

十勝川水系河川整備基本方針

基本高水等に関する資料

令和４年９月

国土交通省 水管理・国土保全局

目 次

1. 基本高水の検討	1
1-1 工事実施基本計画	1
1-2 河川整備基本方針	1
1-3 河川整備基本方針策定後の状況	2
1-4 基本高水の検討	3
1-5 基準地点	3
1-6 十勝川流域の対象降雨の降雨継続時間の設定	4
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	26
1-8 流出計算モデルの設定	33
1-9 主要降雨波形の選定	51
1-10 対象降雨の地域分布及び時間分布の検討	54
1-11 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	76
1-12 アンサンブル予測降雨波形による検討	80
1-13 既往洪水からの検討	100
1-14 総合的判断による基本高水のピーク流量の決定	101
2. 高水処理計画	106
3. 計画高水流量	107
4. 河道計画	108
5. 河川管理施設等の整備の現状	110

1. 基本高水の検討

1-1 工事実施基本計画

昭和 41 年(1966 年)7 月に策定された十勝川水系工事実施基本計画における計画規模は、当時の既往最大洪水であった大正 11 年 8 月洪水の雨量及び流域の重要性を総合的に勘案して 1/100 と設定し、基準地点「茂岩」、「帯広」において、基本高水のピーク流量をそれぞれ 10,200 m^3/s 、4,800 m^3/s と定め、洪水調節施設で 500 m^3/s 、800 m^3/s を調節し、計画高水流量を 9,700 m^3/s 、4,000 m^3/s と定めている。

また、昭和 55 年(1980 年)3 月に改定された十勝川水系工事実施基本計画では、既定計画策定以降の洪水発生状況及び帯広市周辺の人口・資産の状況等を考慮し、十勝川中下流部（茂岩地点、帯広地点を含む）及び帯広市周辺支川の計画規模を 1/150 と設定し、基準地点「茂岩」、「帯広」において、基本高水のピーク流量をそれぞれ 15,200 m^3/s 、6,800 m^3/s と定め、洪水調節施設で 1,500 m^3/s 、700 m^3/s を調節し、計画高水流量を 13,700 m^3/s 、6,100 m^3/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 37 年(1962 年)8 月洪水を対象に計画降雨量(茂岩：214.8 mm/3 日、帯広：245.7 mm/3 日)となるように引き伸ばし、貯留関数法により流出計算を行い、決定している。

1-2 河川整備基本方針

平成 9 年(1997 年)の河川法改正を受け、下記に示す手法により十勝川水系工事実施基本計画で策定された基本高水のピーク流量を検証した結果、基本方針においても、茂岩地点の基本高水のピーク流量を 15,200 m^3/s 、帯広地点の基本高水のピーク流量を 6,800 m^3/s とし、平成 19 年(2007 年)3 月に十勝川水系河川整備基本方針を策定した。

(1) 年最大流量と年最大降雨量の経年変化

既定計画を策定した昭和 55 年(1980 年)以降、計画を変更するような大きな洪水、降雨は発生していない。

(2) 流量確率評価による検証

流量確率の検討の結果、1/150 規模の流量は、茂岩地点で 12,100～15,600 m^3/s 、帯広地点で 6,000～7,400 m^3/s と推定される。

(3) 既往洪水による検証

洪水時に流域が湿潤状態にあることを仮定し、既往洪水の降雨パターンにより流出解析を実施した結果、茂岩地点では大正 11 年(1922 年)8 月の降雨パターンでピーク流量は約 16,900 m^3/s 、帯広地点では昭和 56 年(1981 年)8 月の降雨パターンで約 7,900 m^3/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 28(2016 年)8 月に、帯広地点の計画高水のピーク流量 $6,100\text{m}^3/\text{s}$ を上回る洪水が発生している。

【基準地点茂岩】

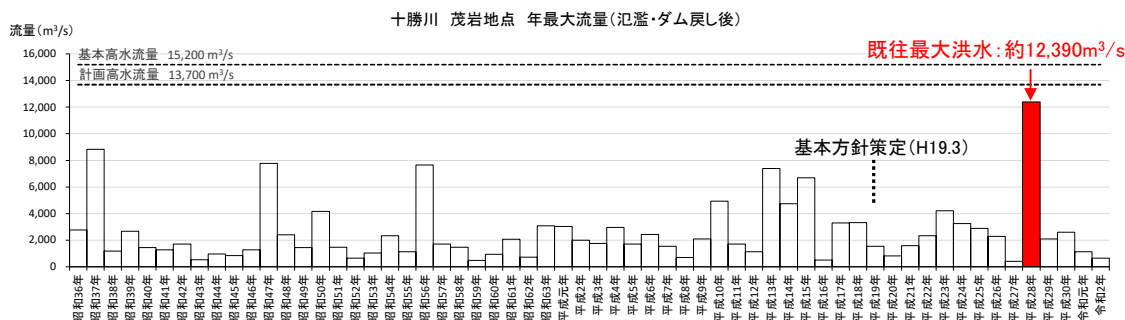


図 1-3-1 年最大流量（基準地点茂岩）

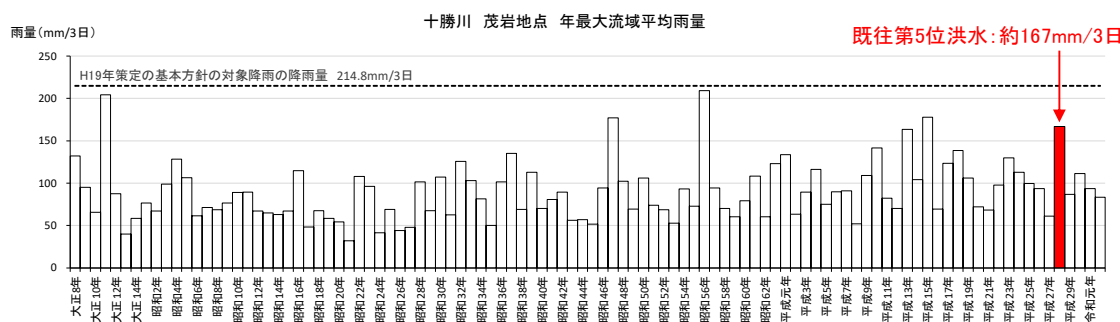


図 1-3-2 年最大流域平均雨量（基準地点茂岩上流域）

【基準地点帯広】

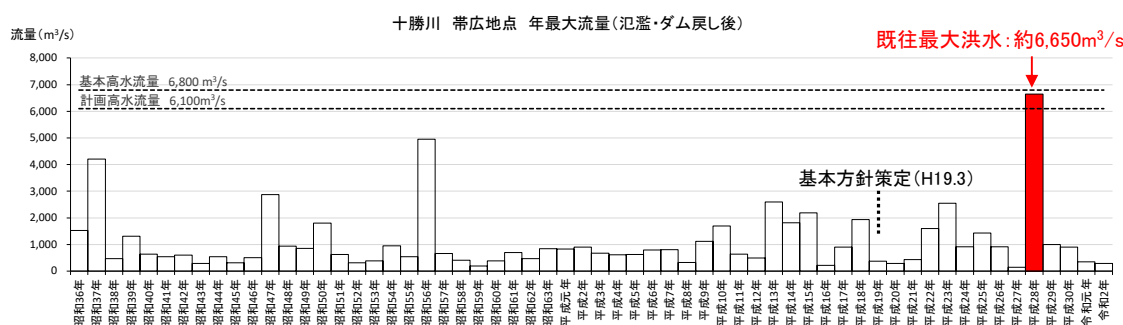


図 1-3-3 年最大流量（基準地点帯広）

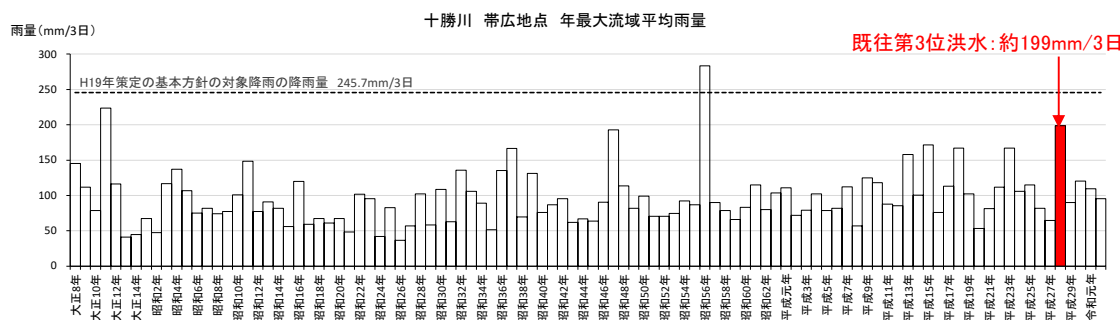


図 1-3-4 年最大流域平均雨量（基準地点帯広上流域）

1-4 基本高水の検討

工事実施基本計画及び河川整備基本方針は、過去の実績降雨を用いて確率処理を行い、所要の安全度を確保する治水計画であった。しかし、気候変動の影響による降雨量の増大を考慮すると、現在の計画の整備完了時点では、実質的な安全度を確保できないおそれがある。

このため、気候変動の影響による将来の降雨量の増加も考慮した計画へ見直すとともに、あらゆる関係者が協働して行う「流域治水」への転換を推進し、総合的かつ多層的な対策を行う。

十勝川水系においては、想定し得る最大規模までのあらゆる洪水に対し、人命を守り、経済被害を軽減するため、河川の整備の基本となる洪水の氾濫を防ぐことに加え、氾濫の被害をできるだけ減らすよう河川等の整備を図る。さらに、集水域と氾濫域を含む流域全体で、あらゆる関係者が協働して行う総合的かつ多層的な治水対策を推進するため関係者の合意形成を促進する取組の実施や、自治体等が実施する取組の支援を行う。

基本高水の検討では、気候変動による降雨量の増加に対応するため、

- (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

について実施し、総合的に判断した上で基本高水のピーク流量を設定する。

災害の発生の防止又は軽減に関しては、我が国の重要な食料供給地である十勝川流域の持続的な発展のため、河道や沿川の状況等を踏まえ、それぞれの地域特性にあった治水対策を講じる。すなわち、背後地の人口・資産の集積状況をはじめ、本川上中流部や支川等の沿川地域の水害リスクの状況、流域の土地利用、市街地の利活用、土砂移動の連続性や生物・物質循環、豊かな自然環境等に配慮し、水系全体としてバランスよく治水安全度を向上させる。これらの方針に沿って堤防整備、河道の掘削により河積を増大させ、必要に応じて護岸・水制等を設置する。また、施設管理者等と連携し、流域内の既存ダムの活用を図るとともに洪水調節施設を整備し、基本高水に対し洪水防御を図る。

1-5 基準地点

十勝川水系では、はん濫区域の人口及び資産の状況、支川流入状況、過去の水文資料の状況を踏まえ、はん濫区域の人口及び資産が集中する帯広市街地の近傍であり、水文観測が古くから行われているという観点から「帯広地点」を、主要な支川である音更川、札内川及び利別川が流入した後であり、水文観測が古くから行われているという観点から「茂岩地点」を基準地点とする。

1-6 十勝川流域の対象降雨の降雨継続時間の設定

1-6-1 対象降雨の降雨継続時間設定の考え方

十勝川水系における対象降雨の降雨継続時間については、①洪水到達時間、②ピーク流量と短時間雨量との相関関係、③強い降雨強度の継続時間及び④一雨降雨の頻度分布を整理し、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①Kinematic 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、既定計画策定時に整理した洪水に、近年発生した洪水（基準地点茂岩・帯広で平均年最大流量以上となる 2 洪水）を加えた 17 洪水を対象とした。

1) 洪水到達時間

① キネマティックウェーブ法に基づく式

$$T_p = t_p - \tau_p = KL^p / r_m^{1-p} \quad \text{..... (1-3.43)}$$

$$r(\tau_p) = r(t_p) \quad \text{..... (1-3.44)}$$

ここに、 T_p ：洪水到達時間、 τ_p ：最大流量を発生させる特性曲線の上流端出発時刻、 t_p ：その特性曲線の下流端到達時刻、 L ：斜面長、 r_m ： $\tau_p \sim t_p$ 間の平均有効降雨強度、 $r(t)$ ：時刻 t における有効降雨強度、 K, p ：斜面の勾配を θ とし、マニングの抵抗則を用いるとき、 $K = n^{3/5} (\sin \theta)^{-3/10}$ 、 $p = 3/5$ である。

$$T_p = CA^{0.22} r_e^{-0.35} \quad \text{..... (1-3.45)}$$

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

【解説】式(1-3.43)は、矩形斜面上の表面流がキネマティックウェーブでモデル化されるとして石原・高棹³³⁾が導いたものである。この式では、洪水到達時間は「最大流量を発生させる雨水擾乱が斜面上流端から斜面下流端まで伝播するのに要する時間」として定義されている。さらに石原・高棹³³⁾は、最大流量が発生する条件を分析することによって、最終的に式(1-3.44)を導出した。この式から、実測のハイドログラフとハイトグラフを用いて図 1-3.6 のように洪水到達時間を求めることができる。

角屋・福島³⁴⁾は、式(1-3.43)に河道長と流域面積の関係に関する地形則を導入することにより式(1-3.45)を導い

た。流域特性を表す係数 C としては、丘陵山林地流域：290、放牧地・ゴルフ場：190～210、粗造成宅地：90～120、市街化地域：60～90 といった値が示されている。

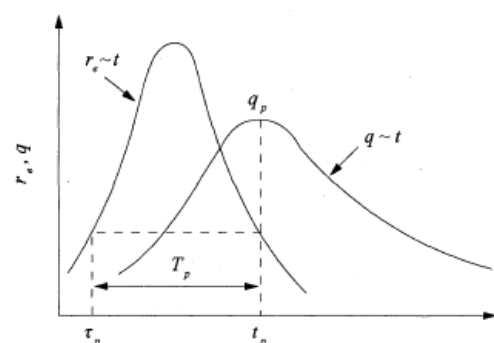


図 1-3.6 ハイドログラフ ($q \sim t$) とハイトグラフ ($r_e \sim t$) による洪水到達時間の算出

出典：土木学会；水理公式集（2018 年版），P. 66～P. 67

その結果を以下に示す。これによると概ね以下ようになる。

【基準地点茂岩】

Kinematic Wave 法

23～68 時間（平均 39 時間）

角屋式

16～27 時間（平均 21 時間）

表 1-6-1 洪水到達時間の算定結果（基準地点茂岩）

No.	年月日	ピーク流量		kinematic wave法	角屋式	
		流量 [m3/s]	生起時刻	算定結果 [hr]	平均有効 降雨強度re	算定結果 [hr]
1	S36.7.27	2,762	7月27日 6時	41	1.59	27
2	S37.8.4	6,650	8月 4日20時	46	3.57	20
3	S39.6.5	2,385	6月 5日20時	54	1.47	27
4	S39.8.26	2,675	8月26日23時	49	1.75	26
5	S47.9.18	4,624	9月18日 6時	51	4.12	19
6	S48.9.4	2,418	9月 4日15時	25	3.94	19
7	S56.8.6	6,749	8月 6日 6時	33	6.98	16
8	S63.11.25	3,009	11月25日 7時	23	4.47	19
9	H1.6.30	2,816	6月30日11時	37	2.90	22
10	H4.9.12	2,938	9月12日 5時	28	2.93	21
11	H10.8.29	3,474	8月29日18時	46	2.88	22
12	H10.9.17	4,104	9月17日 4時	28	4.61	18
13	H13.9.12	6,760	9月12日12時	47	4.06	19
14	H14.10.2	4,308	10月 2日17時	29	4.21	19
15	H15.8.10	5,939	8月10日13時	38	3.86	19
16	H23.9.6	3,753	9月6日 12時	28	1.80	25
17	H28.8.31	11,608	8月31日 11時	68	3.60	20
		平均値	-	39	-	21
		最小値	-	23	-	16
		最大値	-	68	-	27

