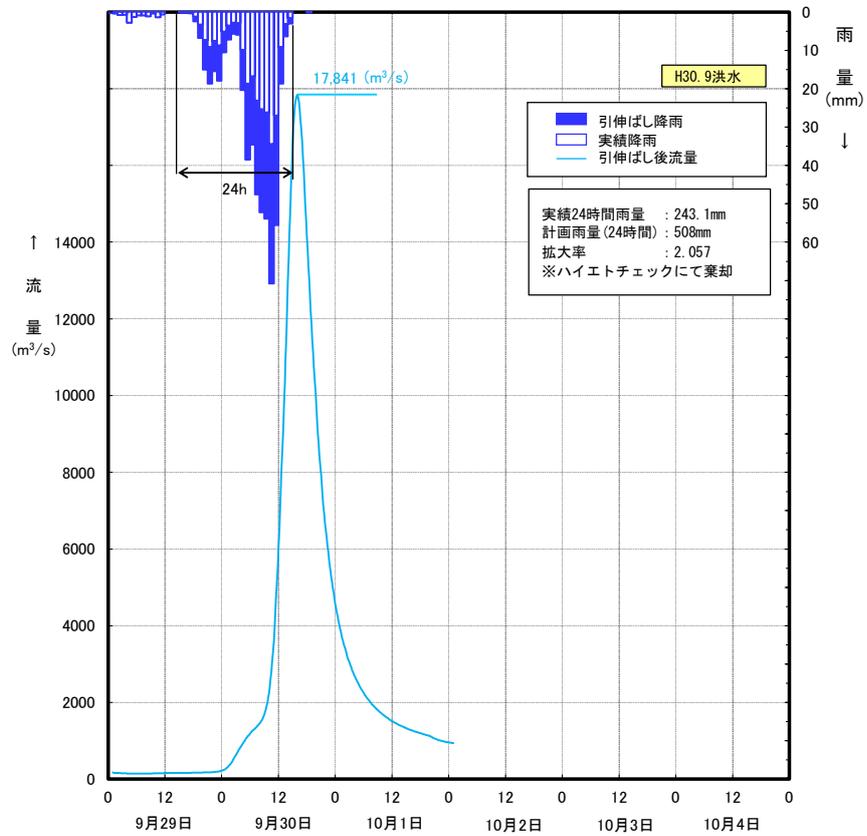
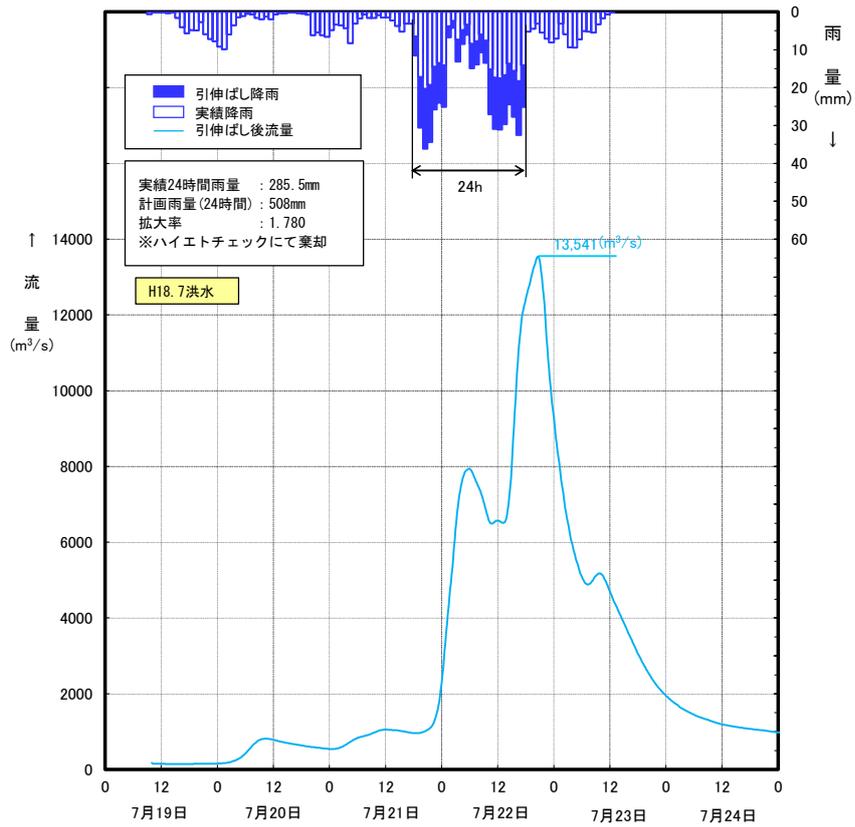


図 1-10-1(7) 主要降雨波形ハイドログラフ

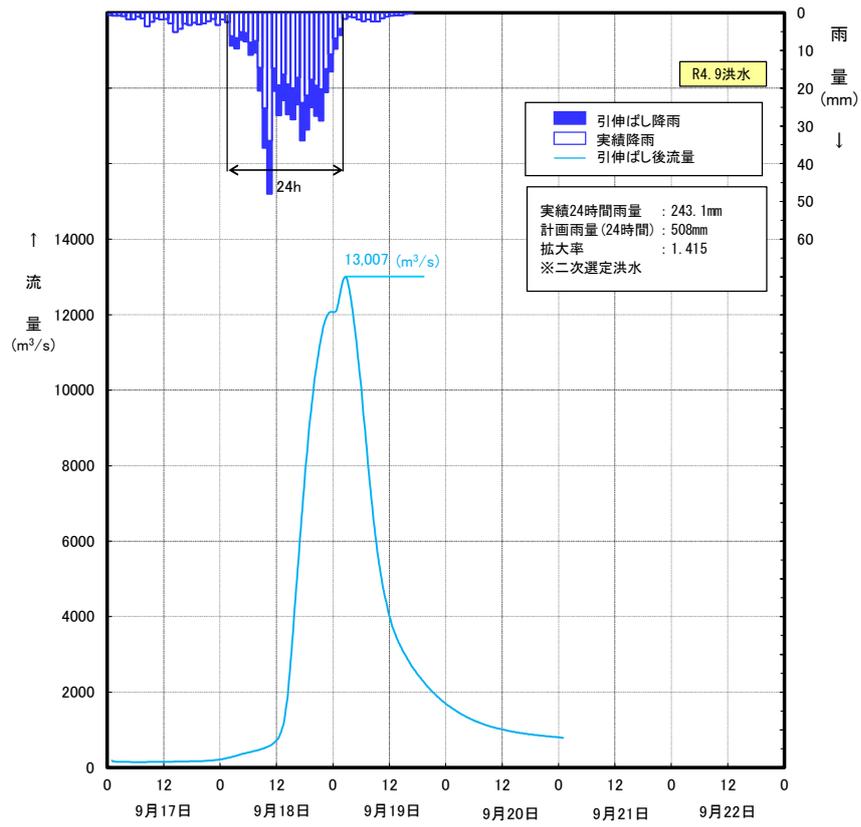


図 1-10-1 (8) 主要降雨波形ハイドログラフ

1-11 アンサンブル予測降雨波形による検討

1-11-1 アンサンブル予測降雨波形による流出計算

4°C上昇のシナリオRCP8.5における近未来の気候（2°C上昇時：およそ2040年頃、世界平均の地上気温が産業革命当時と比べて2°C上昇）を前提として、文部科学省「SI-CAT気候変動適応技術社会実装プログラム※」において整備・公表された解像度5kmにダウンスケーリングされたアンサンブル実験により得られたアンサンブル将来予測降雨波形（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508mm/24hに近い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を、気候変動を考慮した1/150確率規模の24時間雨量508mm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、柏田地点のピーク流量は約9,700m³/s～14,100m³/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。

※SI-CAT：気候変動適応技術社会実装プログラム（Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology）

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

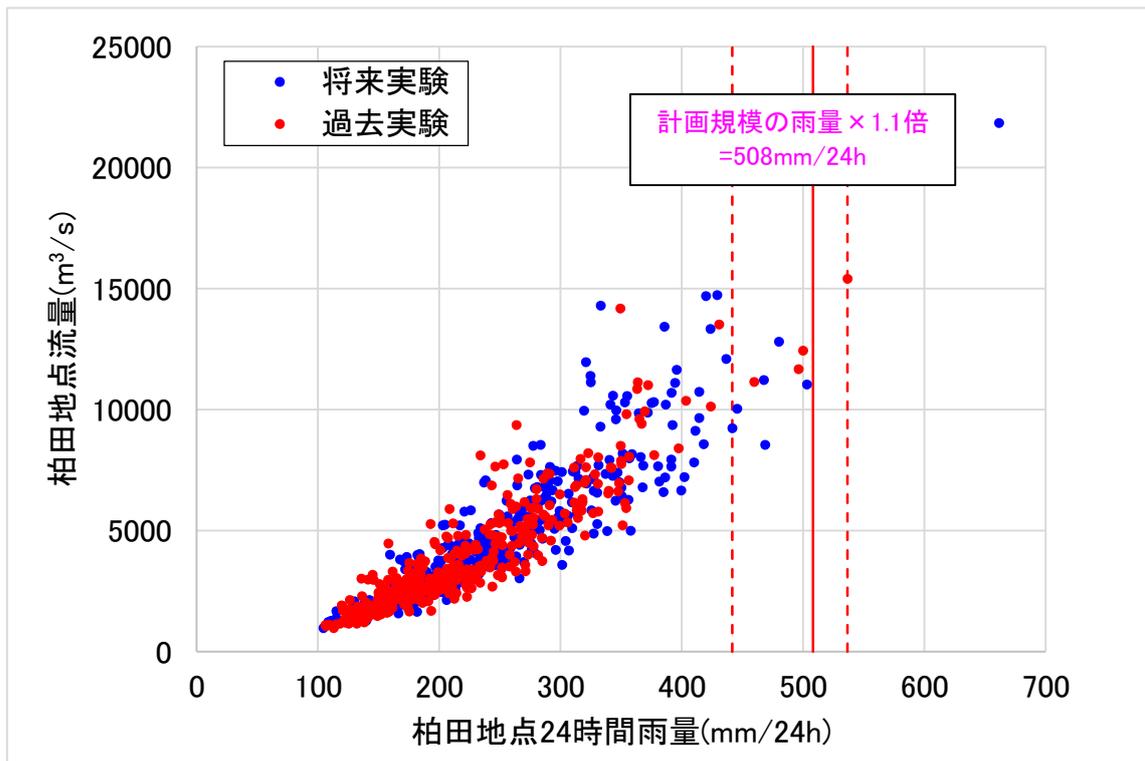


図 1-11-1 アンサンブル予測降雨波形からの抽出（基準地点柏田）

- d2PDF（将来360年、現在360年）の年最大雨量標本（360年）を対象
- 著しい引き伸ばし等によって降雨波形をゆがめることがないように、計画対象降雨の降雨量近傍の洪水(上図の赤点線内の降雨)を抽出（10洪水）