※ピーク流量は実績値を示す。

【基準地点帯広】

Kinematic Wave 法

7～47 時間（平均 24 時間）

角屋式

11～19 時間（平均 15 時間）

表 1-6-2 洪水到達時間の算定結果（基準地点帯広）

No.	年月日	ピーク流量		kinematic wave法	角屋式	
		流量 [m3/s]	生起時刻	算定結果 [hr]	平均有効 降雨強度re	算定結果 [hr]
1	S36.7.26	1,485	7月26日14時	7	3.46	16
2	S37.8.4	4,204	8月 4日11時	40	5.28	14
3	S39.6.5	837	6月 5日13時	47	3.82	15
4	S39.8.26	1,088	8月26日14時	40	3.42	16
5	S47.9.17	2,160	9月17日23時	28	4.39	14
6	S48.9.4	937	9月 4日 6時	16	2.01	19
7	S56.8.5	4,750	8月 5日22時	22	9.23	11
8	S63.11.25	824	11月25日 7時	25	4.07	15
9	H1.6.30	823	6月30日 3時	19	2.99	17
10	H4.9.12	661	9月12日 1時	22	2.22	18
11	H10.8.29	795	8月29日 1時	24	3.22	16
12	H10.9.16	1,625	9月16日22時	22	5.52	13
13	H13.9.11	2,110	9月11日23時	17	4.35	14
14	H14.10.2	1,758	10月 2日10時	21	4.98	14
15	H15.8.10	1,915	8月10日 6時	30	6.60	13
16	H23.9.6	2,373	9月6日 0時	15	3.11	16
17	H28.8.31	6,334	8月31日 4時	10	4.71	14
		平均値	-	24	-	15
		最小値	-	7	-	11
		最大値	-	47	-	19

※ピーク流量は実績値を示す。

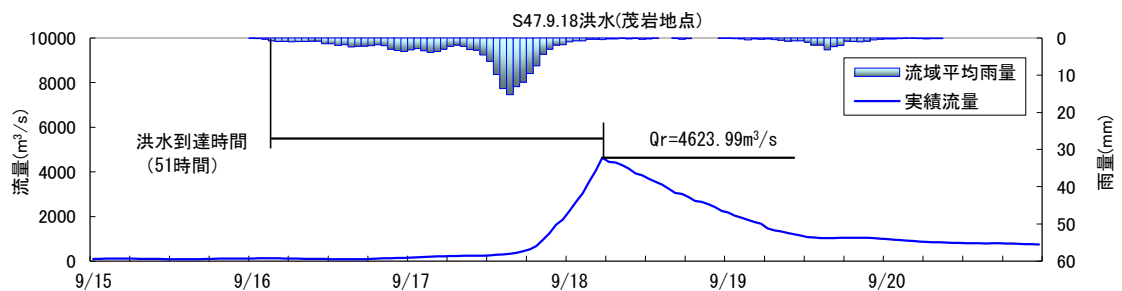
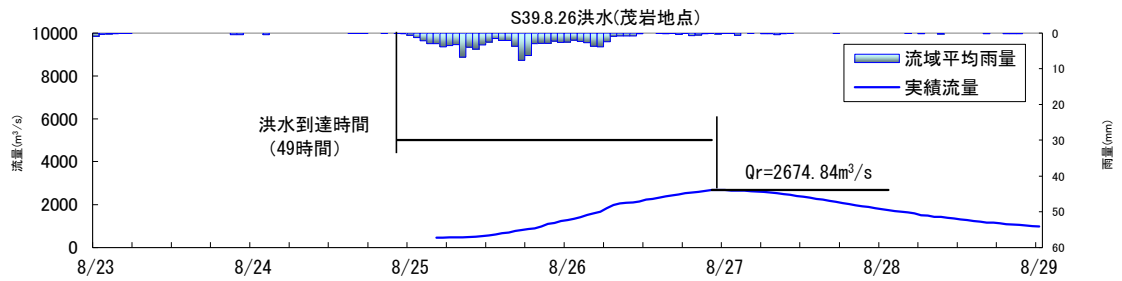
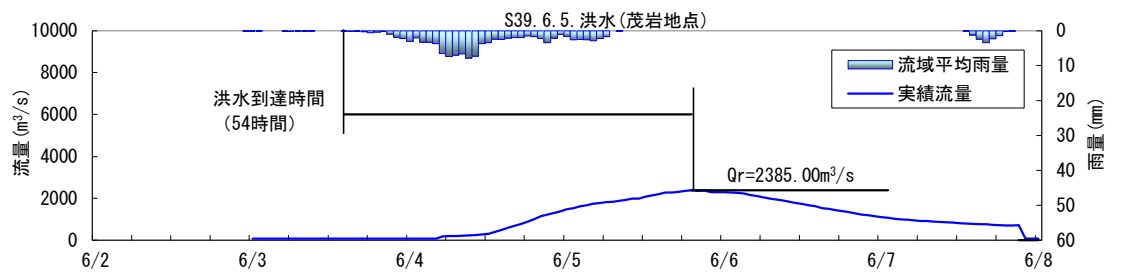
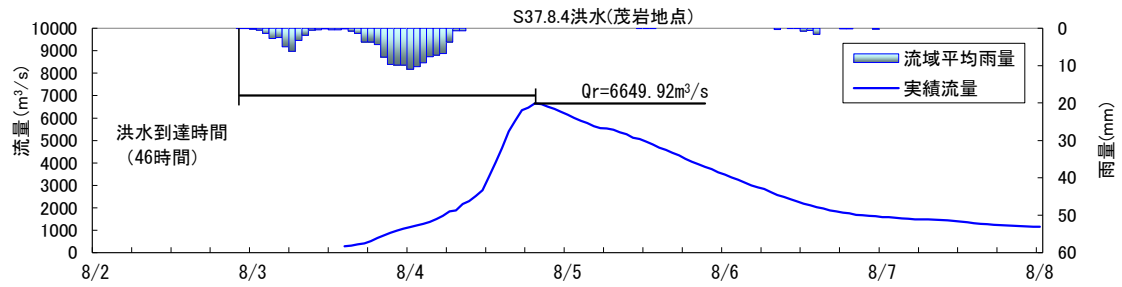
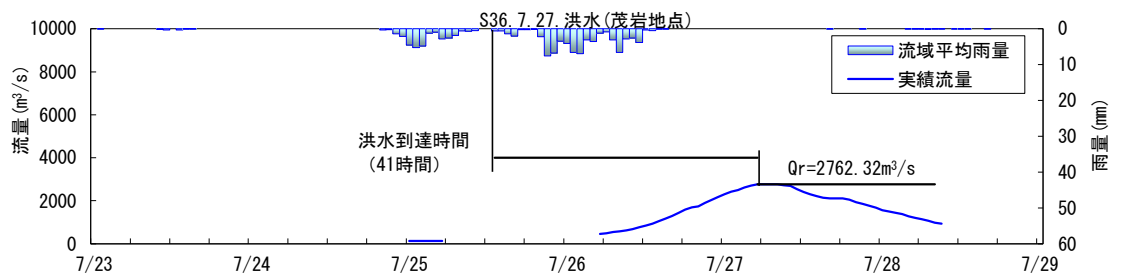


図 1-6-1 Kinematic Wave 法による洪水到達時間(1) (基準地点茂岩)

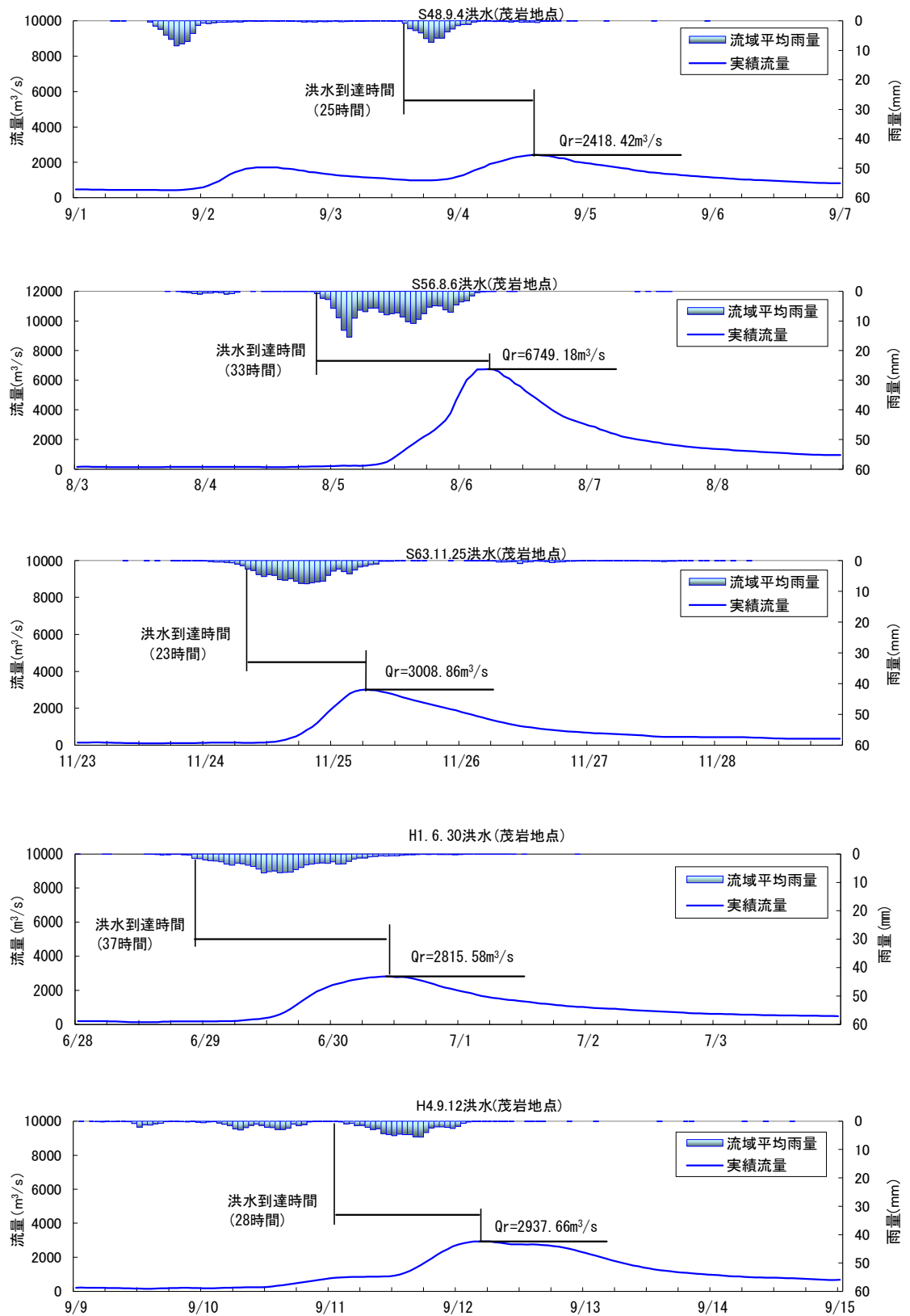


図 1-6-2 Kinematic Wave 法による洪水到達時間(2) (基準地点茂岩)

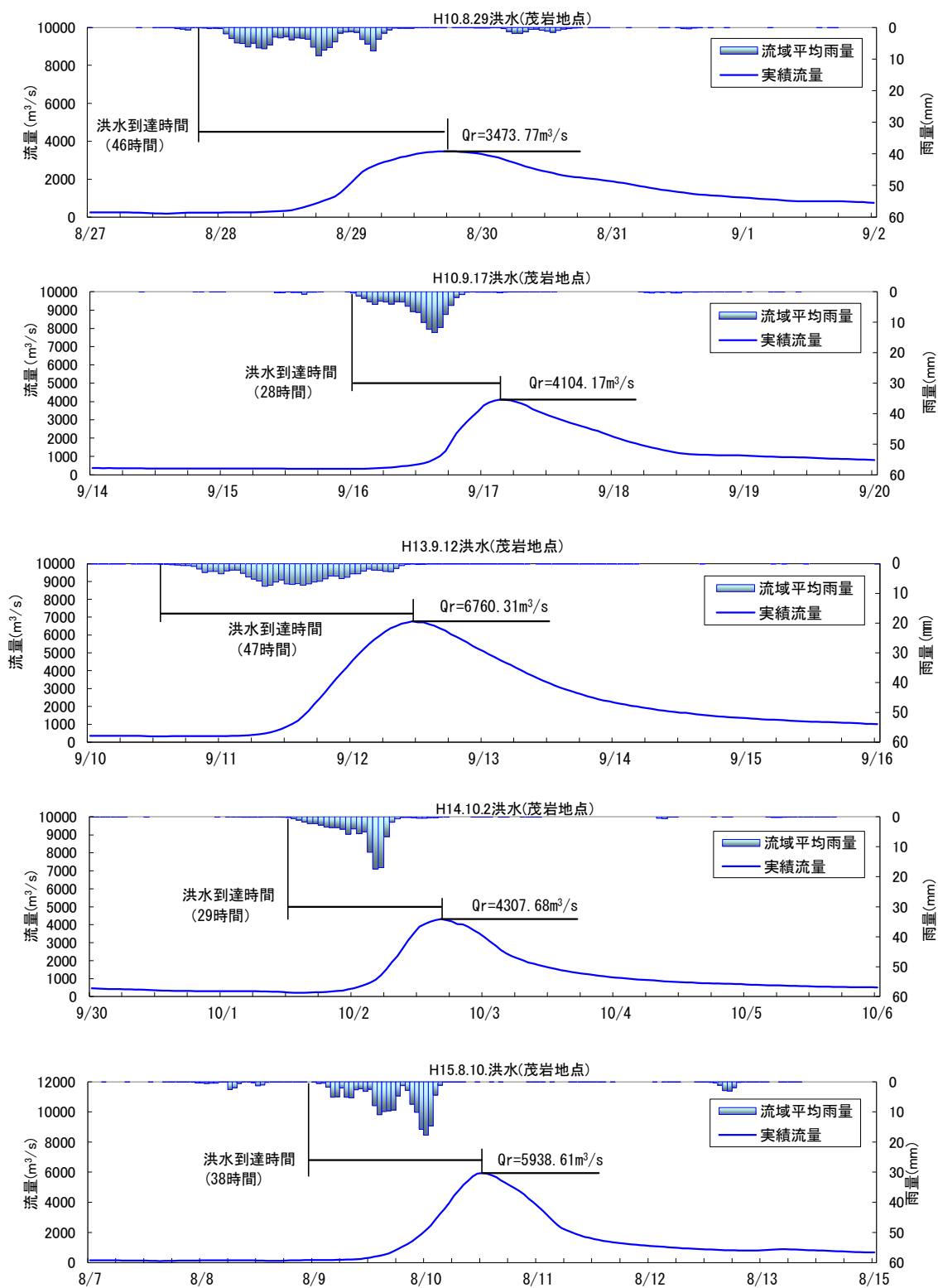


図 1-6-3 Kinematic Wave 法による洪水到達時間(3) (基準地点茂岩)

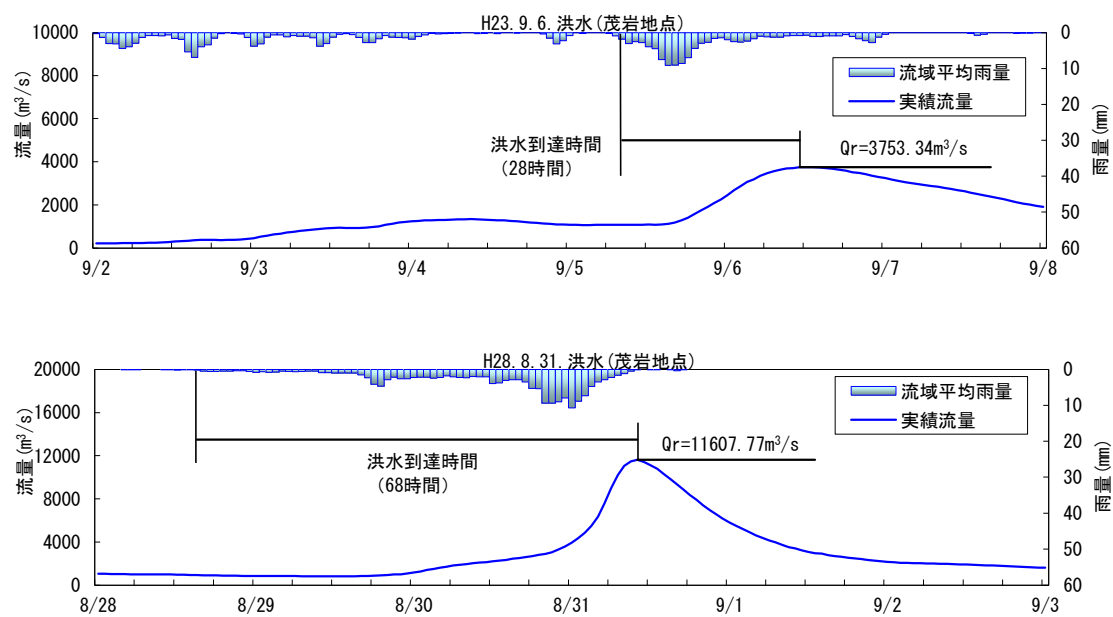


図 1-6-4 Kinematic Wave 法による洪水到達時間(4) (基準地点茂岩)

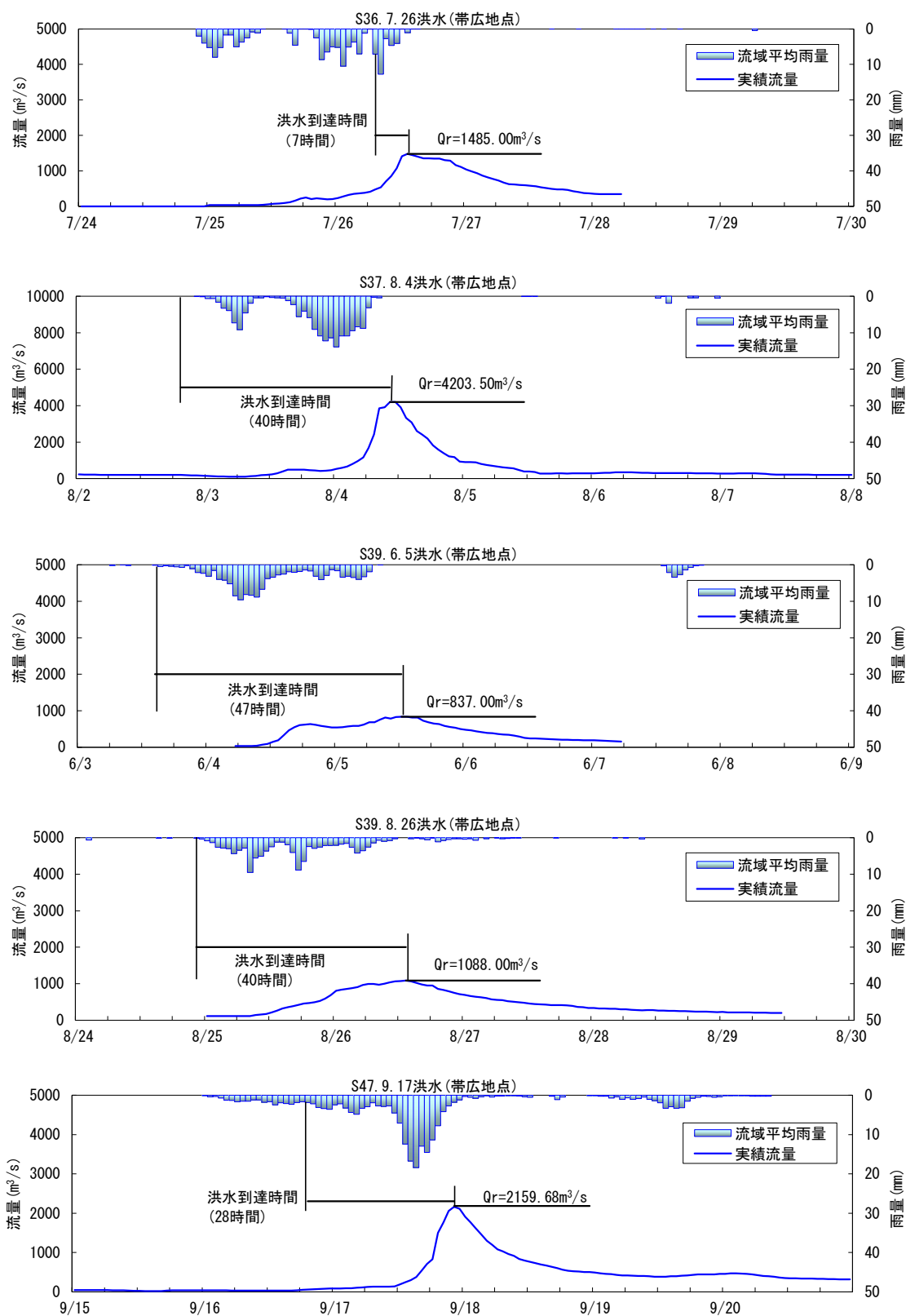


図 1-6-5 Kinematic Wave 法による洪水到達時間(1) (基準地点帯広)

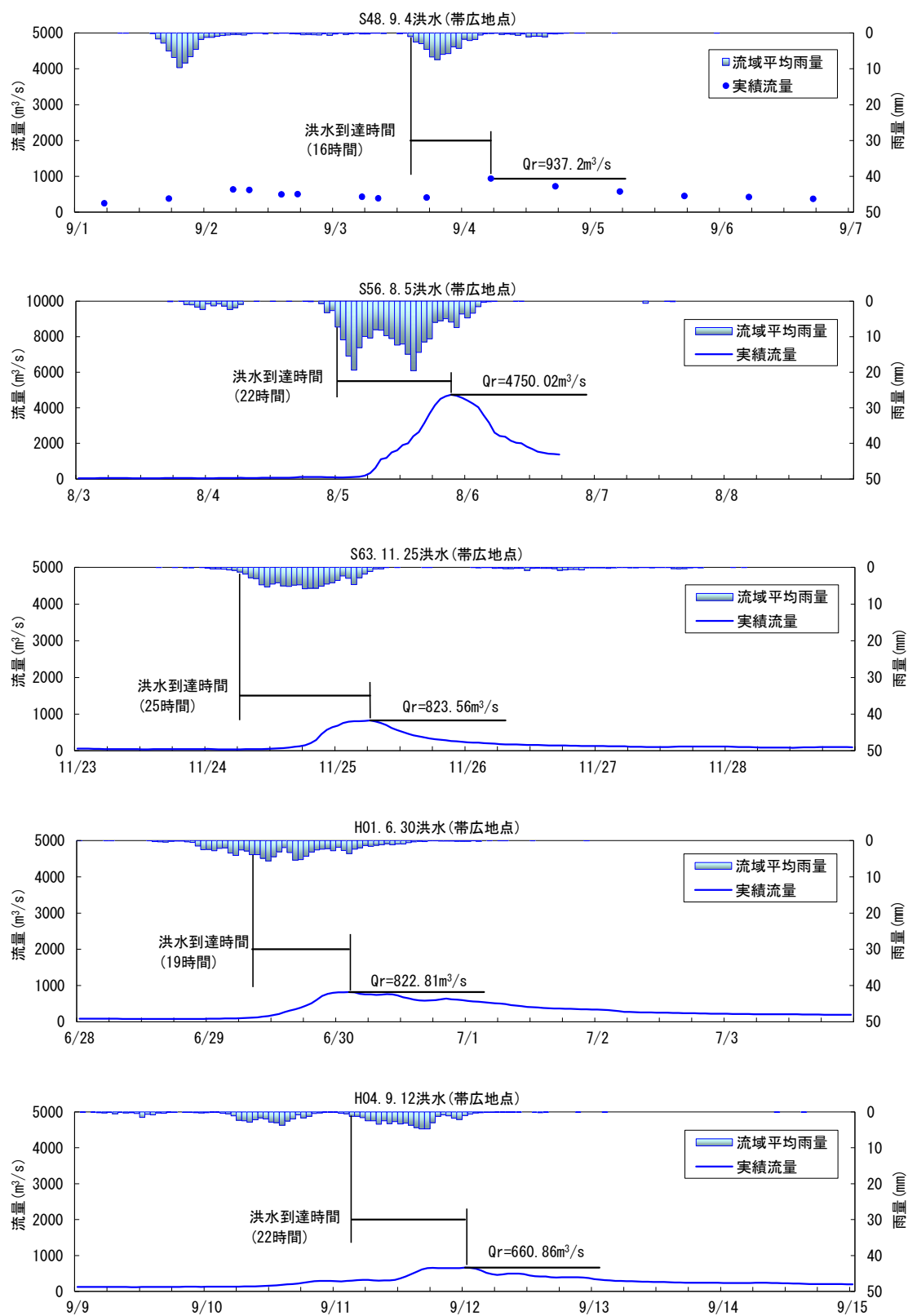


図 1-6-6 Kinematic Wave 法による洪水到達時間(2) (基準地点帯広)

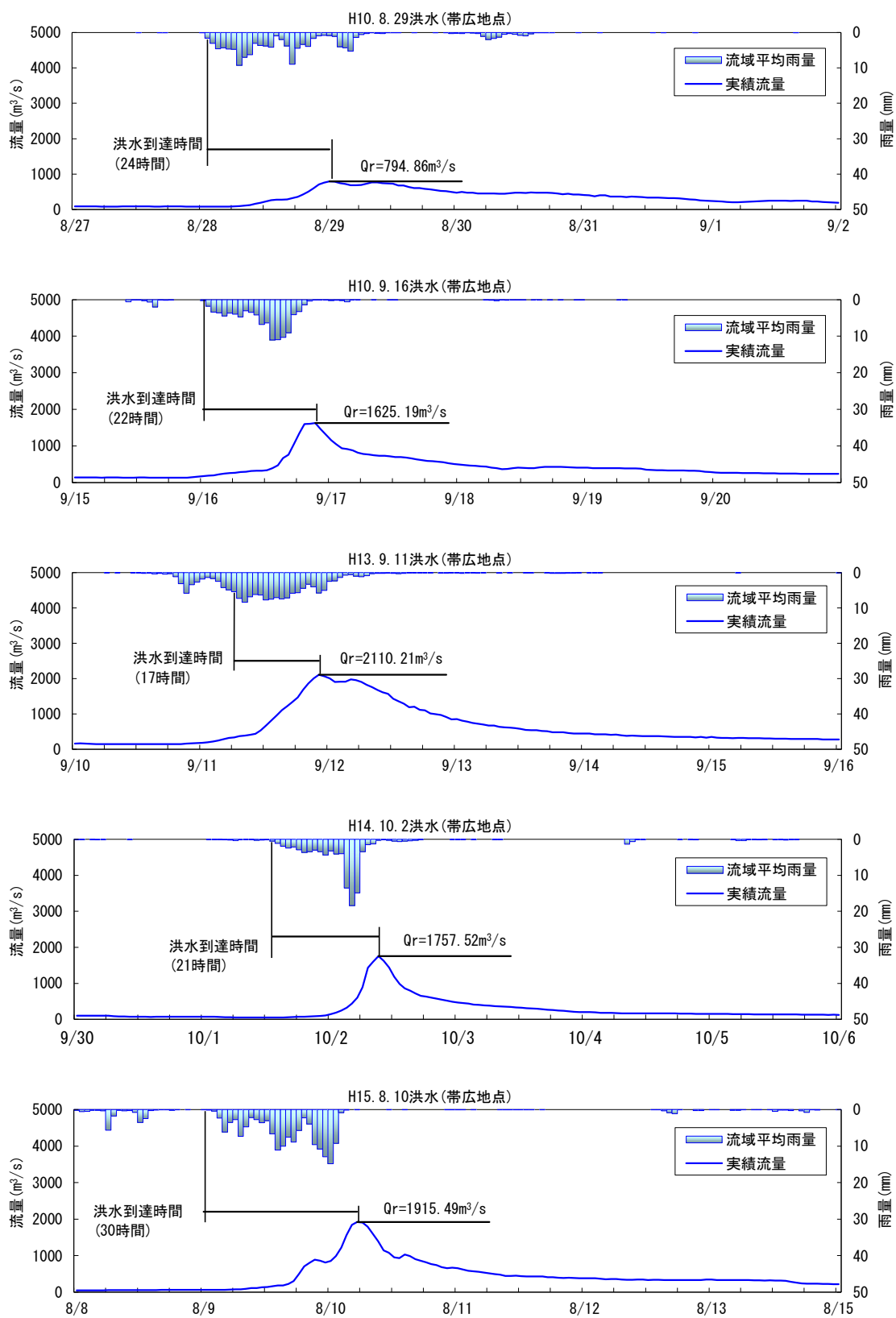


図 1-6-7 Kinematic Wave 法による洪水到達時間(3) (基準地点帯広)

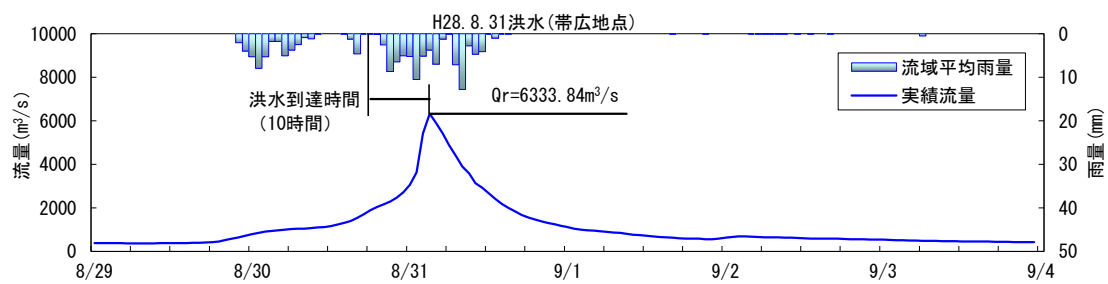
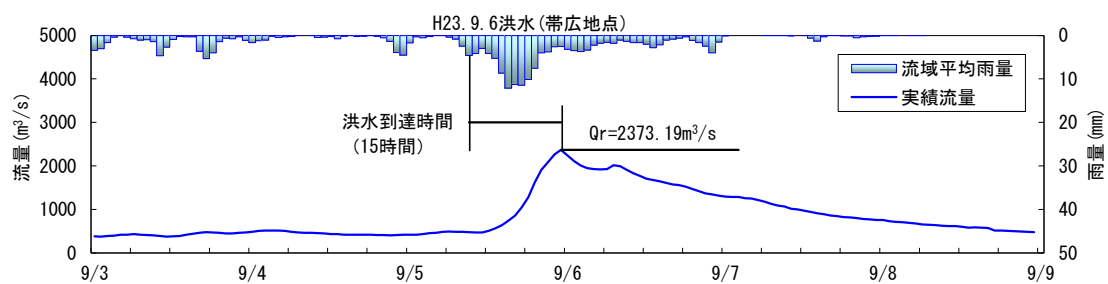


図 1-6-8 Kinematic Wave 法による洪水到達時間(4) (基準地点帯広)

1-6-3 ピーク流量と短時間雨量の相関

ここでは、昭和 36 年(1961 年)から平成 28 年(2016 年)までの 56 年間で基準地点茂岩・帯広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(6、9、12、18、24、30、36、42、48、54、60、66、72 時間雨量)との相関関係の整理を行った。

その結果、基準地点茂岩では 42 時間程度、基準地点帯広では 36 時間程度において、ピーク流量と短時間雨量の相関が大きく、その時間以降では有意な差はみられない。