表 1-11-1 アンサンブル予測降雨波形のピーク流量一覧（柏田地点）

洪水名	柏田地点 24時間雨量(mm)	気候変動後 1/150雨量 (mm)	拡大率	柏田地点 ピーク流量 (m ³ /s)
将来実験				
HFB_2K_ML_m101_20840831	480.1	508	1.058	13,755
HFB_2K_ML_m105_20750706	468.7		1.084	9,616
HFB_2K_MP_m101_20700629	467.7		1.086	12,606
HFB_2K_MP_m105_20631009	445.7		1.140	12,239
HFB_2K_MP_m105_20650713	441.5		1.151	11,760
HFB_2K_MR_m105_20840629	503.1		1.010	11,211
過去実験				
HPB_m002_19850808	459.6	508	1.106	12,784
HPB_m005_19950702	536.5		0.947	14,087
HPB_m005_20020704	499.9		1.016	12,754
HPB_m006_19930713	496.2		1.024	11,998

※拡大率：「24時間雨量」と「対象降雨量」との比率

■：柏田ピーク流量の最大値

■：柏田ピーク流量の最小値

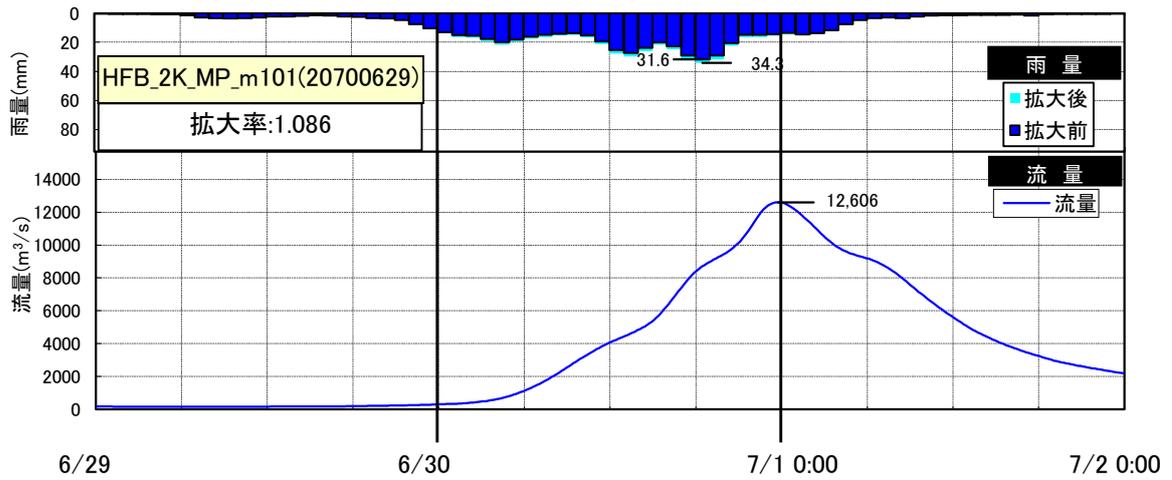
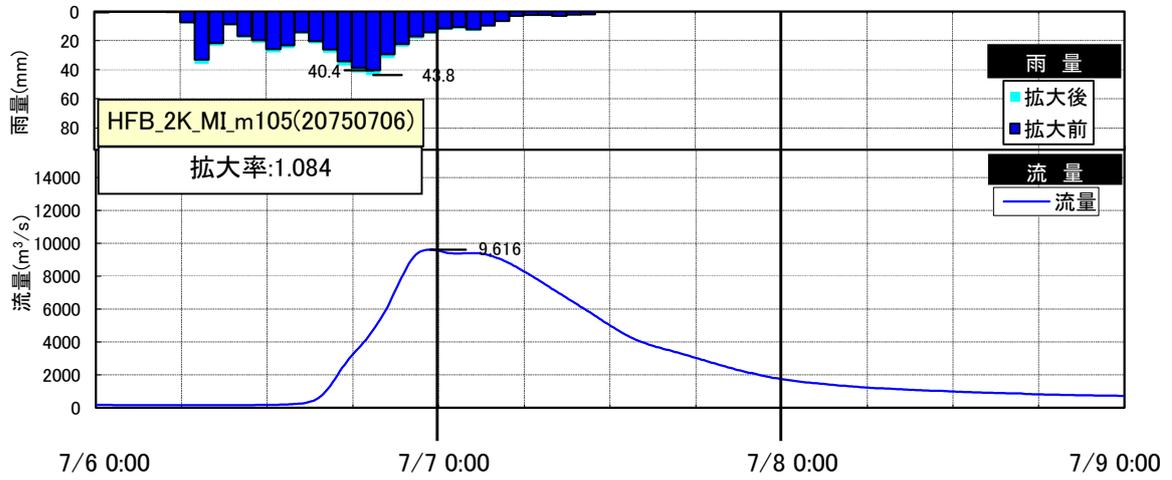
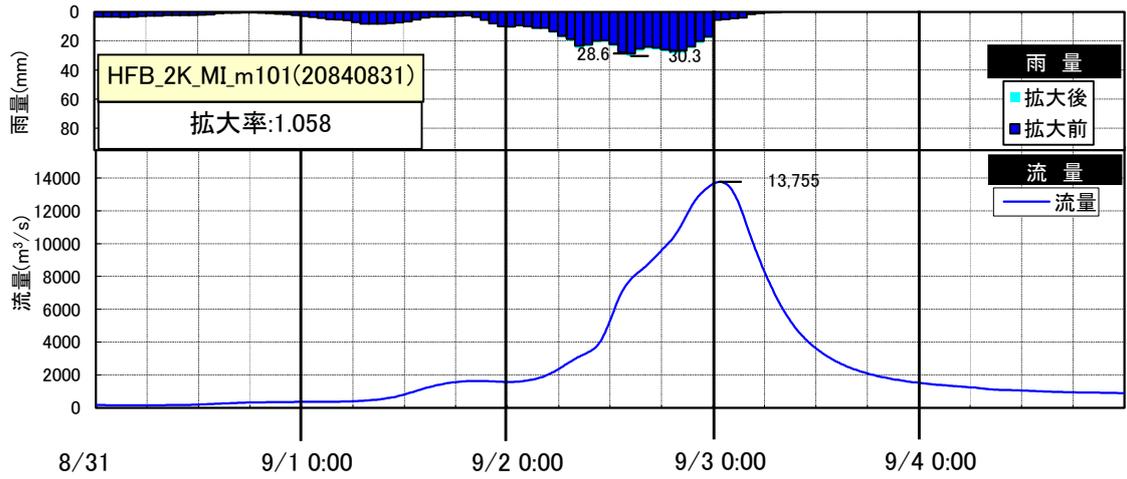


図 1-11-2(1) 抽出した予測降雨波形のハイドログラフ (柏田地点)

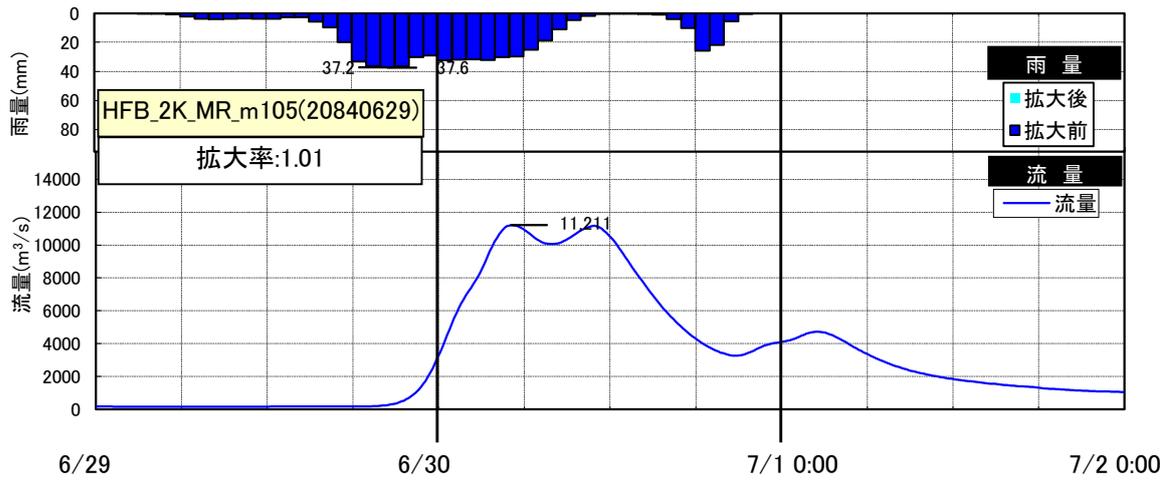
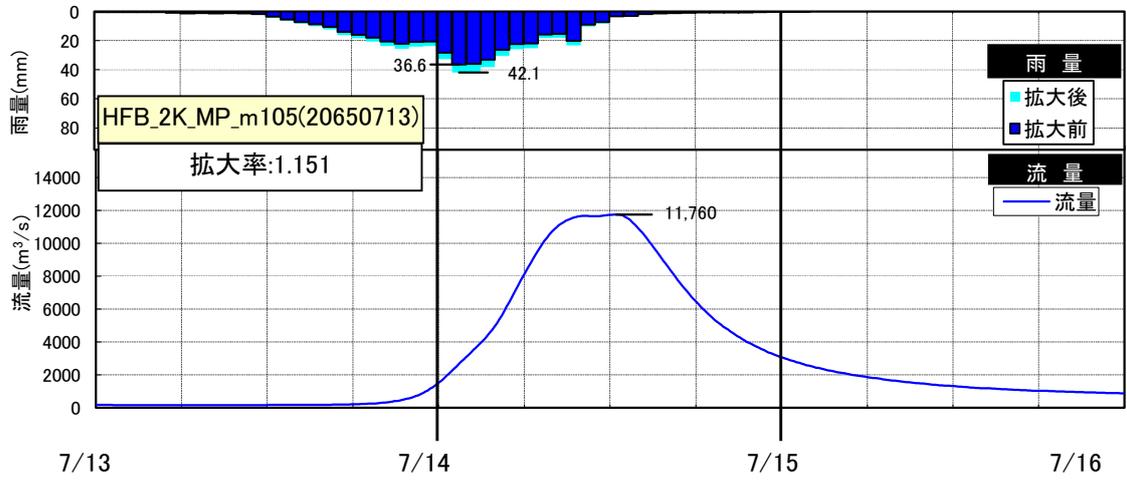
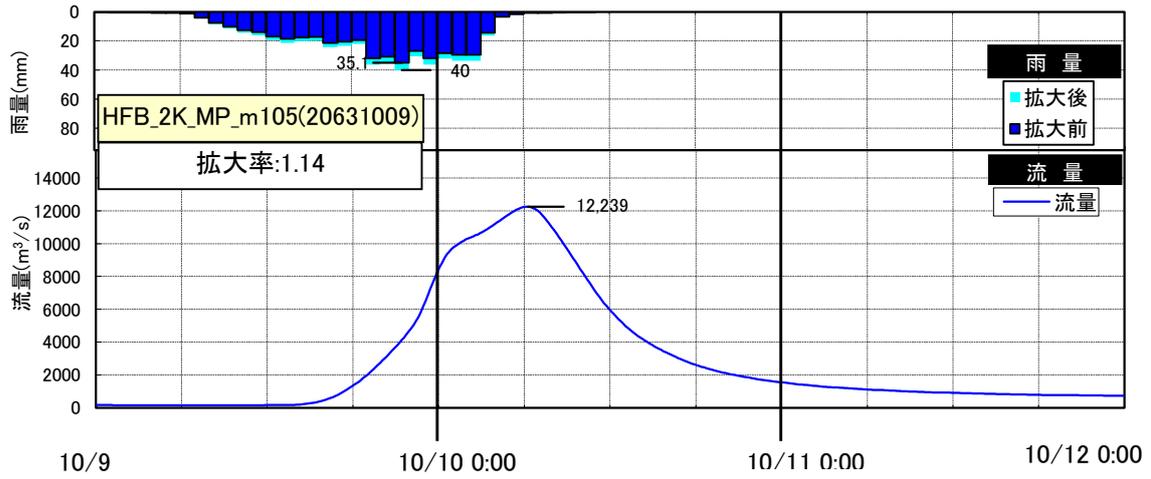


図 1-11-2(2) 抽出した予測降雨波形のハイドログラフ (柏田地点)

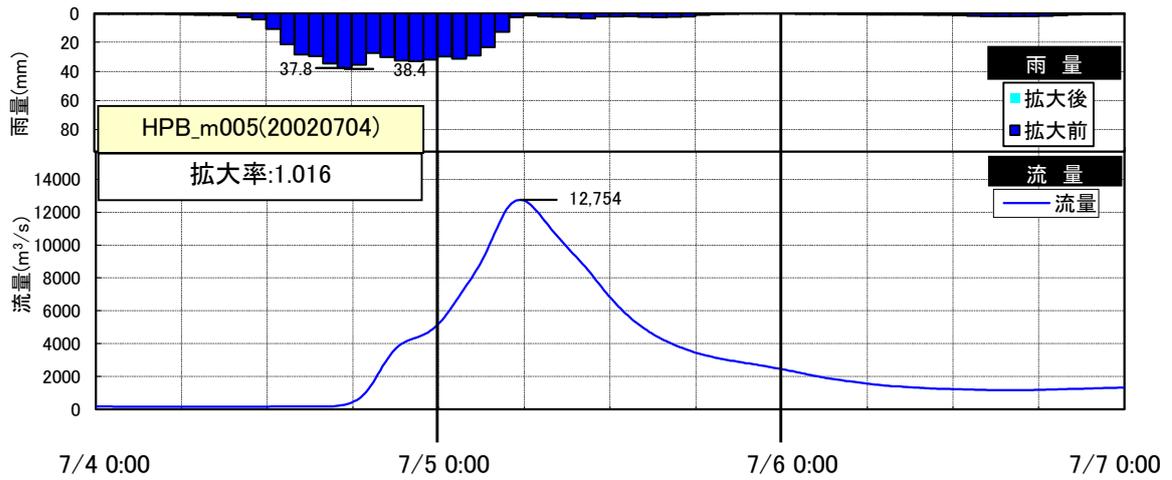
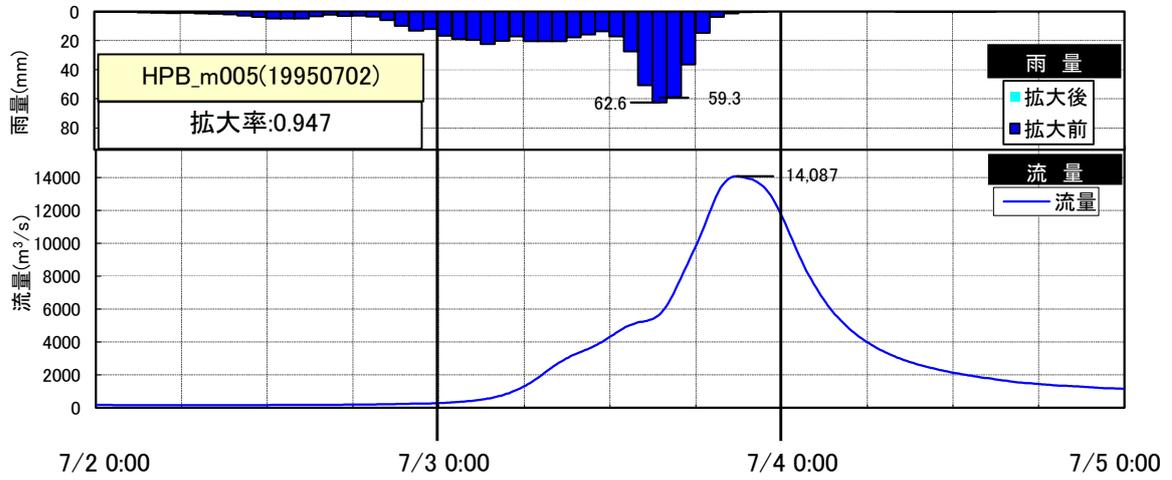
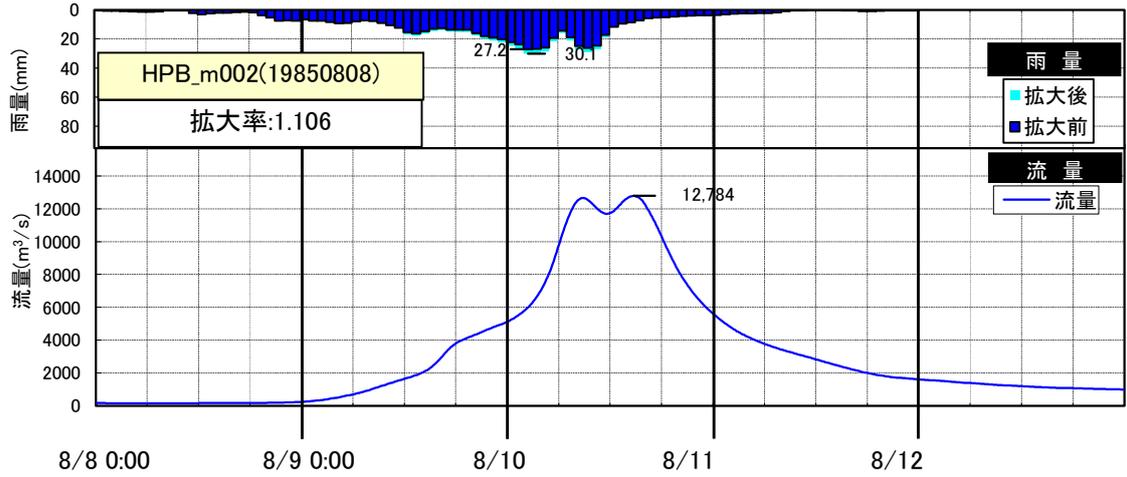


図 1-11-2(3) 抽出した予測降雨波形のハイドログラフ (柏田地点)