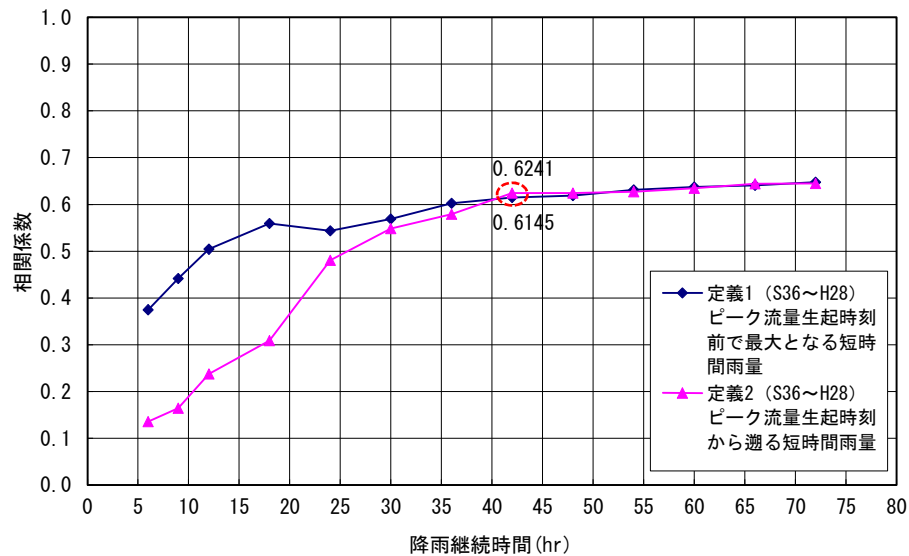


図 1-6-9 基準地点茂岩ピーク流量と降雨継続時間の相関図

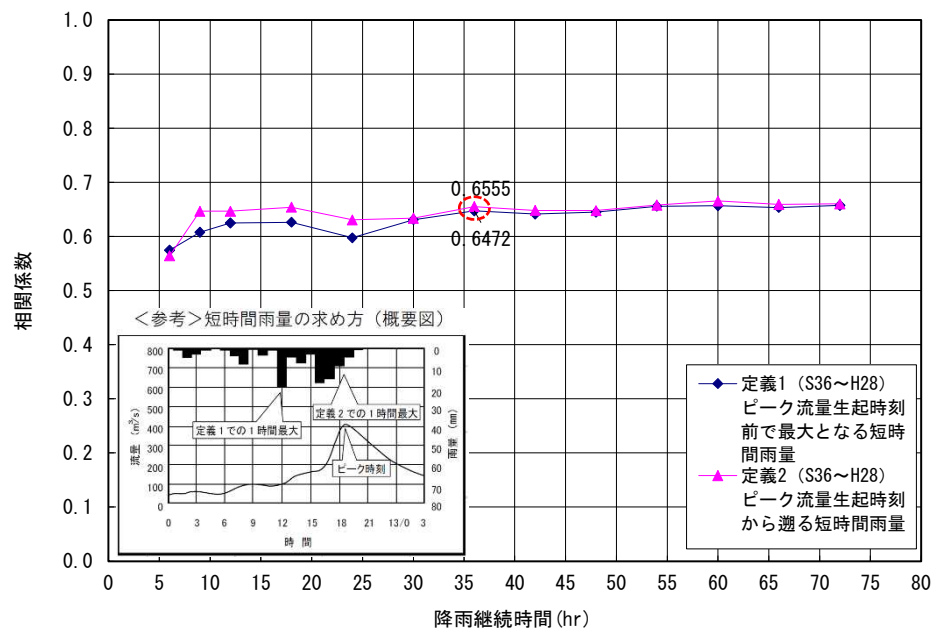


図 1-6-10 基準地点帯広ピーク流量と降雨継続時間の相関図

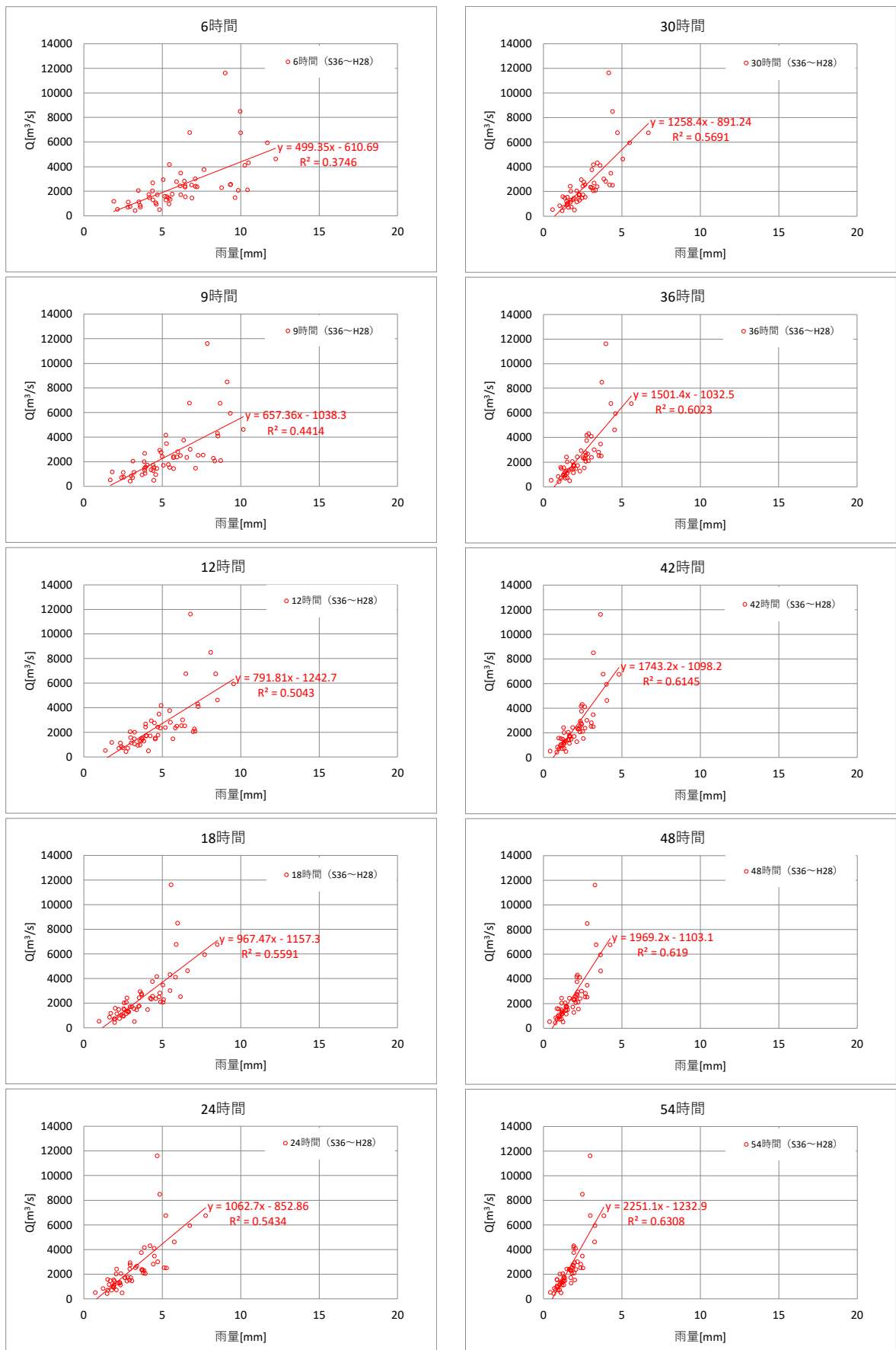


図 1-6-11 ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図（基準地点茂岩）【定義①】

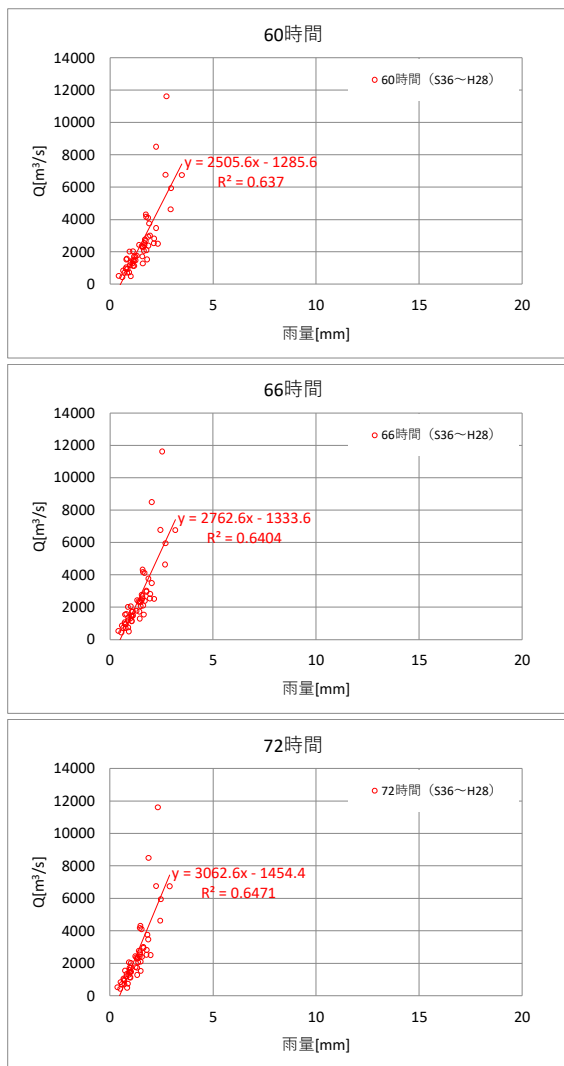


図 1-6-12 ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図（基準地点茂岩）【定義①】

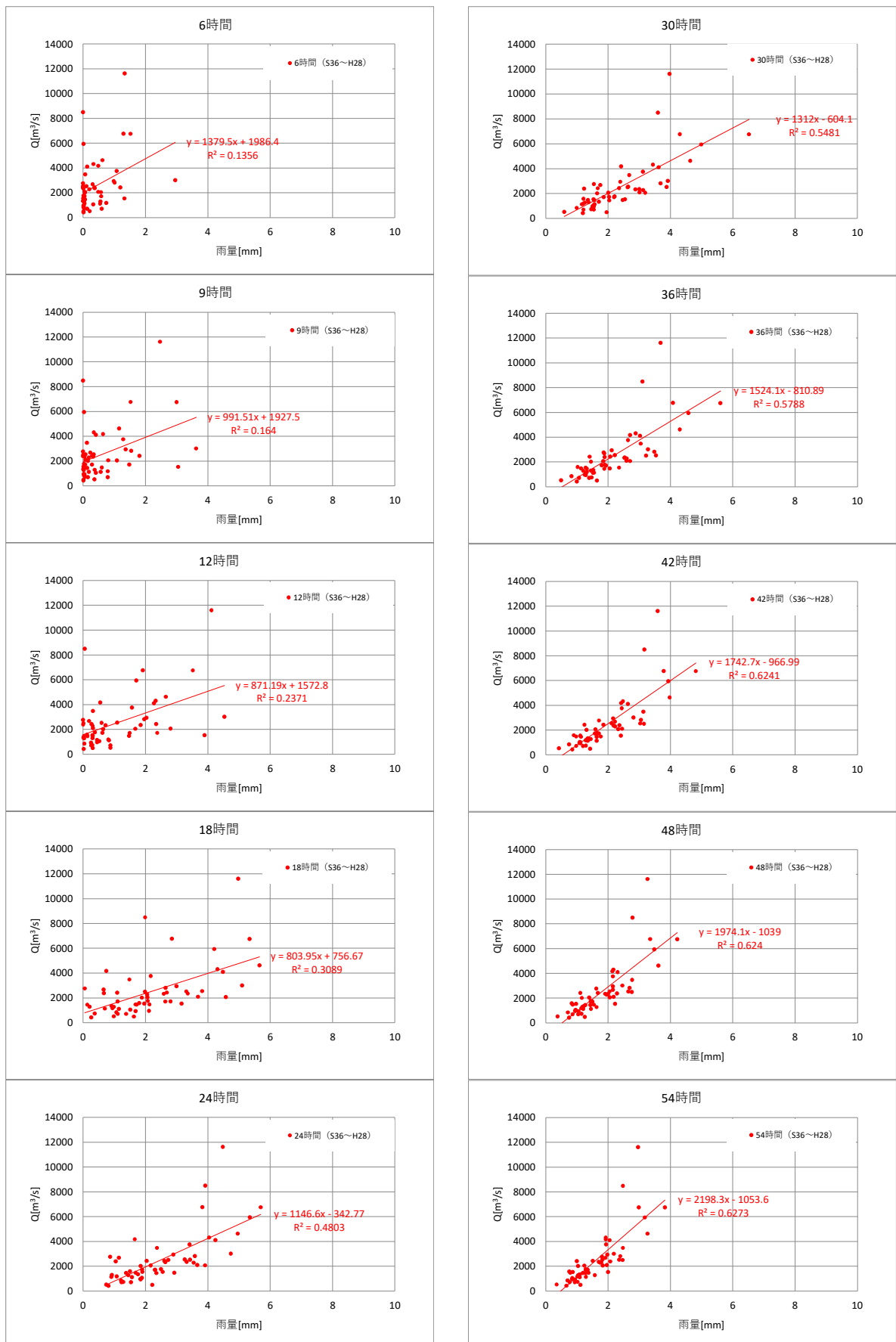


図 1-6-13 ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図（基準地点茂岩）【定義②】

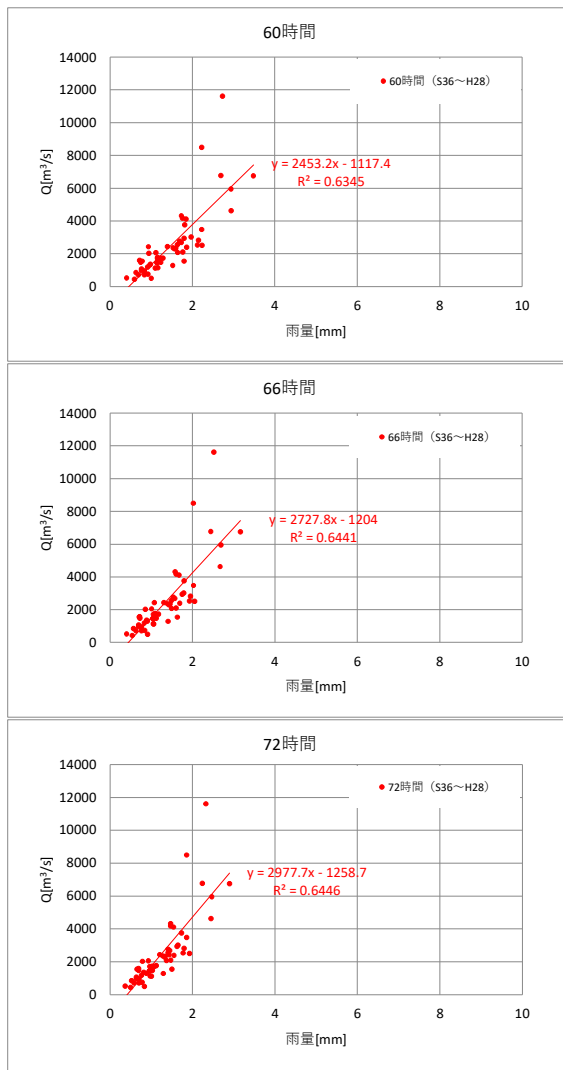


図 1-6-14 ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図（基準地点茂岩）【定義②】

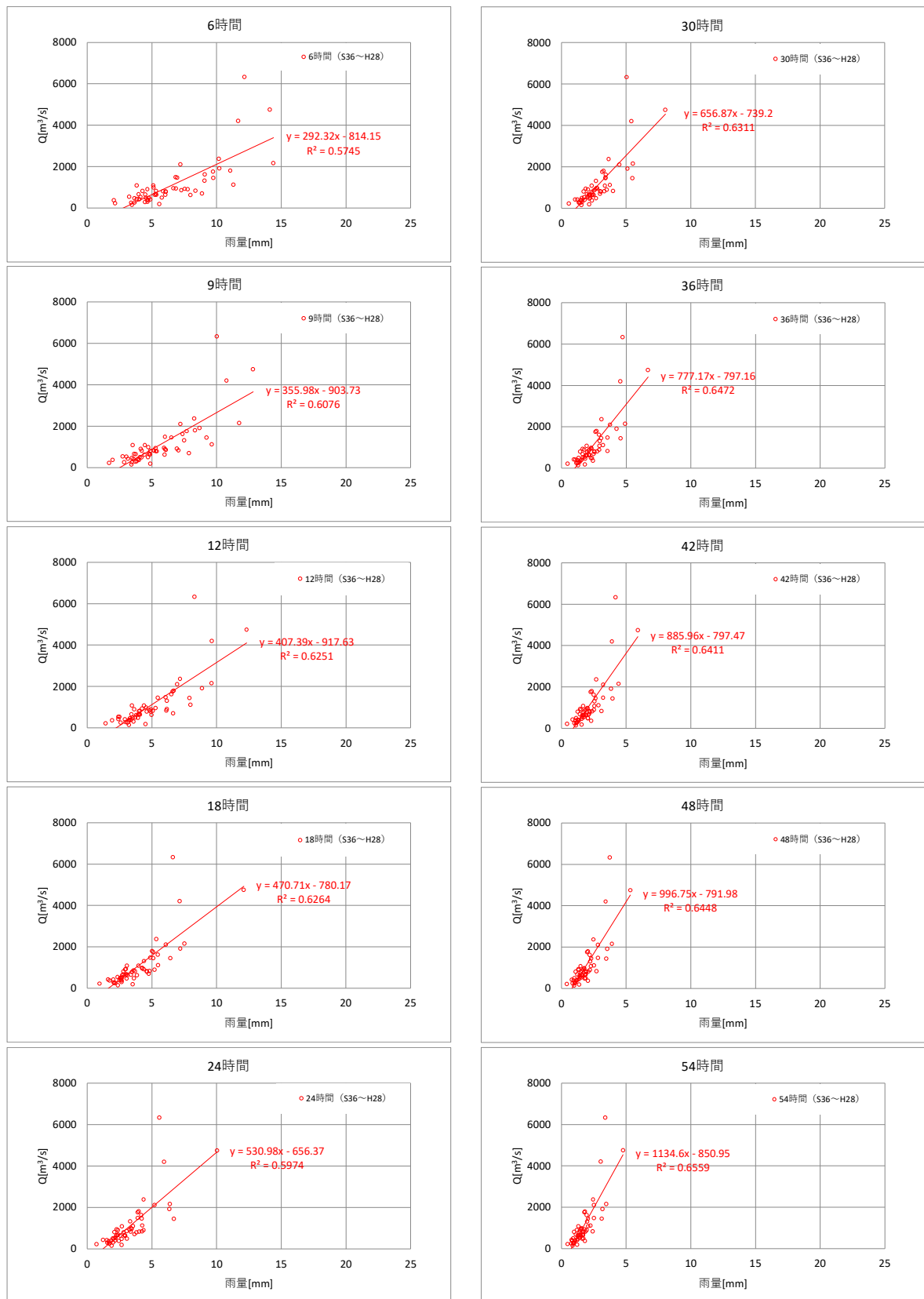


図 1-6-15 ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図（基準地点帯広）【定義①】

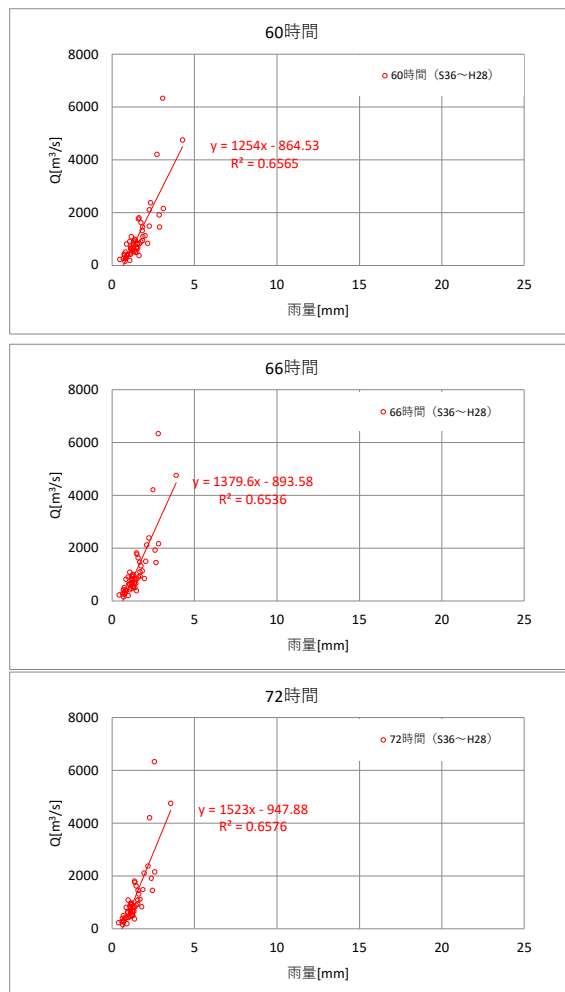


図 1-6-16 ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図（基準地点帯広）【定義①】

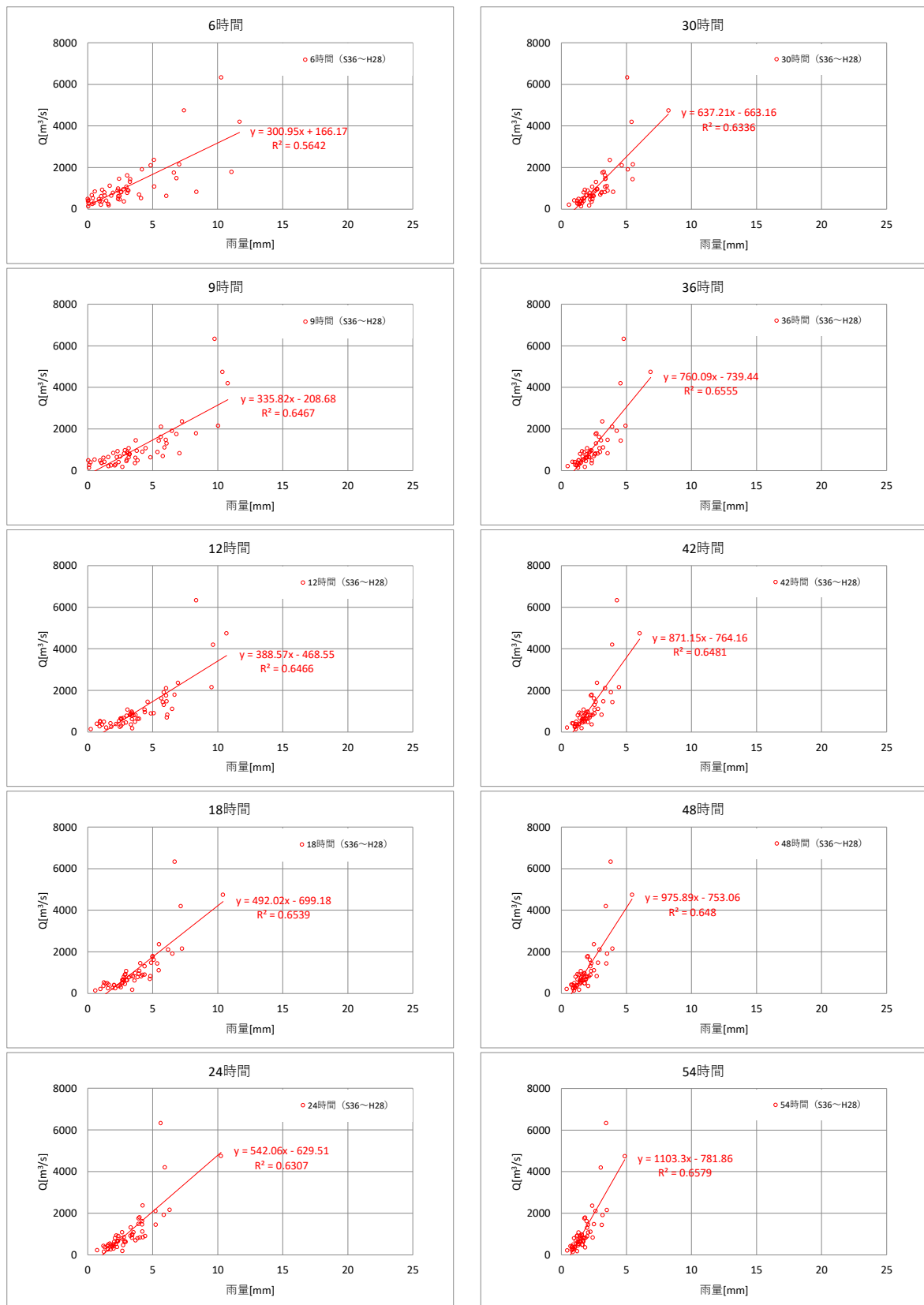


図 1-6-17 ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図（基準地点帯広）【定義②】

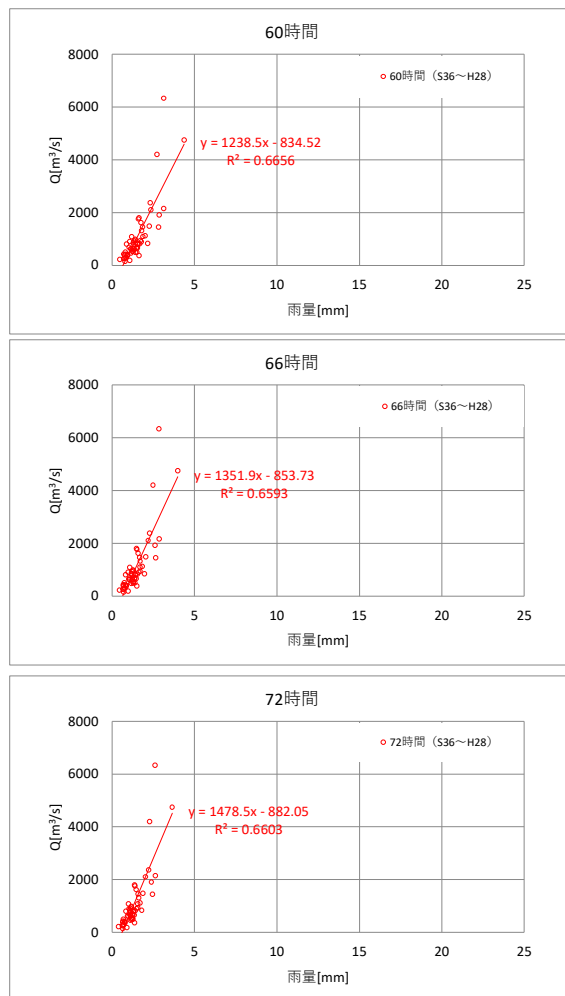


図 1-6-18 ピーク流量と流域平均時間雨量の相関図（基準地点帯広）【定義②】

1-6-4 強い降雨強度の継続時間