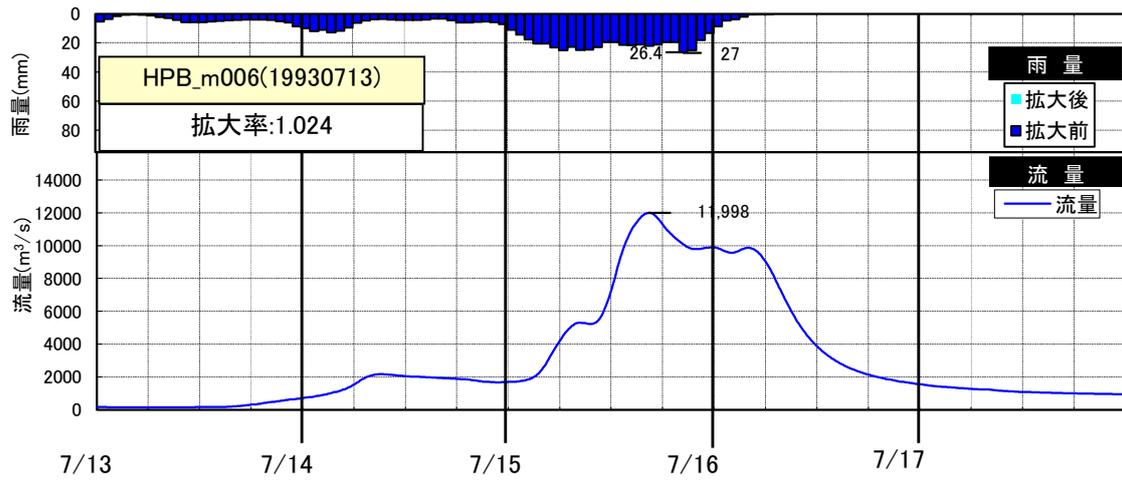


図 1-11-2(4) 抽出した予測降雨波形の hidro グラフ (柏田地点)

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。

その結果、基準地点柏田で棄却した9洪水のうち、アンサンブル予測降雨から推定される時間分布、地域分布の雨量比（基準地点流量と小流域の比率）以下に収まる洪水として、1洪水（昭和57年（1982年）8月洪水）を棄却とせず、参考波形として活用する。



図 1-11-3 流域分布のチェック

(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近傍のアンサンブル予測降雨波形（将来実験の6洪水）を抽出し、各波形について「基準地点上流域の流域平均雨量に対する小流域の流域平均雨量の比率」（小流域の流域平均雨量/基準地点上流域平均雨量）を求めた。小流域は、地域分布の評価で用いた樋渡上流域、岩瀬ダム上流域、本庄川流域、本川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、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、対象降雨波形に含めることを検討する。

棄却した9洪水の内、6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 1-11-2 雨量の比率（アンサンブル予測降雨波形）

d2PDFアンサンブル 洪水名	柏田上流域 (2,125.5km ²)			樋渡上流域 (860.6km ²)		岩瀬ダム上流域 (354.0km ²)		本庄川流域 (509.8km ²)		本川下流域 (401.1km ²)	
	予測雨量① (mm/24h)	予測雨量② (mm/24h)	②/①	予測雨量③ (mm/24h)	③/①	予測雨量④ (mm/24h)	④/①	予測雨量⑤ (mm/24h)	⑤/①		
HFB_2K_MI_m101_20840831	480.1	506.4	1.05	286.9	0.60	450.6	0.94	615.9	1.28		
HFB_2K_MI_m105_20750706	468.7	507.7	1.08	444.9	0.95	390.8	0.83	498.6	1.06		
HFB_2K_MP_m101_20700629	467.7	456.2	0.98	434.5	0.93	556.7	1.19	398.6	0.85		
HFB_2K_MP_m105_20631009	445.7	430.2	0.97	389.5	0.87	507.2	1.14	431.5	0.97		
HFB_2K_MP_m105_20650713	441.5	427.5	0.97	477.1	1.08	501.5	1.14	348.8	0.79		
HFB_2K_MR_m105_20840629	503.1	519.3	1.03	511.4	1.02	366.8	0.73	625.3	1.24		

■ : 最大比率

表 1-11-3 雨量の比率（棄却した引き伸ばし降雨波形）

棄却した洪水		柏田上流域 (2,125.5km ²)			樋渡上流域 (860.6km ²)		岩瀬ダム上流域 (354.0km ²)		本庄川流域 (509.8km ²)		本川下流域 (401.1km ²)	
No	洪水年月日	実績雨量 (mm/24h)	計画雨量① (mm/24h)	拡大率	拡大後雨量② (mm/24h)	②/①	拡大後雨量③ (mm/24h)	③/①	拡大後雨量④ (mm/24h)	④/①	拡大後雨量⑤ (mm/24h)	⑤/①
2	S46. 8. 5	314.8	508	1.614	461.1	0.91	646.6	1.27	576.4	1.13	395.4	0.78
3	S46. 8.30	281.9	508	1.802	441.3	0.87	395.7	0.78	775.8	1.53	418.2	0.82
4	S57. 8.27	303.3	508	1.675	516.1	1.02	407.2	0.80	602.0	1.19	459.0	0.90
5	S59. 8.26	274.8	508	1.849	488.7	0.96	559.1	1.10	504.6	0.99	507.2	1.00
6	H 1. 7.28	318.4	508	1.596	439.2	0.86	517.3	1.02	643.0	1.27	477.4	0.94
7	H 5. 6.14	232.0	508	2.190	403.6	0.79	634.2	1.25	526.0	1.04	598.7	1.18
9	H 9. 9.16	310.9	508	1.634	483.0	0.95	524.4	1.03	561.9	1.11	478.1	0.94
13	H18. 7.22	285.5	508	1.780	371.1	0.73	665.4	1.31	569.4	1.12	586.9	1.16
14	H30. 9.29	247.0	508	2.057	475.0	0.93	386.3	0.76	543.3	1.07	615.5	1.21

■ : アンサンブル降雨波形と比較しても生起しがたいと判断

□ : 参考波形として活用

(2) 時間分布のチェック

d2PDF（将来気候）から対象降雨の降雨量近傍のアンサンブル予測降雨波形（将来実験の6洪水）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。

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、対象降雨波形に含めることを検討した。短時間雨量は、時間分布の評価で用いた6時間、12時間を対象とした。

棄却した9洪水の内、3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 1-11-4 雨量の比率（アンサンブル予測降雨波形）

d2PDFアンサンブル 洪水名	柏田上流域 (2,125.5km ²)				
	予測雨量① (mm/24h)	6時間予測雨量② (mm/6h)	②/①	12時間予測雨量③ (mm/12h)	③/①
HFB_2K_MI_m101_20840831	480.1	156.4	0.33	296.1	0.62
HFB_2K_MI_m105_20750706	468.7	191.4	0.41	312.3	0.67
HFB_2K_MP_m101_20700629	467.7	156.5	0.33	279.7	0.60
HFB_2K_MP_m105_20631009	445.7	185.1	0.42	322.9	0.72
HFB_2K_MP_m105_20650713	441.5	183.0	0.41	307.2	0.70
HFB_2K_MR_m105_20840629	503.1	202.8	0.40	390.8	0.78

：最大比率

表 1-11-5 雨量の比率（棄却した引き伸ばし降雨波形）

棄却した洪水		柏田上流域 (2,125.5km ²)						
No	洪水年月日	実績雨量 (mm/24h)	計画雨量① (mm/24h)	拡大率	6時間雨量② (mm/6h)	②/①	12時間雨量③ (mm/12h)	③/①
2	S46. 8. 5	314.8	508	1.614	144.9	0.29	263.9	0.52
3	S46. 8.30	281.9	508	1.802	147.8	0.29	270.3	0.53
4	S57. 8.27	303.3	508	1.675	209.1	0.41	335.1	0.66
5	S59. 8.26	274.8	508	1.849	207.3	0.41	364.3	0.72
6	H 1. 7.28	318.4	508	1.596	209.4	0.41	342.6	0.67
7	H 5. 6.14	232.0	508	2.190	270.0	0.53	365.7	0.72
9	H 9. 9.16	310.9	508	1.634	216.8	0.43	370.2	0.73
13	H18. 7.22	285.5	508	1.780	160.5	0.32	256.1	0.50
14	H30. 9.29	247.0	508	2.057	285.9	0.56	373.6	0.74

：アンサンブル降雨波形と比較しても生起しがたいと判断

：参考波形として活用

1-11-3 主要洪水群に不足する降雨パターンの確認

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

気候変動等による降雨特性の変化によって、追加すべき降雨波形が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、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4つのクラスターに分類した。

柏田地点で選定された計画対象降雨波形について、クラスター分析を行った結果は表 1-11-6に示すとおりである。

柏田地点では計画対象降雨波形はクラスター1、3、4と評価されたため、アンサンブル将来予測降雨波形より計画対象降雨波形群に含まれていないクラスター2に該当する降雨波形を抽出した。

表 1-11-6 主要洪水のクラスター分析結果

洪水名	基準地点柏田上流域			柏田地点 ピーク流量 (m ³ /s)	クラスター 番号
	実績雨量 (mm/24h)	実績雨量 (mm/24h)	計画規模 降雨量×1.1 (mm/24h)		
主要洪水群					
S29. 9.13	294.0	508	1.728	12,236	1
S46. 8. 5	314.8		1.614	13,594	4
S46. 8.30	281.9		1.802	12,308	4
S57. 8.27	303.3		1.675	15,450	1
S59. 8.26	274.8		1.849	12,189	1
H 1. 7.28	318.4		1.596	12,010	4
H 5. 6.14	232.0		2.190	19,364	4
H 5. 8. 1	318.2		1.597	12,822	1
H 9. 9.16	310.9		1.634	16,546	1
H15. 8. 8	292.4		1.738	10,426	4
H16. 8.30	314.1		1.618	13,339	1
H17. 9. 6	464.8		1.093	11,759	1
H18. 7.22	285.5		1.780	13,541	4
H30. 9.29	247.0		2.057	17,841	3
R 4. 9.17	359.0		1.415	13,007	1
棄却洪水のうち、将来降雨として起こりうると想定される降雨波形					
S57. 8.27	303.3	508	1.675	15,450	1
降雨寄与率の分析により主要洪水群に不足する降雨波形※					
HFB_2K_MP_m101_20680803	418.1	508	1.215	11,034	2

■ : 棄却洪水

※ 「主要洪水群」に含まれない降雨パターンを「アンサンブル将来予測降雨波形」から抽出し追加した。

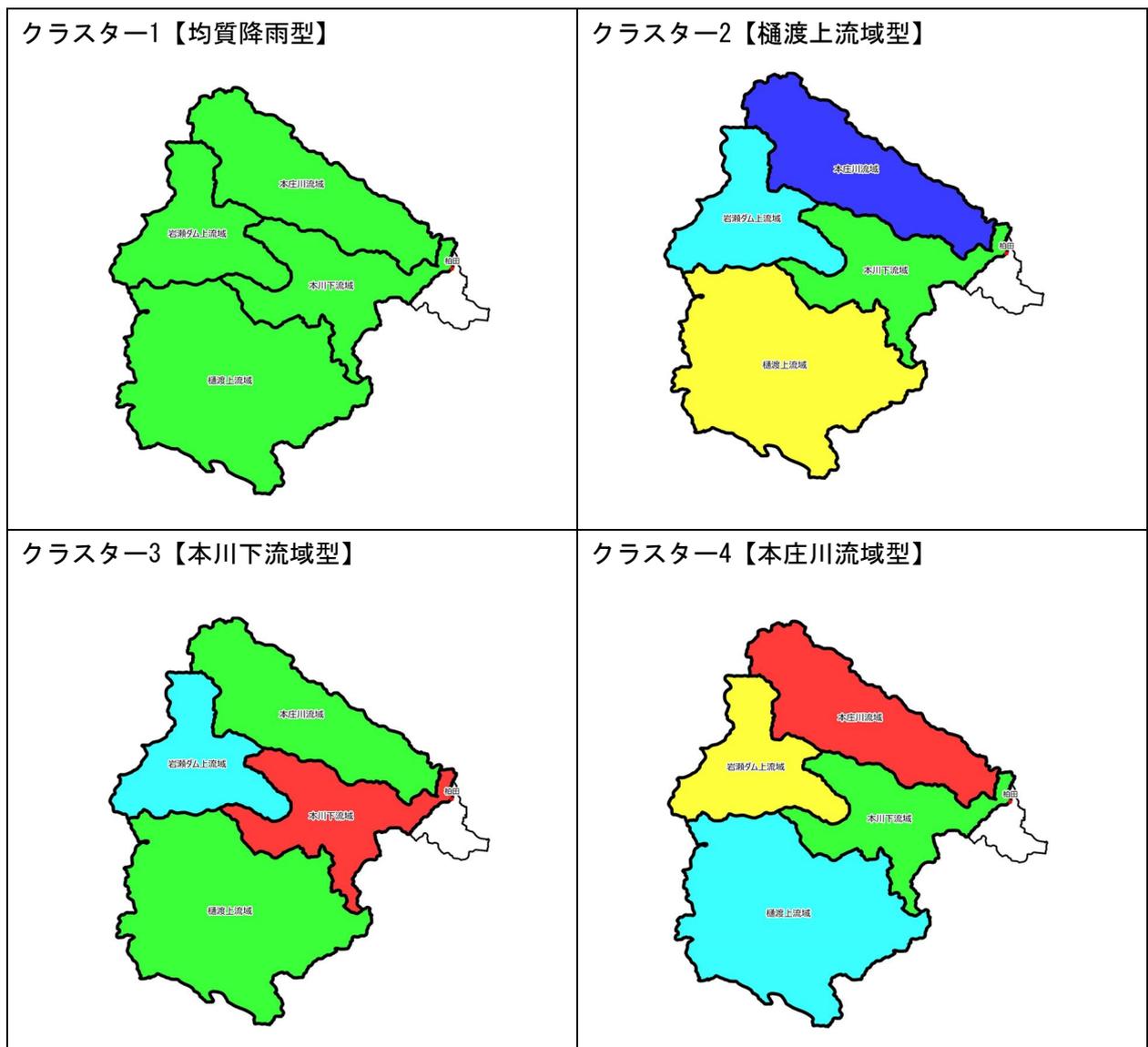


図 1-11-4 大淀川流域における将来実験アンサンブル予測降雨のクラスタ分析結果

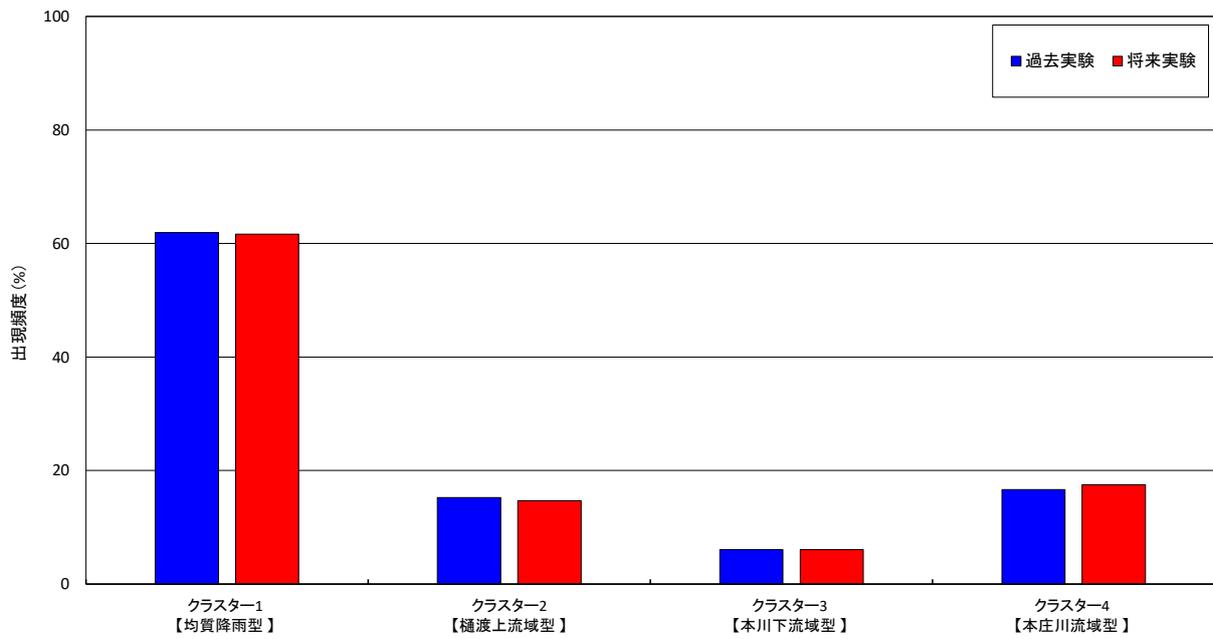


図 1-11-5 大淀川流域におけるアンサンブル予測降雨の出現頻度

1-12 既往洪水からの検討

大淀川基準地点（柏田地点）における既往最大となる平成17年（2005年）9月6日洪水では、図1-12-1に示すとおり、基準地点柏田の流量は約10,500m³/s（ダム戻し流量）と推定される。