ここでは強い降雨強度（3mm/hr、5mm/hr 及び 10mm/hr）の継続時間を整理した。
対象洪水は、既定計画策定時に整理した洪水に近年発生した洪水を加えた 17 洪水のうち、基準地点茂岩におけるピーク流量上位 10 洪水とした。

【基準地点茂岩】

主要洪水における降雨量 3mm/hr の継続時間の平均値は 18 時間、降雨量 5mm/hr の継続時間の平均値は 11 時間、降雨量 10mm/hr の継続時間の平均値は 2 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、2～18 時間でカバーできることがわかる。

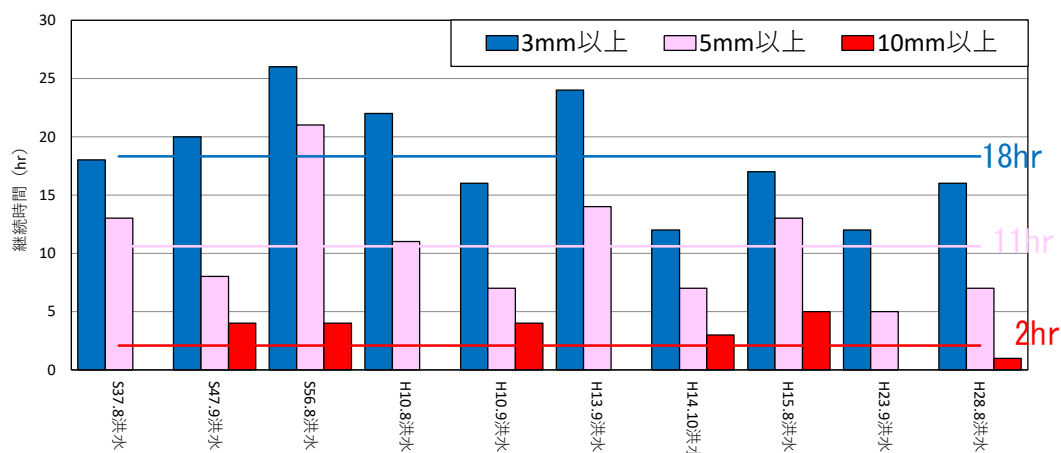


図 1-6-19 強い降雨強度の継続時間（基準地点茂岩上流流域平均雨量）

【基準地点帯広】

主要洪水における降雨量 3mm/hr の継続時間の平均値は 20 時間、降雨量 5mm/hr の継続時間の平均値は 11 時間、降雨量 10mm/hr の継続時間の平均値は 4 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、4～20 時間でカバーできることがわかる。

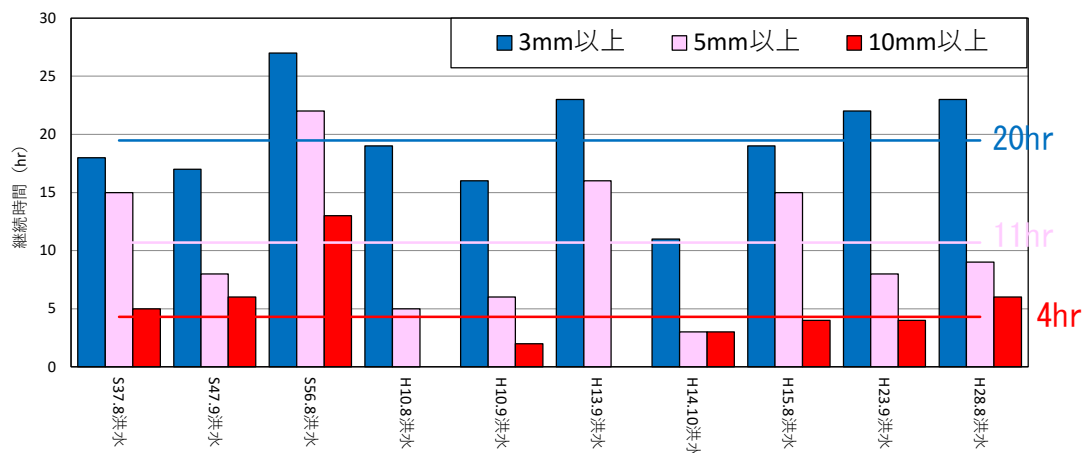


図 1-6-20 強い降雨強度の継続時間（基準地点帯広上流流域平均雨量）

1-6-5 一雨降雨の頻度分布

ここでは、昭和 36 年(1961 年)から平成 28 年(2016 年)までの 56 年間で基準地点茂岩・帯広において年最大 3 日雨量を記録した洪水及び主要 15 洪水を含めた計 58 洪水を対象に、一雨降雨の頻度分布を整理した。

基準地点茂岩・帯広いずれも、降雨継続時間が 48 時間では 80%の降雨をカバーする。

【基準地点茂岩】

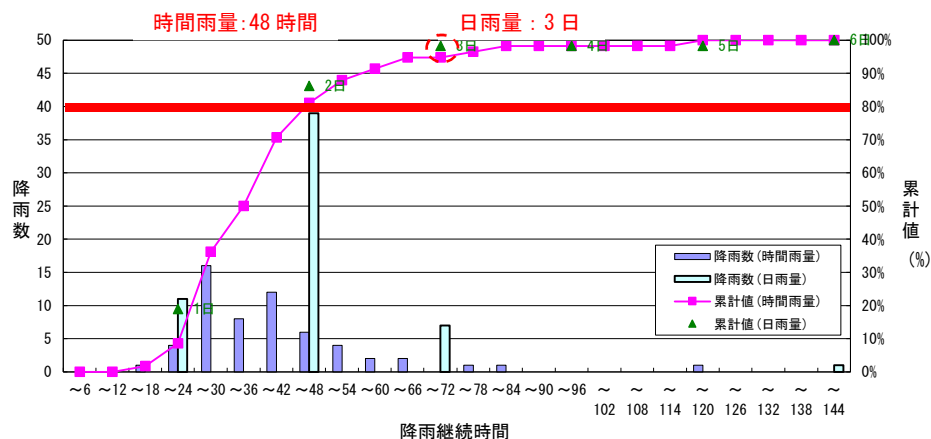


図 1-6-21 一雨降雨の頻度分布（基準地点茂岩上流流域平均雨量）

【基準地点帯広】

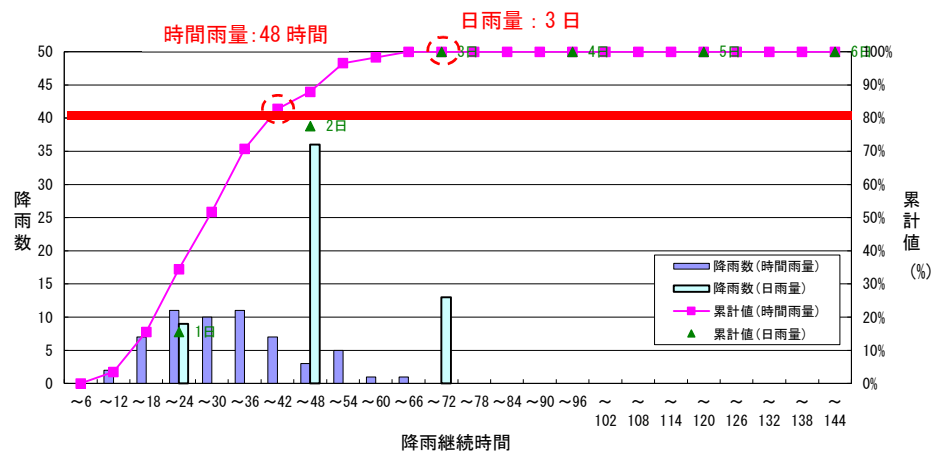


図 1-6-22 一雨降雨の頻度分布（基準地点帯広上流流域平均雨量）

1-6-6 対象降雨の降雨継続時間の設定

時間雨量が観測され始めた昭和 36 年(1961 年)から平成 28 年(2016 年)までの雨量資料(56 年間)を整理し、十勝川の降雨特性、ピーク流量との相関から総合的に判断して、下記理由により対象降雨の降雨継続時間は 48 時間と設定した。