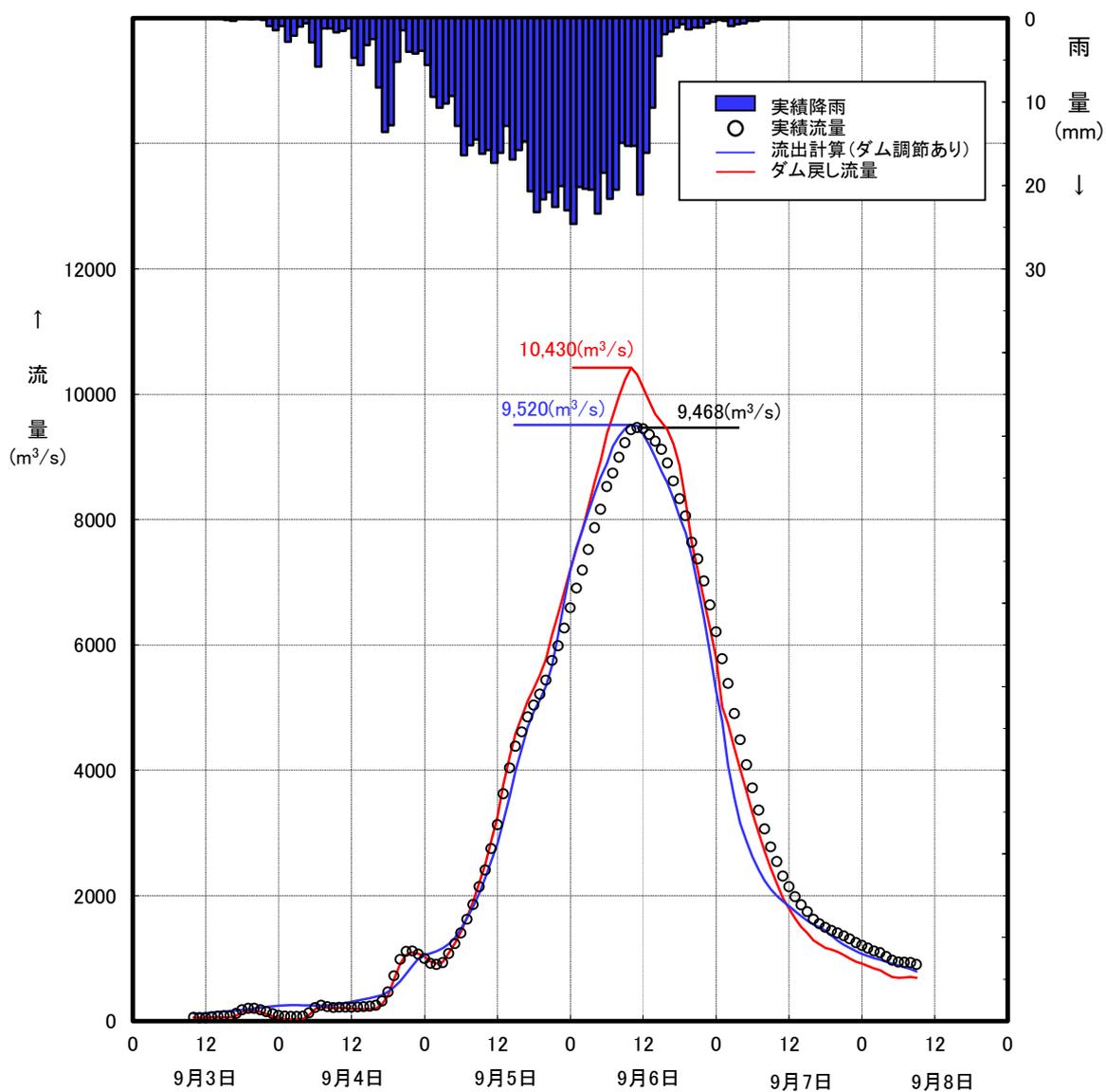
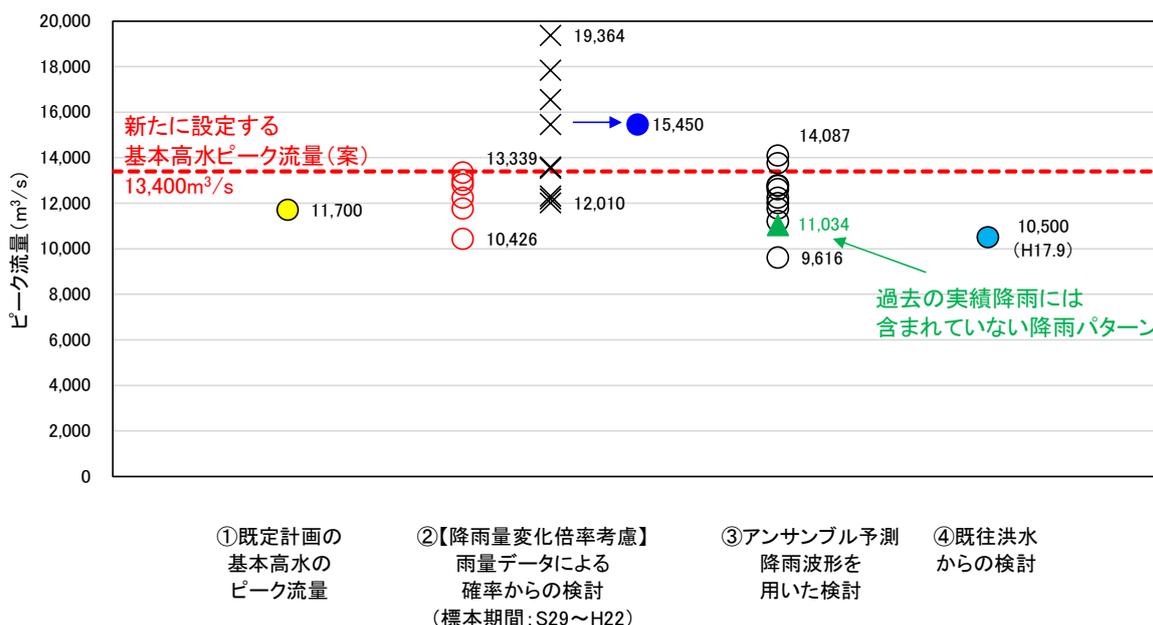


図 1-12-1 平成17年（2005年）9月洪水の推定結果（基準地点柏田）

1-13 総合的判断による基本高水のピーク流量の決定

今後想定される気候変動の影響による水災害リスクの増大を考慮し、気候変動シナリオ RCP2.6 (2°C上昇相当) を想定した将来の降雨量の変化倍率1.1倍 (508mm/24h) を考慮して、以下のように様々な手法による検討結果を総合的に判断した結果、雨量データによる確率からの検討により算出された流量のうち短時間あるいは小流域において著しい引き伸ばしとなっている洪水を除き最大となる流量を基本高水のピーク流量として決定した。

その結果、計画規模1/150の大淀川水系における基本高水のピーク流量は、基準地点柏田で13,400m³/sと設定する。



- 【凡例】**
- ②雨量データによる確率からの検討:
 - 降雨量変化倍率(2°C上昇時の降雨量変化倍率 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降雨
 - :棄却された洪水(×)のうちアンサンブル予測降雨波形の時空間分布からみて生起し難いとはい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(508mm/24h)に近い 10 洪水を抽出
 - :気候変動予測モデルによる現在気候(1980年~2011年)及び将来気候(2°C上昇)のアンサンブル降雨波形
 - ▲:過去の実績降雨(対象降雨波形群)には含まれていない降雨パターン
 - ④既往洪水からの検討 :H17.9 洪水のダム戻し流量

図 1-13-1 基本高水の設定に係る総合的判断 (基準地点柏田)

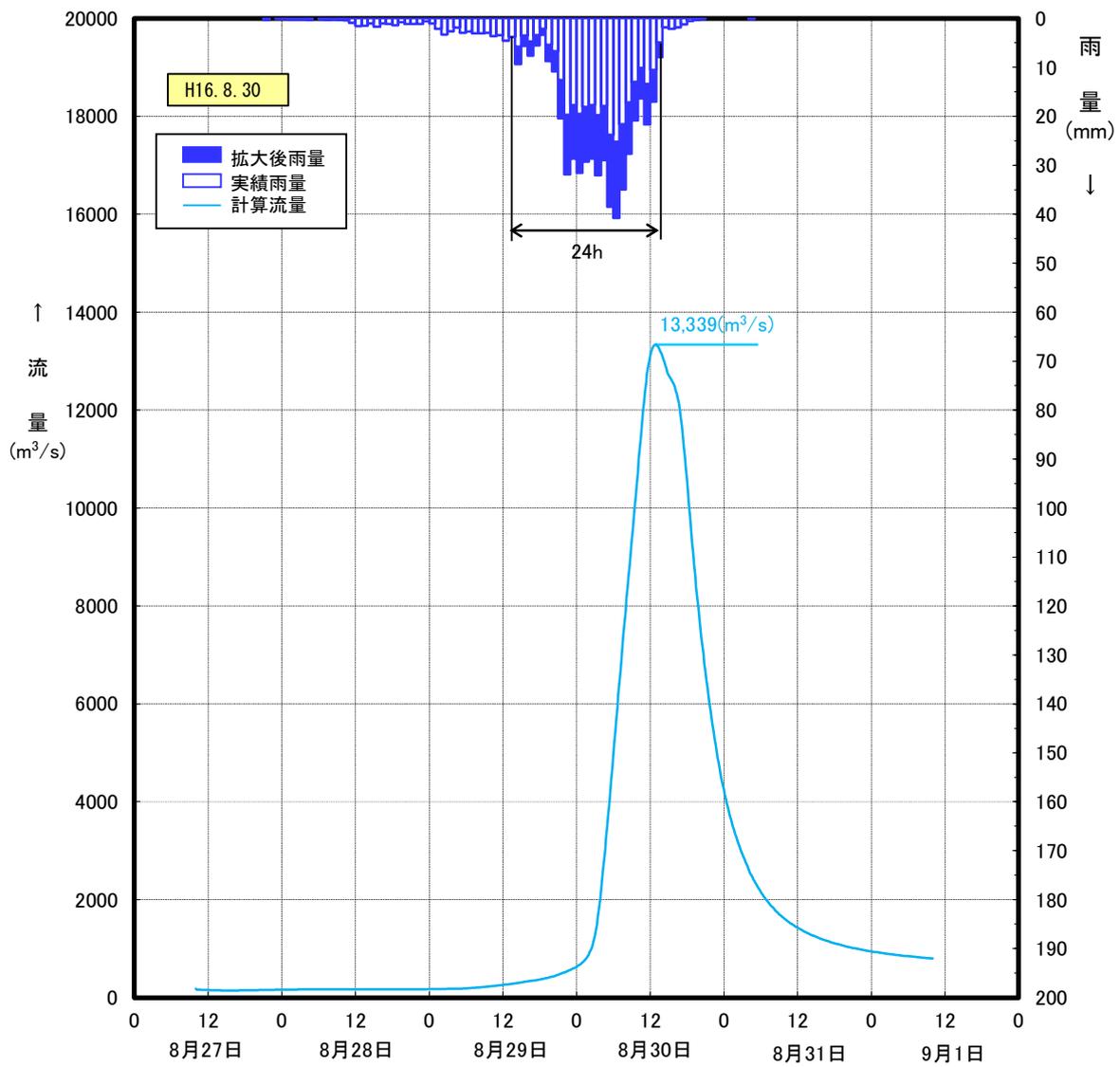


図 1-13-2 基本高水のピーク流量ハイドログラフ（平成16年（2004年）8月洪水）

2. 高水処理計画

大淀川水系の既定高水処理計画は、基準地点柏田における基本高水のピーク流量 $11,700\text{m}^3/\text{s}$ に対し、洪水処理施設により $2,000\text{m}^3/\text{s}$ を調節し、 $9,700\text{m}^3/\text{s}$ 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、新たに基準地点柏田における基本高水のピーク流量を見直した結果、既定計画 $11,700\text{m}^3/\text{s}$ を $13,400\text{m}^3/\text{s}$ に変更する計画とした。

また、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。

大淀川本川においては、本庄川合流点下流付近において、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、基準地点柏田において $9,700\text{m}^3/\text{s}$ である。このため、高水処理計画は、河道への配分流量を $9,700\text{m}^3/\text{s}$ とし、将来的な予測技術の向上も踏まえ、既設ダムの事前放流により確保可能な容量を活用した洪水調節を見込んだ上で、新たな洪水調節施設の確保により対応することとした。