【基準地点茂岩】

- 洪水到達時間の検討において、Kinematic Wave 法 23～68 時間(平均 39 時間)、角屋式 16～27 時間(平均 21 時間)となる。
- ピーク流量と相関の高い短時間雨量は、42 時間程度において実績ピーク流量との相関が大きく、42 時間以降では有意な差は見られない。
- 洪水のピーク流量を形成している強い降雨強度の継続時間は 2 時間～18 時間である。
- 降雨継続時間が 48 時間では 80%の降雨をカバーする。

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 48 時間と設定。

【基準地点帯広】

- 洪水到達時間の検討において、Kinematic Wave 法 7～47 時間(平均 24 時間)、角屋式 11～19 時間(平均 15 時間)となる。
- ピーク流量と相関の高い短時間雨量は、36 時間程度において実績ピーク流量との相関が大きく、36 時間以降では有意な差は見られない。
- 洪水のピーク流量を形成している強い降雨強度の継続時間は 4 時間～20 時間である。
- 降雨継続時間が 48 時間では 80%の降雨をカバーする。

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 48 時間と設定。

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 河川の整備の目標となる洪水の規模の設定

十勝川水系の治水安全度は、工事实施基本計画（昭和 41 年(1966 年)策定）では全区間で 1/100 であったが、その後の洪水発生状況及び帯広市周辺の人口・資産の状況等を考慮し、昭和 55 年(1980 年)に改定された工事实施基本計画では十勝川中下流部(帯広地点、茂岩地点を含む)及び帯広市周辺流入支川を 1/150 に設定した。

既定計画策定以降、流域の重要度等に大きな変化がないことを踏まえ、既定計画と同様に基準地点茂岩・帯広の計画規模を 1/150 とした。

表 1-7-1 十勝川本川の治水安全度の経緯

	工事实施基本計画		河川整備基本方針	
	S41	S55	H19	R4
十勝川本川（中下流）	1/100	1/150	1/150	1/150
十勝川本川（上流）	1/100	1/100	1/100	1/100
帯広圏人口(人) (国勢調査結果より集計)	(S35) 159, 846	(S55) 221, 659	(H12) 254, 092	(R2) 253, 926

1-7-2 対象降雨の降雨量の設定

降雨継続時間は、Kinematic Wave 法及び角屋式等による洪水の到達時間、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、一雨降雨の頻度分布等から総合的に判断した結果、既定計画の 3 日から 48 時間へ変更した。

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)までの雨量標本を用い、定常の水文統計解析により確率雨量を算定し、これに降雨量変化倍率を乗じた値を計画対象降雨の降雨量とする。

昭和 36 年(1961 年)～平成 22 年(2010 年)までの 50 年間の年最大 48 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を用いた 1/150 対象降雨の降雨量を基準地点茂岩で 214.5mm/48hr、基準地点帯広で 258.3mm/48hr と決定した。

表 1-7-2 基準地点茂岩 48 時間雨量 1/150 確率評価結果

(mm)

標本諸元	資料	毎 年 値											
	標 本	流域平均48時間雨量											
	対 象 年	昭和36年～平成22年											
	統計年数	50											
	標 本 数	50											
標本最大値		204.18											
確率分布関数	指数分布	ガンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)	岩井法	石原・高瀬法	対数正規分布 3母数クォンタイル法	対数正規分布 3母数(Slade II)	対数正規分布 2母数(Slade I, L積率法)	対数正規分布 2母数(Slade I, 積率法)	対数正規分布 4母数(Slade iv, 積率法)
	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
1/150クォンタイル値	245.9	214.5	224.6	252.9		248.2	232.9		273.3				
SLSC	0.027	0.034	0.035	0.028		0.028	0.033		0.027				
x-COR	0.991	0.987	0.991	0.989		0.990	0.992		0.984				
p-COR	0.996	0.990	0.993	0.994		0.994	0.994		0.995				
対数尤度	-232.500	-242.000	-239.600	-239.700		-239.100	-238.900		-237.600				
pAIC	469.000	487.900	483.100	485.400		484.100	483.900		481.100				
1/150推定値	245.9	214.5	225.5	251.7		243.1	233.2		291.9				
1/150推定誤差	24.3	20.3	24.2	37.5		32.8	35.1		48.6				

: SLSC≤0.04

: 対象外

SLSC≤0.04以下 全関数平均値 241.8 mm/48hr

表 1-7-3 基準地点帯広 48 時間雨量 1/150 確率評価結果

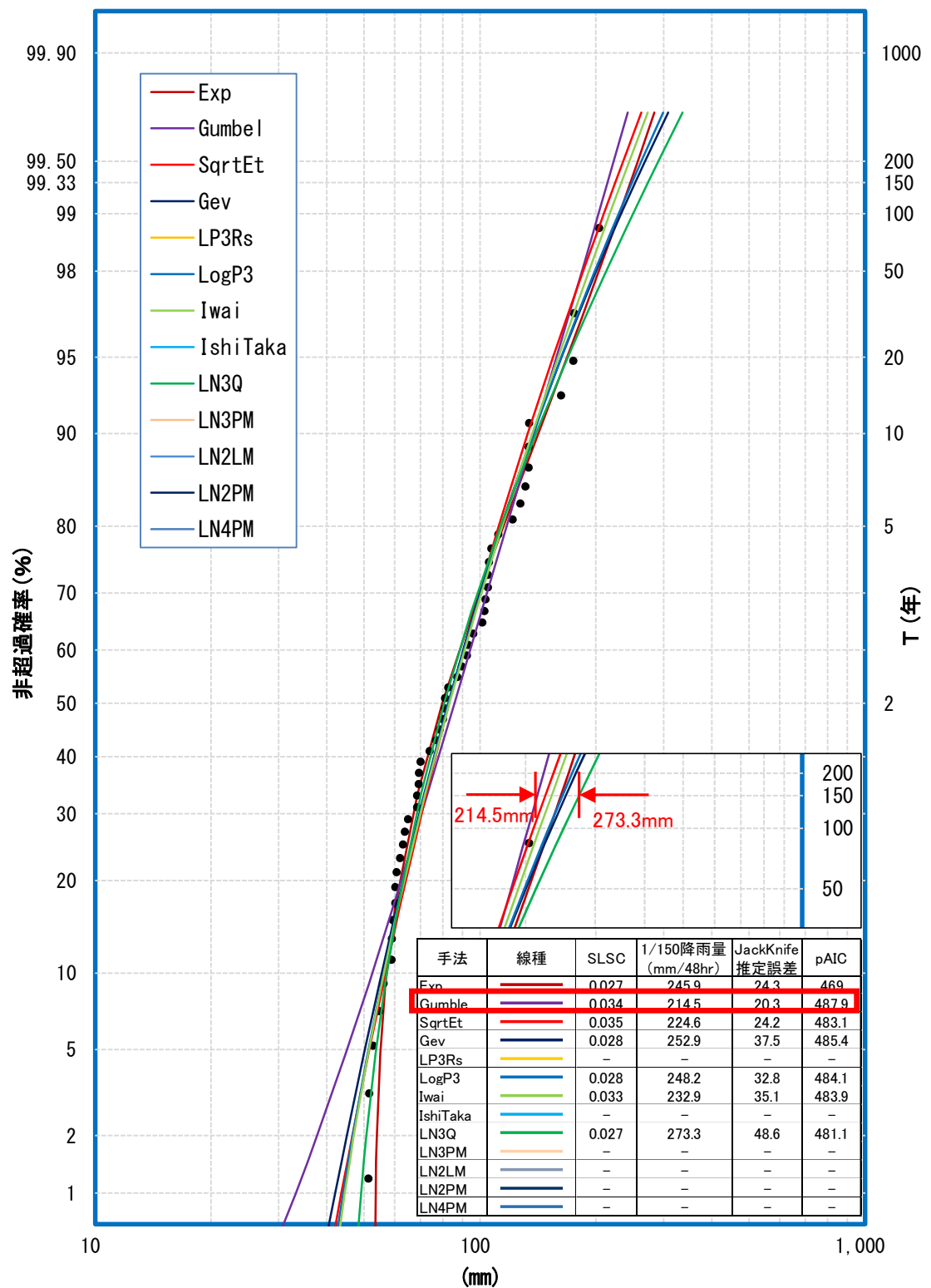
(mm)

標本諸元	資料	毎 年 値											
	標 本	流域平均48時間雨量											
	対 象 年	昭和36年～平成22年											
	統計年数	50											
	標 本 数	50											
標本最大値		274.36											
確率分布関数	指数分布	ガンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)	岩井法	石原・高瀬法	対数正規分布 3母数クォンタイル法	対数正規分布 3母数(Slade II)	対数正規分布 2母数(Slade I, L積率法)	対数正規分布 2母数(Slade I, 積率法)	対数正規分布 4母数(Slade iv, 積率法)
	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
1/150クォンタイル値	258.3	225.6	223.1	305.3		298.8			284.7				
SLSC	0.037	0.067	0.062	0.021		0.020			0.019				
x-COR	0.987	0.959	0.979	0.994		0.994			0.993				
p-COR	0.996	0.985	0.994	0.997		0.997			0.998				
対数尤度	-234.600	-243.400	-239.300	-237.500		-236.700			-236.600				
pAIC	473.200	490.900	482.500	481.000		479.400			479.200				
1/150推定値	258.3	225.6	223.6	304.0		287.5			300.7				
1/150推定誤差	34.6	28.6	26.5	67.4		66.7			66.6				

: SLSC≤0.04

: 対象外

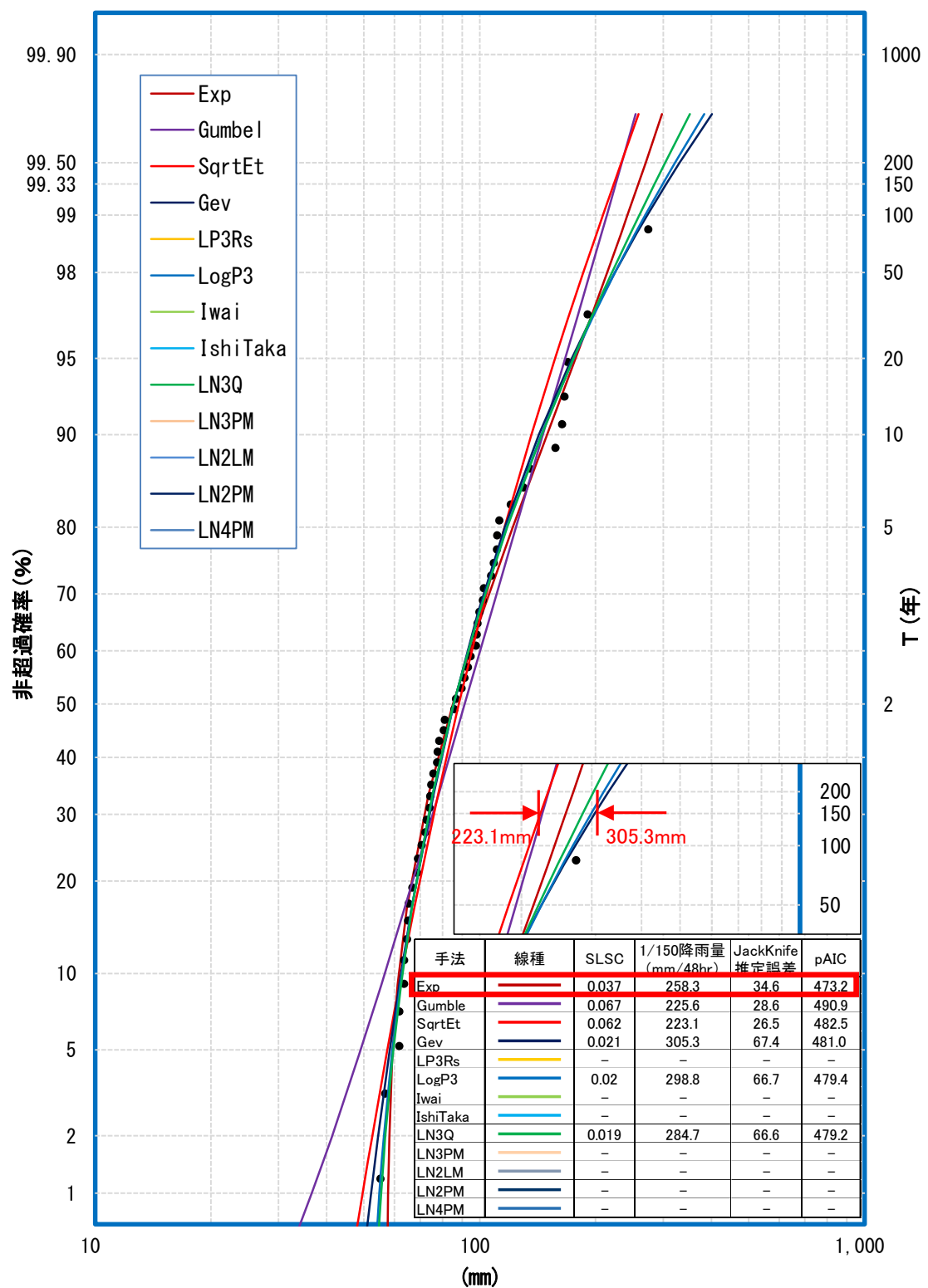
SLSC≤0.04以下 全関数平均値 286.8 mm/48hr



※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

(基準地点茂岩 48 時間雨量 昭和 36 年(1961 年)～平成 22 年(2010 年))



※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 1-7-2 雨量確率計算結果
(基準地点帯広 48 時間雨量 昭和 36 年(1961 年)～平成 22 年(2010 年))

表 1-7-4 年最大 48 時間雨量一覽

No.	西曆	年	48時間雨量(mm)	
			茂岩地点	帯広地点
1	1961	S36	101.53	135.17
2	1962	S37	133.77	163.76
3	1963	S38	65.12	66.89
4	1964	S39	111.65	130.10
5	1965	S40	68.71	74.91
6	1966	S41	63.87	72.86
7	1967	S42	87.44	93.29
8	1968	S43	56.26	61.87
9	1969	S44	54.82	65.17
10	1970	S45	51.36	63.61
11	1971	S46	93.29	89.75
12	1972	S47	174.85	190.75
13	1973	S48	81.22	94.75
14	1974	S49	68.76	77.54
15	1975	S50	102.81	98.31
16	1976	S51	74.07	70.68
17	1977	S52	60.34	64.73
18	1978	S53	52.82	74.38
19	1979	S54	92.55	91.30
20	1980	S55	59.11	68.82
21	1981	S56	204.18	274.36
22	1982	S57	89.80	86.76
23	1983	S58	59.43	61.84
24	1984	S59	60.34	65.39
25	1985	S60	76.95	80.68
26	1986	S61	103.49	107.14
27	1987	S62	58.97	72.31
28	1988	S63	121.58	101.98
29	1989	H1	131.27	108.92
30	1990	H2	60.74	69.14
31	1991	H3	78.62	77.84
32	1992	H4	104.84	99.89
33	1993	H5	69.50	74.17
34	1994	H6	81.04	78.58
35	1995	H7	82.75	102.65
36	1996	H8	51.58	56.88
37	1997	H9	105.64	120.45
38	1998	H10	134.22	111.06
39	1999	H11	80.15	81.18
40	2000	H12	70.11	86.00
41	2001	H13	162.44	157.50
42	2002	H14	104.90	97.86
43	2003	H15	175.74	169.36
44	2004	H16	69.42	75.88
45	2005	H17	127.40	112.50
46	2006	H18	133.88	166.21
47	2007	H19	107.12	98.69
48	2008	H20	62.01	55.27
49	2009	H21	63.17	63.68
50	2010	H22	96.20	110.89

表 1-7-5 1/150 確率規模降雨量（基準地点茂岩）

	茂岩	備考
1/150 確率雨量 (S36～H22 標本)	214.5mm/48hr	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	247mm/48hr	214.5mm/48hr $\times$ 降雨量変化倍率 1.15

表 1-7-6 1/150 確率規模降雨量（基準地点帯広）

	帯広	備考
1/150 確率雨量 (S36～H22 標本)	258.3mm/48hr	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	297mm/48hr	258.3mm/48hr $\times$ 降雨量変化倍率 1.15

また、気候変動の影響を考慮するため、基準地点茂岩の 1/150 降雨量 214.5mm/48hr と基準地点帯広の 1/150 降雨量 258.3mm/48hr に降雨量変化倍率 1.15 倍を乗じて得られた 247mm/48hr（基準地点茂岩）、297mm/48hr（基準地点帯広）を採用する。

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」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併せて実施した。

<基準地点茂岩>

1. Mann-Kendall 検定（定常/非定常性を確認）

昭和 36 年(1961 年)～平成 22 年(2010 年)までの雨量データに一年ずつ雨量データを追加し、令和 2 年(2020 年)までのデータを対象とした検定結果を確認

⇒非定常性は確認されなかったため、近年降雨までデータ延伸を実施

2. 近年降雨までデータ延伸を実施

非定常性が確認されなかったことから、最新年(令和 2 年(2020 年))まで時間雨量データを延伸し、水文解析に一般に用いられる確率分布モデルによる 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 2 年(2020 年)までの雨量データを用いた場合の基準地点茂岩 1/150 確率雨量は 211mm/48hr となりデータ延伸による確率雨量に大きな差が無い事を確認した。

<基準地点帯広>

3. Mann-Kendall 検定（定常/非定常性を確認）

昭和 36 年(1961 年)～平成 22 年(2010 年)までの雨量データに一年ずつ雨量データを追加し、令和 2 年(2020 年)までのデータを対象とした検定結果を確認

⇒非定常性は確認されなかったため、近年降雨までデータ延伸を実施

4. 近年降雨までデータ延伸を実施

非定常性が確認されなかったことから、最新年(令和 2 年(2020 年))まで時間雨量データを延伸し、水文解析に一般に用いられる確率分布モデルによる 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 2 年(2020 年)までの雨量データを用いた場合の基準地点帯広 1/150 確率雨量は 262mm/48hr となりデータ延伸による確率雨量に大きな差が無い事を確認した。

1-8 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した。

1-8-1 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 ($\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{hr}$)

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, P : 河道による定数

1-8-2 流域の状況

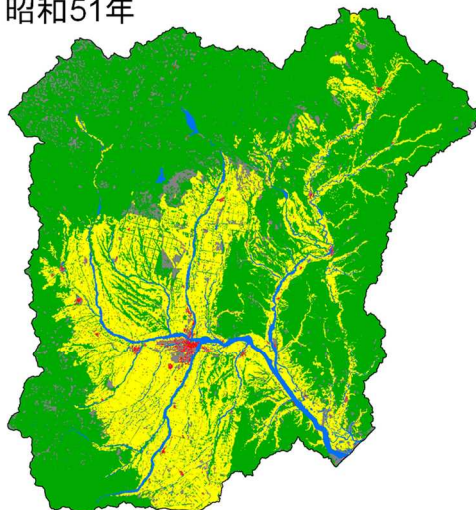
十勝川流域の土地利用状況としては、山林約 6 割、農地約 3 割となっている。
また、市街地の分布についても、近年、大きな変化はみられない。

表 1-8-1 十勝川流域の土地利用状況の変化

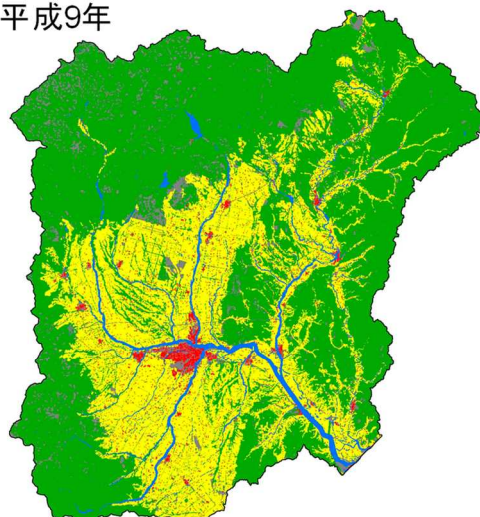
	山林	農地	市街地	河川	その他
昭和51年	65.9%	26.6%	0.4%	2.3%	4.8%
平成9年	61.7%	30.1%	1.3%	2.4%	4.5%
平成21年	62.6%	28.9%	1.4%	2.2%	4.8%
平成28年	63.2%	29.3%	1.4%	2.5%	3.7%

※ 四捨五入等端数処理の都合により、各項目の合計は 100%にならない。

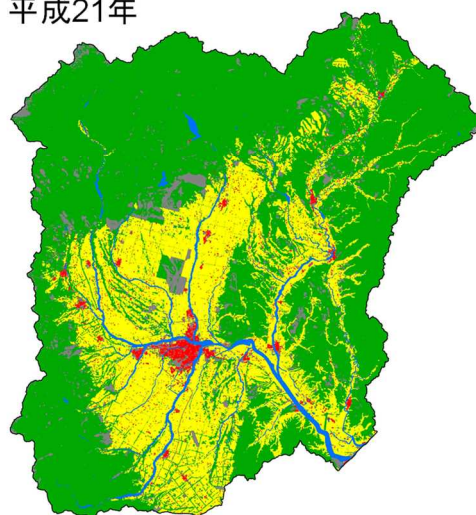
昭和51年



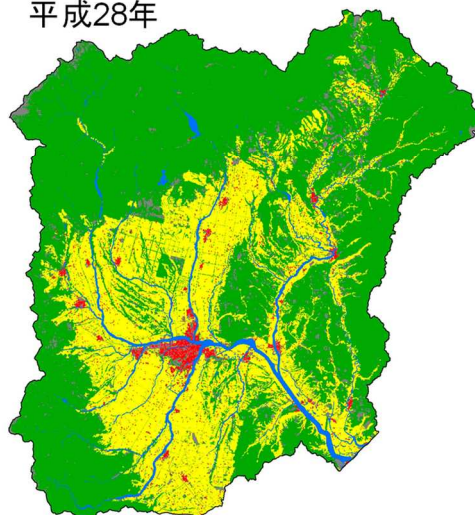
平成9年



平成21年



平成28年



- 山林
- 農地
- 市街地
- 河川
- その他

※「国土数値情報 土地利用細分メッシュデータ」より

図 1-8-1 土地利用状況の変化

1-8-3 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、現行の基本方針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）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。

(1) 流出計算モデルの確認

各洪水の総降雨量と総直接流出高の関係について、近年発生した洪水においても同様な傾向であることを確認した。

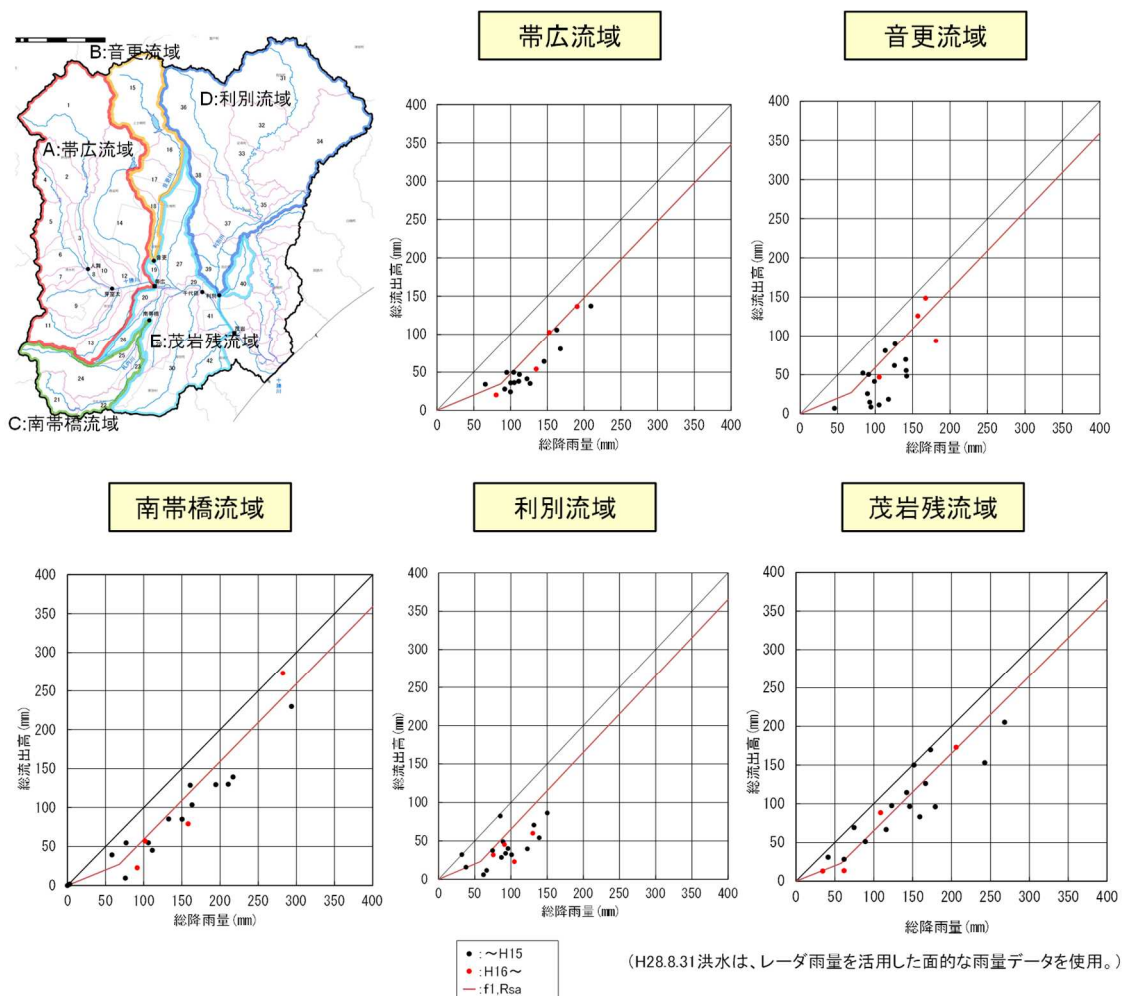


図 1-8-2 各洪水の総降雨量と総直接流出高の関係

(2) 実績流量の再現性の確認

近年発生した4洪水（茂岩・帯広地点の主要降雨波形）を対象に、河川整備基本方針の計画 $f1=0.4$ における基準地点茂岩・帯広の再現性を確認した。

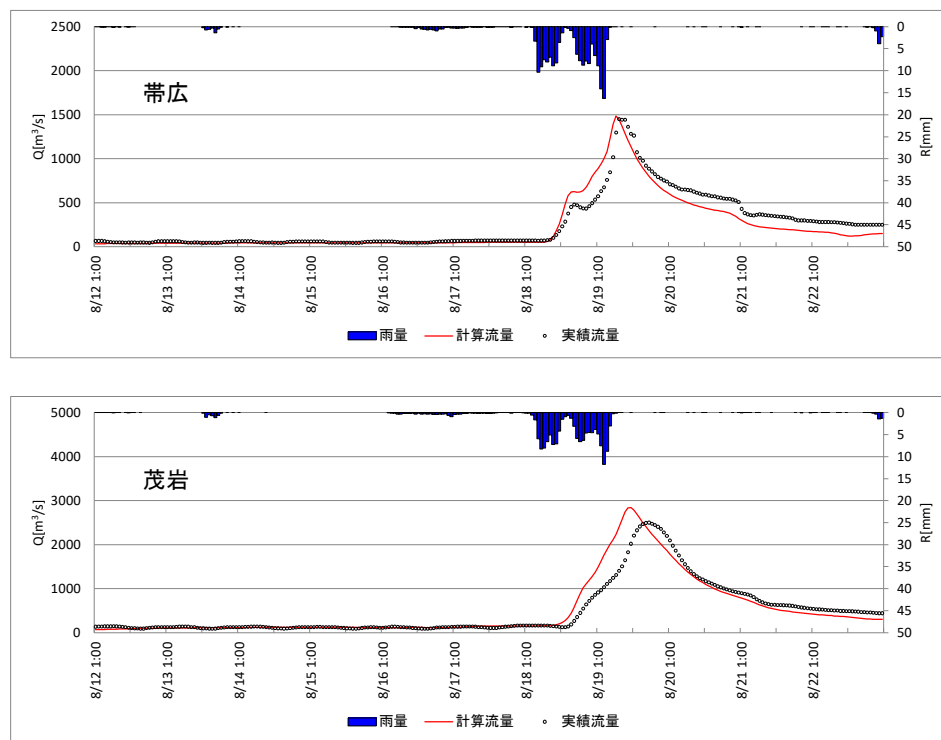


図 1-8-3 平成 18 年 8 月洪水再現計算結果

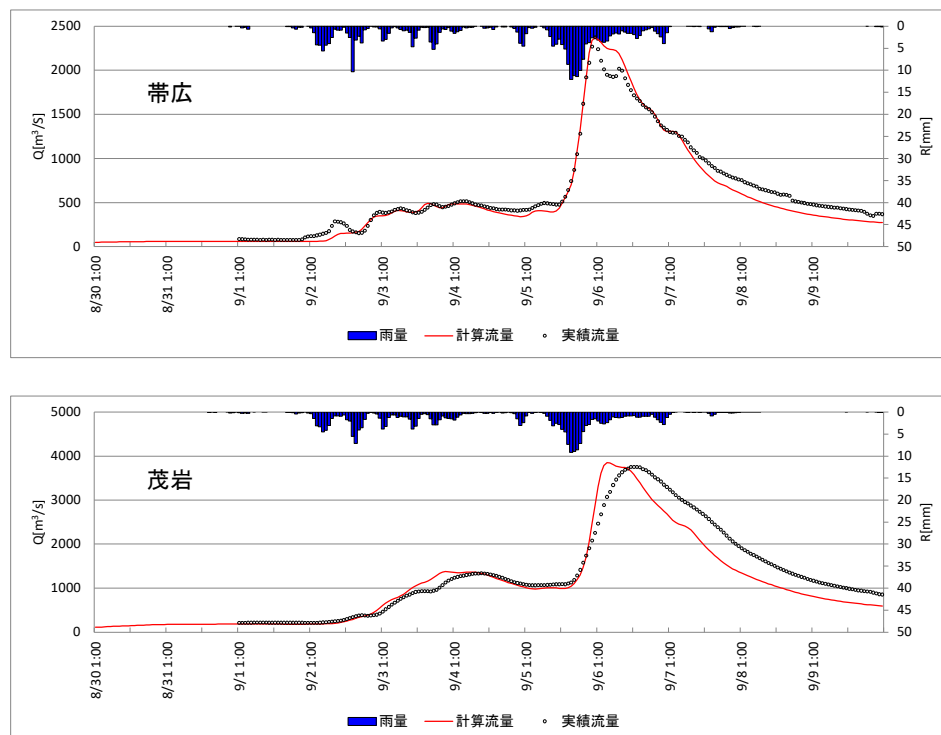


図 1-8-4 平成 23 年 9 月洪水再現計算結果

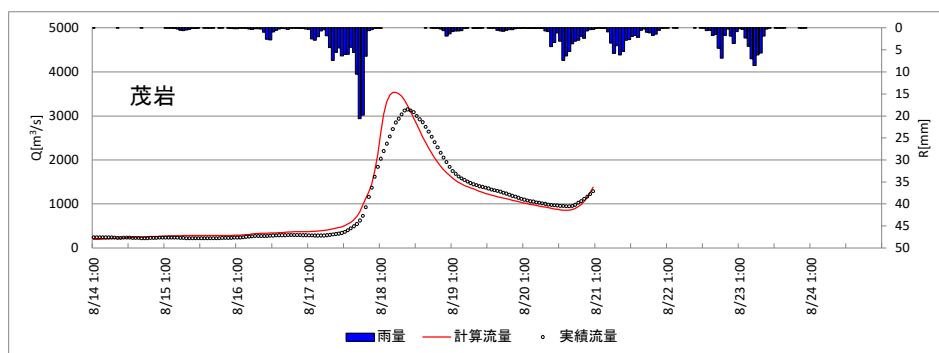
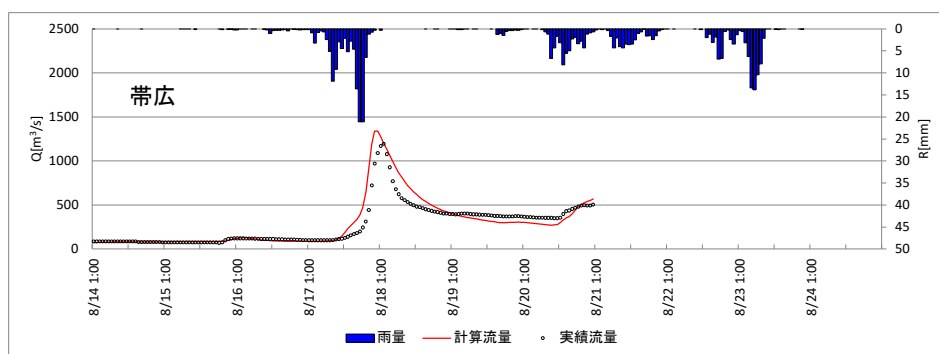