なお、新たな洪水調節施設については、その配置の可能性を概略検討し、可能性があるとの結果が得られているが、流域の地形や土地利用状況、流域治水の視点等も踏まえ、基準地点のみならず流域全体の治水安全度向上のため、具体的な施設計画等を今後検討していく。

3. 計画高水流量

大淀川の計画高水流量は、柏田地点において $9,700\text{m}^3/\text{s}$ とし、河道への配分流量は以下のとおりとする。

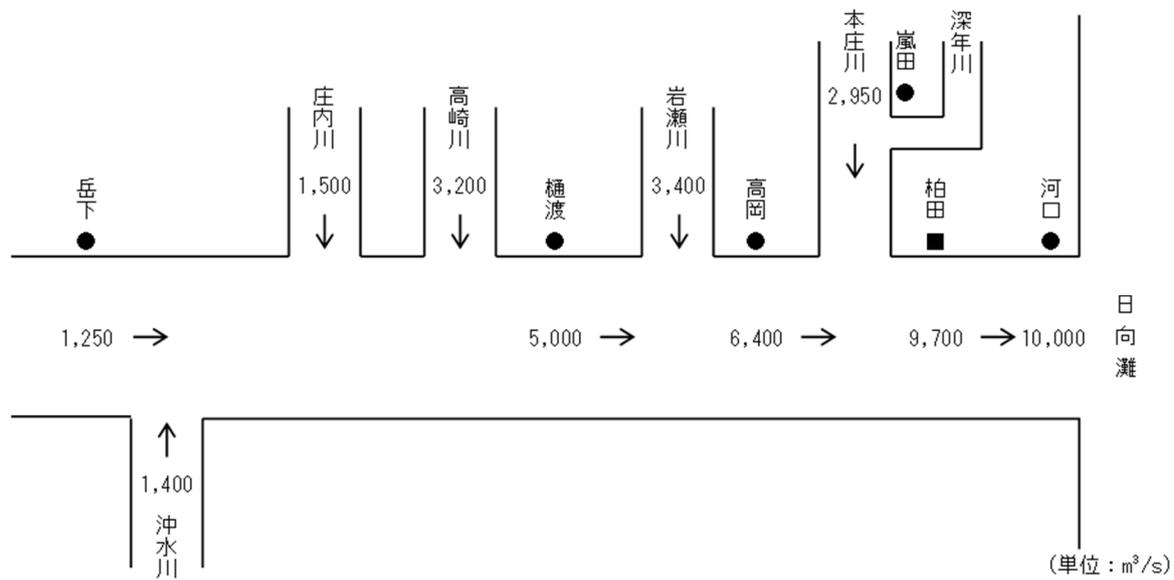


図 3-1 大淀川計画高水流量図

4. 河道計画

河道計画は、以下の理由により縦断勾配を尊重し、流下能力が不足する区間については、周辺の社会的影響や河川環境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 直轄管理区間の堤防は全川で概成していること。
- ② 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。
- 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や計画高水位を上げて堤内地での内水被害の助長を避けるべきであること。
- ④ 河道の安定を考慮した掘削高さの設定が重要であること。

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	※1 河口又は合流点からの距離(km)	計画高水位(T.P.m)	川幅(m)
大淀川	岳下	77.6	141.82	90
	樋渡	55.0	128.34	240
	高岡	21.5	16.89	200
	柏田	10.7	10.12	420
	河口	0.0	4.25 ※2(2.65)	780
本庄川	嵐田	大淀川合流点から 6.9	15.84	230

(注)T.P. : 東京湾平均海面

※1 : 基点からの距離

※2 : 計画高潮位

【参考】気候変動の影響検討（河口水位）

IPCC のレポートでは、2010 年までの平均海面水位の予測上昇範囲は、RCP2.6（2℃上昇に相当）で 0.29～0.59m であり、RCP2.6 シナリオの気候変動による水位上昇の平均値は 0.43m とされている。大淀川では、流下能力の算定条件として、朔望平均満潮位に高潮による偏差、密度差等を考慮して河口の出発水位を設定している。仮に出发水位が上昇（RCP2.6 シナリオの平均値 43cm）したとしても、概ね H.W.L.以下になっていることを不等流計算にて確認した。

5. 河川管理施設等の整備の現状

大淀川水系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

堤防の整備の現況（令和5年（2023年）3月末時点）は下記のとおりである。

表 5-1 堤防整備の現状

大臣管理 区間延長 (km)	堤防延長 (km)				
	堤防必要区間	計画断面 堤防区間	暫定断面 堤防区間	無堤防区間	計
86.1	147.5	127.8	15.2	4.6	295.1

※延長は大臣管理区間の左右岸の計である。

(2) 洪水調節施設

完成施設 : 岩瀬ダム（洪水調節容量：35,000千m³）【宮崎県管理】

: 綾南ダム（洪水調節容量：14,500千m³）【宮崎県管理】

: 綾北ダム（洪水調節容量：7,900千m³）【宮崎県管理】

残りの必要容量 : 概ね188,500千m³

(3) 排水機場等

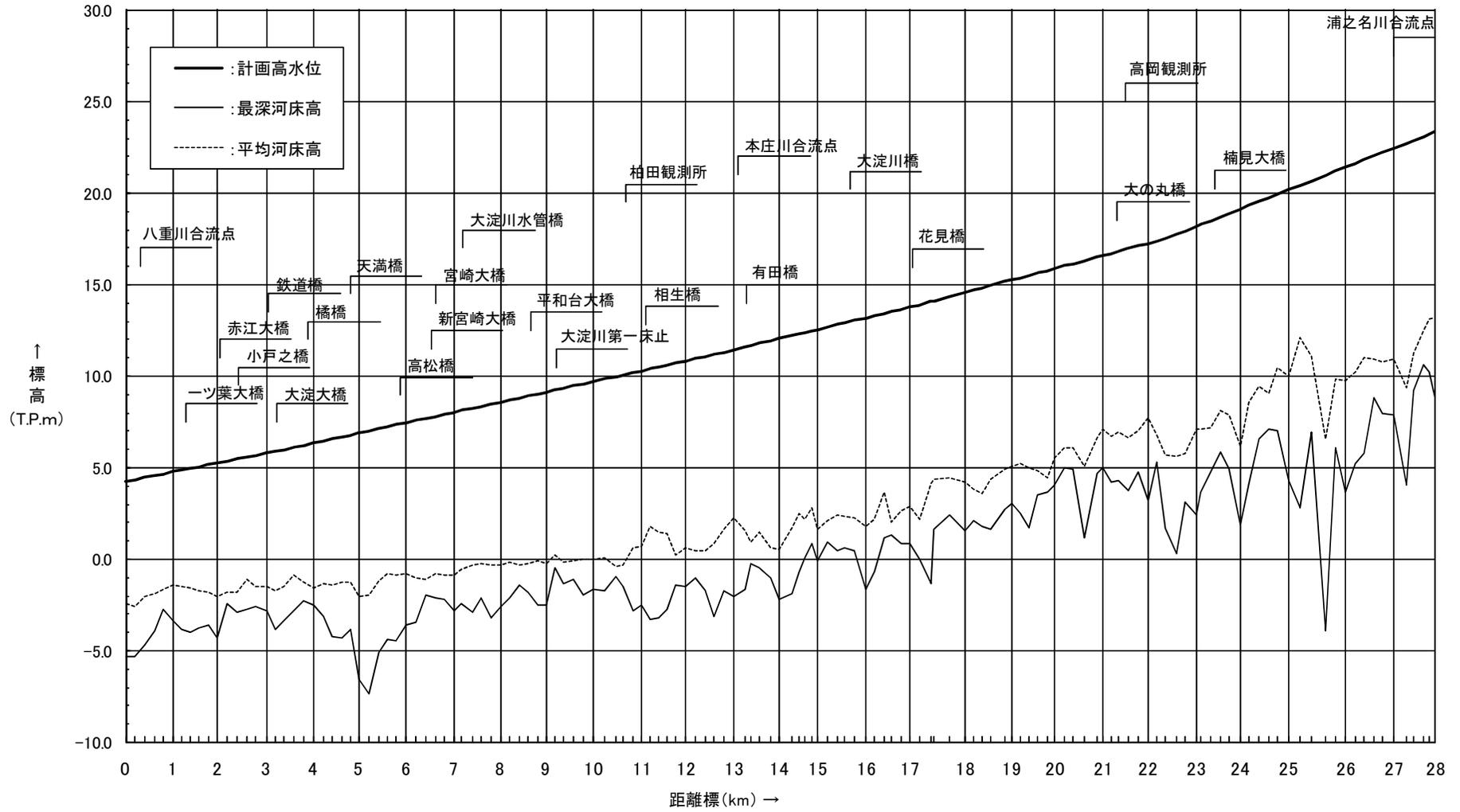
河川管理施設 : 127.8m³/s

許可工作物 : 66.9m³/s

※大臣管理区間の施設のみ記載。

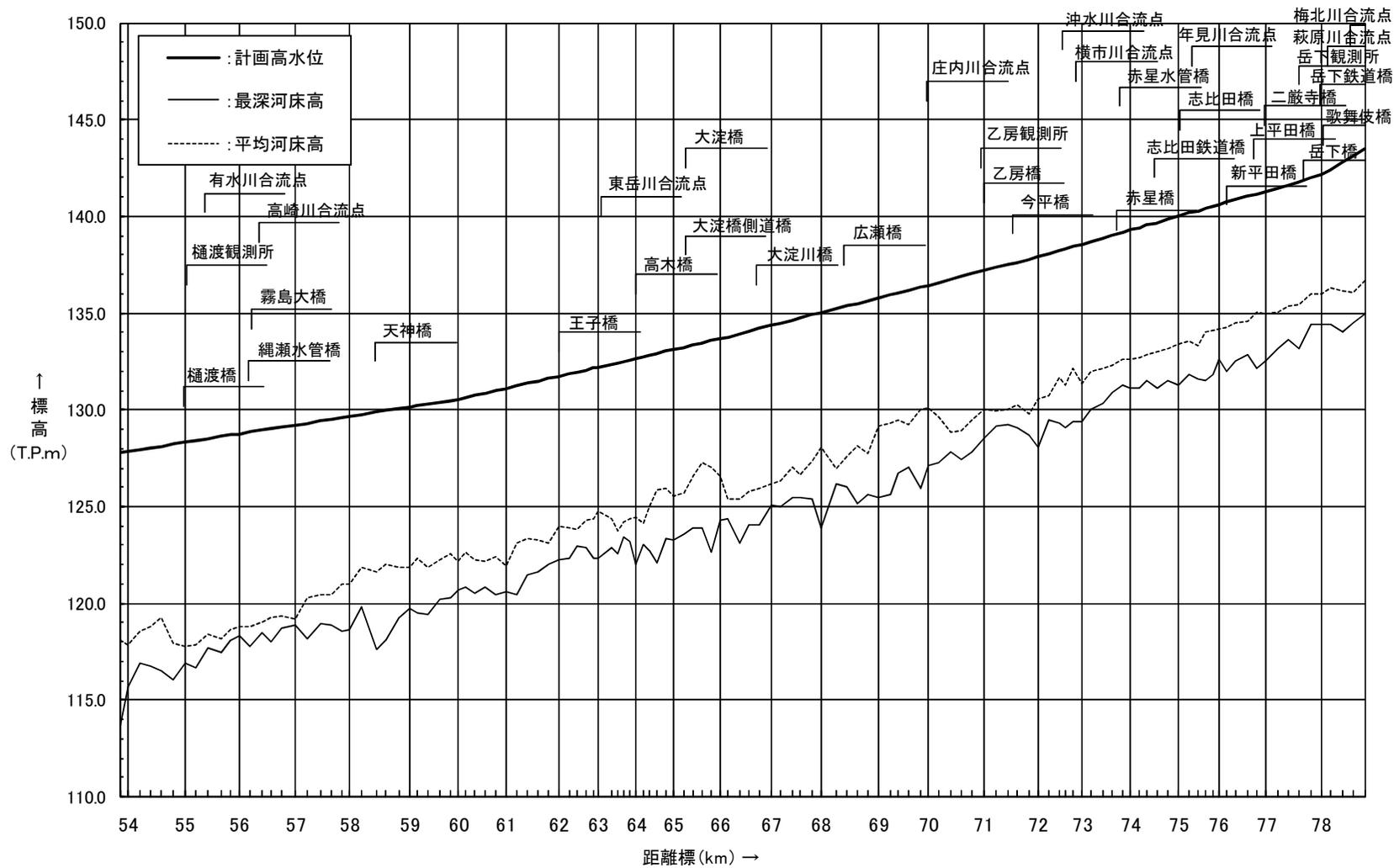
表 5-2 河川管理施設一覧表

堰	水門	床止	排水機場	樋門樋管等	計	主な施設
0	10	4	8	162	184	瓜田川水門、 青柳排水機場



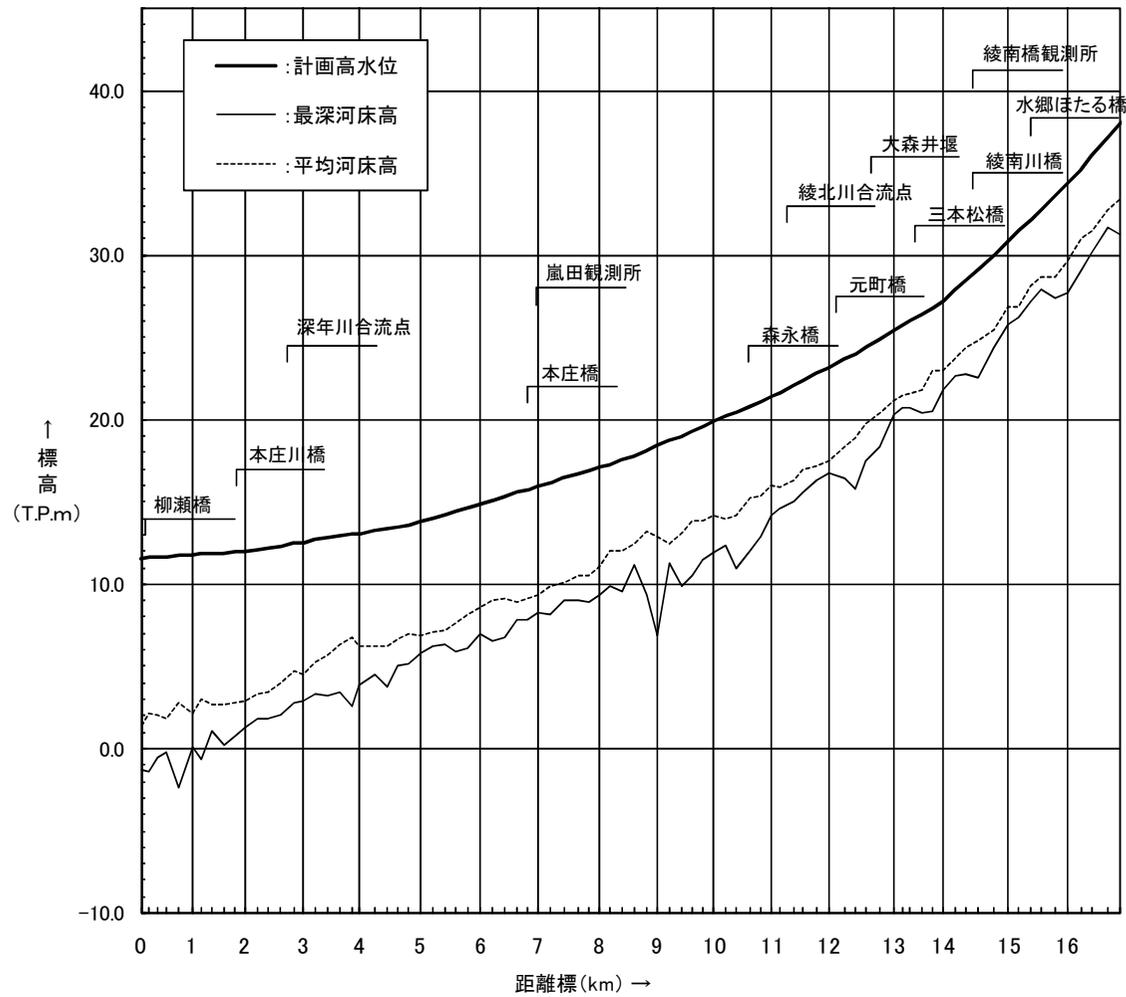
距離標(km)	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0
計画高水位(T.P.m)	4.25	4.77	5.27	5.80	6.35	6.89	7.46	8.04	8.59	9.14	9.71	10.31	10.85	11.45	12.05	12.56	13.20	13.77	14.57	15.25	15.89	16.60	17.26	18.17	19.12	20.17	21.42	22.46	23.36
平均河床高(T.P.m)	-2.39	-1.43	-2.01	-1.50	-1.57	-1.99	-0.76	-0.82	-0.34	-0.20	0.00	0.70	0.65	2.25	0.54	1.66	1.77	2.90	4.23	5.07	5.58	7.12	7.75	7.13	6.20	10.02	9.76	10.94	13.19
最深河床高(T.P.m)	-5.30	-3.35	-4.30	-2.80	-2.49	-6.56	-3.58	-2.78	-2.59	-2.49	-1.60	-2.50	-1.47	-2.00	-2.20	-0.07	-1.60	0.90	1.59	3.05	4.04	5.01	3.21	2.40	1.90	4.30	3.71	7.86	8.80

図 5-1 計画縦断図 (大淀川下流)



距離標(km)	54.0	55.0	56.0	57.0	58.0	59.0	60.0	61.0	62.0	63.0	64.0	65.0	66.0	67.0	68.0	69.0	70.0	71.0	72.0	73.0	74.0	75.0	76.0	77.0	78.0
計画高水位(T.P.m)	127.86	128.32	128.76	129.22	129.66	130.14	130.54	131.10	131.74	132.21	132.68	133.12	133.68	134.36	135.02	135.79	136.45	137.18	137.91	138.57	139.29	140.01	140.60	141.32	142.13
平均河床高(T.P.m)	117.85	117.81	118.82	119.21	120.97	121.83	122.16	121.92	123.97	124.74	124.44	125.55	126.55	126.18	128.07	129.15	130.07	130.02	130.55	131.36	132.62	133.38	134.16	134.94	135.95
最深河床高(T.P.m)	115.62	116.90	118.32	118.84	118.63	119.72	120.72	120.63	122.28	122.32	121.99	123.29	124.32	125.10	123.88	125.44	127.13	128.54	128.04	129.42	131.11	131.26	132.61	132.56	134.42

図 5-2 計画縦断図 (大淀川上流)



距離標(km)	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0
計画高水位(T.P.m)	11.57	11.78	12.00	12.56	13.09	13.77	14.90	15.96	17.10	18.37	19.88	21.41	23.15	25.39	27.18	30.89	34.36
平均河床高(T.P.m)	1.38	2.20	2.86	4.47	6.18	6.87	8.58	9.29	11.03	12.91	14.13	16.01	17.50	21.14	22.99	26.83	29.65
最深河床高(T.P.m)	-1.27	0.14	1.30	2.94	3.82	5.74	6.96	8.26	9.39	6.84	11.89	14.16	16.76	20.27	21.80	25.74	27.71

図 5-3 計画縦断図 (本庄川)