図 1-8-5 平成 28 年 8 月 18 日洪水再現計算結果

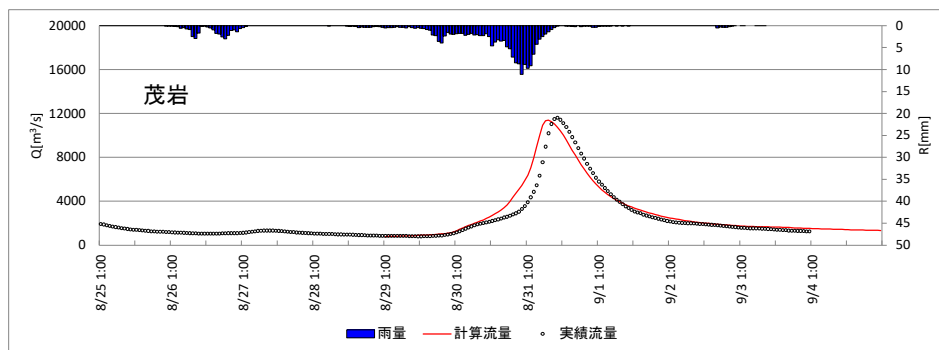
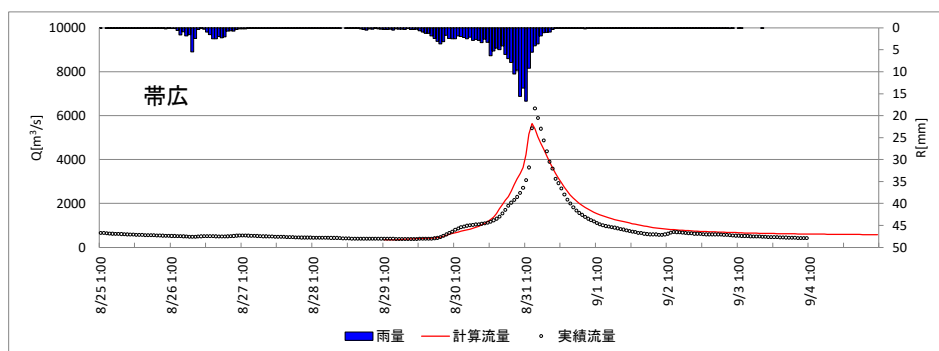


図 1-8-6 平成 28 年 8 月 31 日洪水再現計算結果

※レーダ雨量を活用した面的な雨量データを使用

(3) 流域定数 f_1 、 R_{sa} の確認

近年洪水の再現計算により得られた R_{sa} を含めた R_{sa} 平均値は、既定計画の R_{sa} と同程度の値となることから、計画 $f_1=0.4$ 、計画 R_{sa} は帯広上流本支川 84mm、帯広～千代田間本支川 62mm、千代田～茂岩間本支川 52mm とした。

表 1-8-2 近年洪水を含めた計画 R_{sa} 確認結果

No.	洪水名	f ₁	R _{sa}		
			帯広上流 本支川	帯広～千代田間 本支川	千代田～茂岩間 本支川
1	S36. 7. 26	0. 4	112	67	67
2	S37. 8. 4		26	4	5
3	S39. 6. 5		—	—	51
4	S39. 8. 26		72	—	68
5	S47. 9. 17		187	127	—
6	S48. 9. 4		6	1	8
7	S56. 8. 5		128	—	—
8	S63. 11. 25		91	92	—
9	H1. 6. 30		97	—	—
10	H4. 9. 12		123	78	68
11	H10. 8. 28		92	99	95
12	H10. 9. 17		57	58	—
13	H13. 9. 12		64	48	56
14	H14. 10. 2		29	47	—
15	H15. 8. 10		127	126	100
16	H18. 8. 19		—	—	—
17	H23. 9. 6		127	—	—
18	H28. 8. 18		—	—	—
19	H28. 8. 31		0	0	0
平均値（既定計画）			87	68	58
平均値（近年洪水考慮）			84	62	52

※ 「既定計画」では、S36～H15 の主要 15 洪水を対象に設定。
 ※ H28. 8. 31 洪水は、レーダ雨量を活用した面的な雨量データを使用。
 —：総雨量が飽和雨量に達せず、飽和雨量を同定できなかった洪水

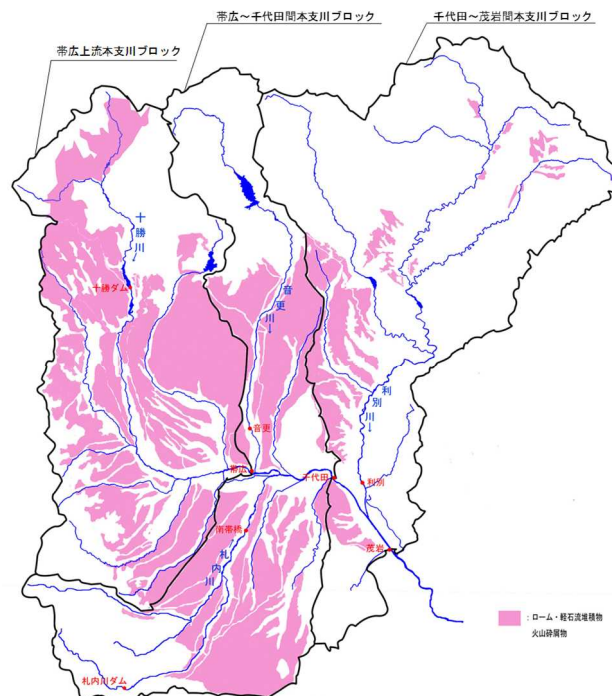


図 1-8-7 計画 R_{sa} 設定ブロック図

1-8-4 モデル分割

利水ダム貯留による流量低減効果を適切に反映するため、利水ダム位置で流域を新たに分割して流出計算モデルに反映させた。

また、急流河川である十勝川上流、札内川、音更川では、地形の勾配を活かした霞堤を整備している。霞堤は、施設規模を上回る洪水等で氾濫が生じた場合においても、急流河川対策の機能とあわせて、氾濫水を河川へ戻す機能も有し、十勝川水系の治水の重要な役割を持っており、関係者の理解のもと保全がなされている現況を考慮し河道モデルに反映した。

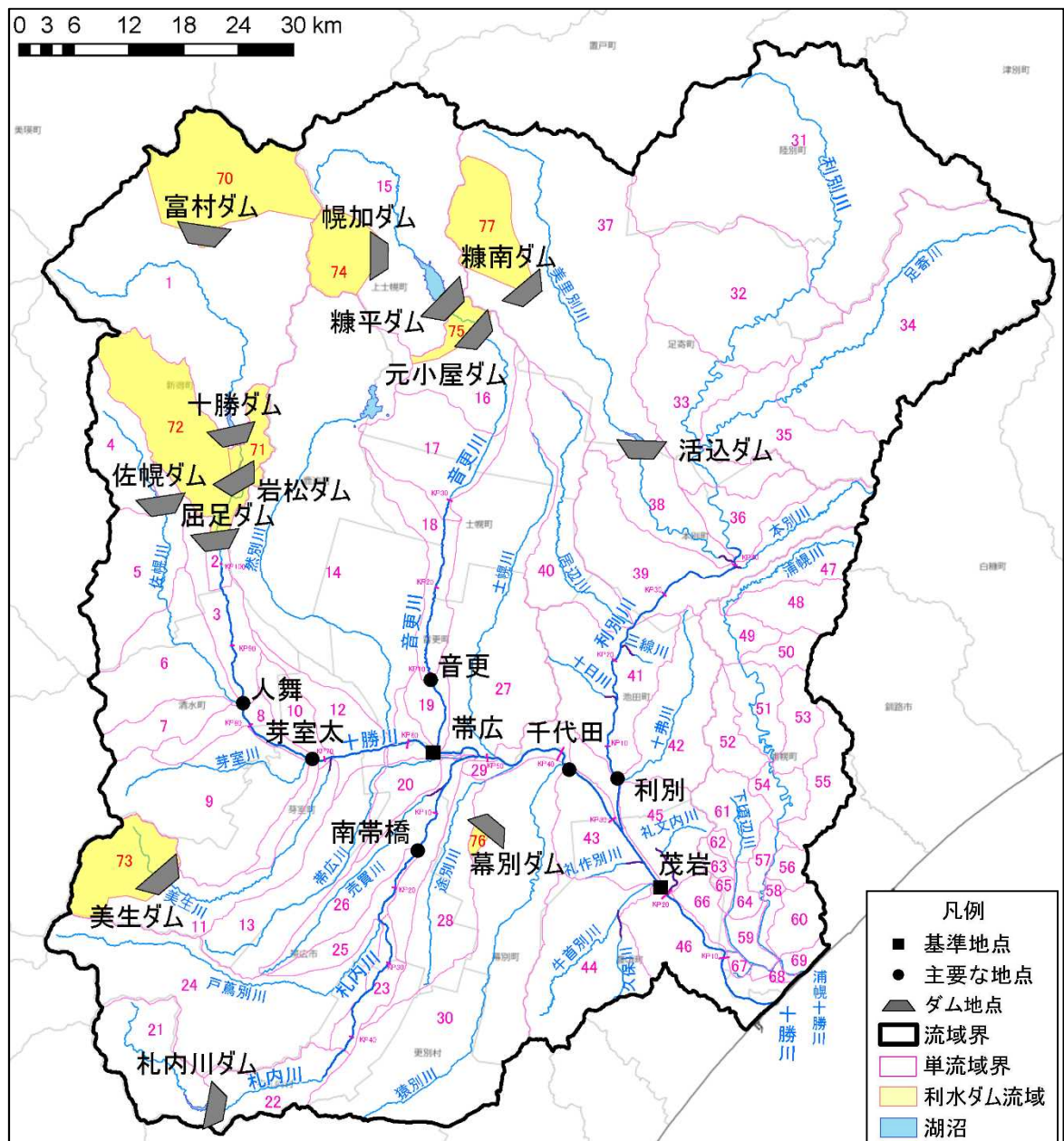
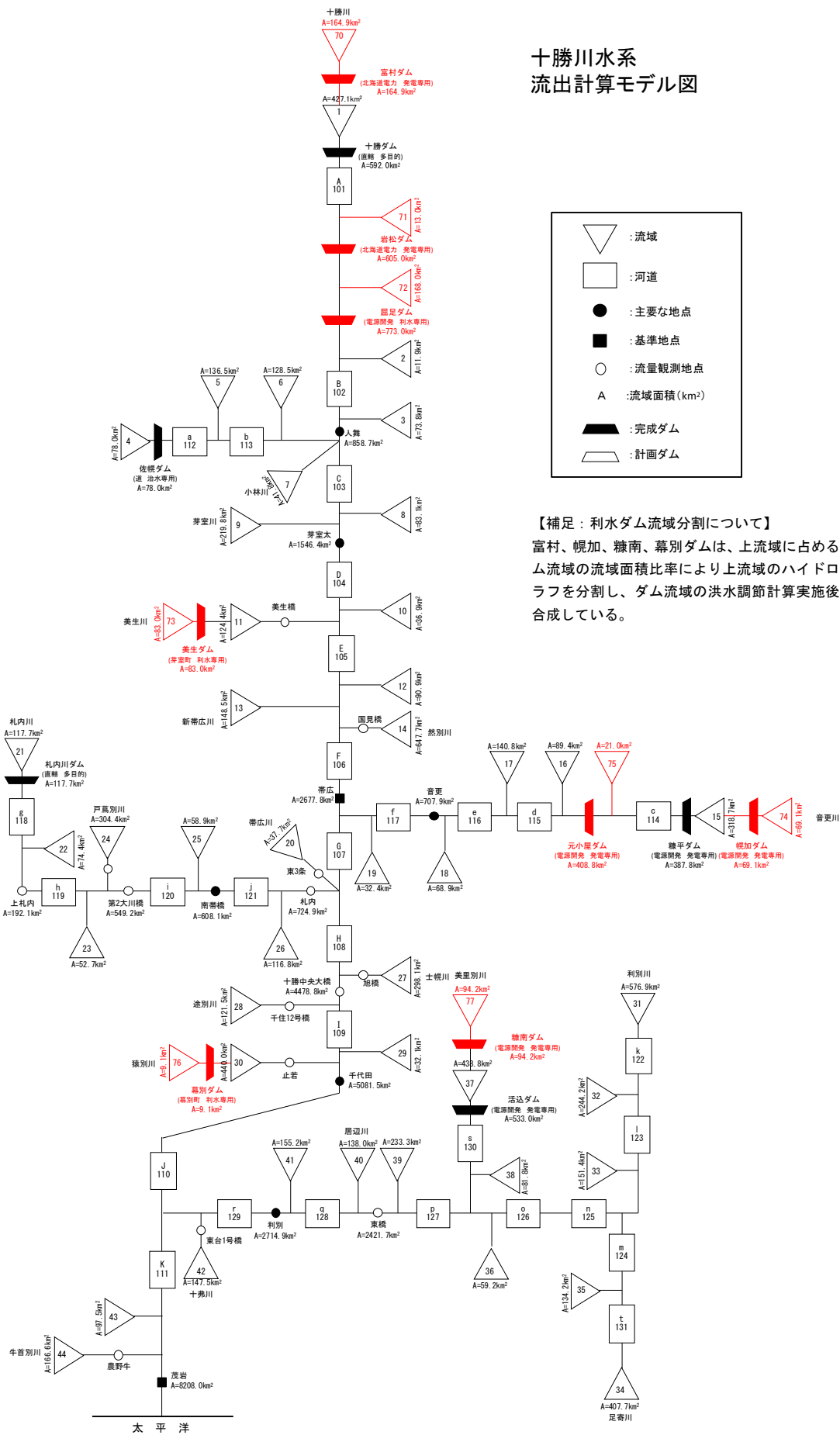


図 1-8-8 利水ダムを考慮した十勝川水系流域分割図



浦幌十勝川 流出計算モデル図

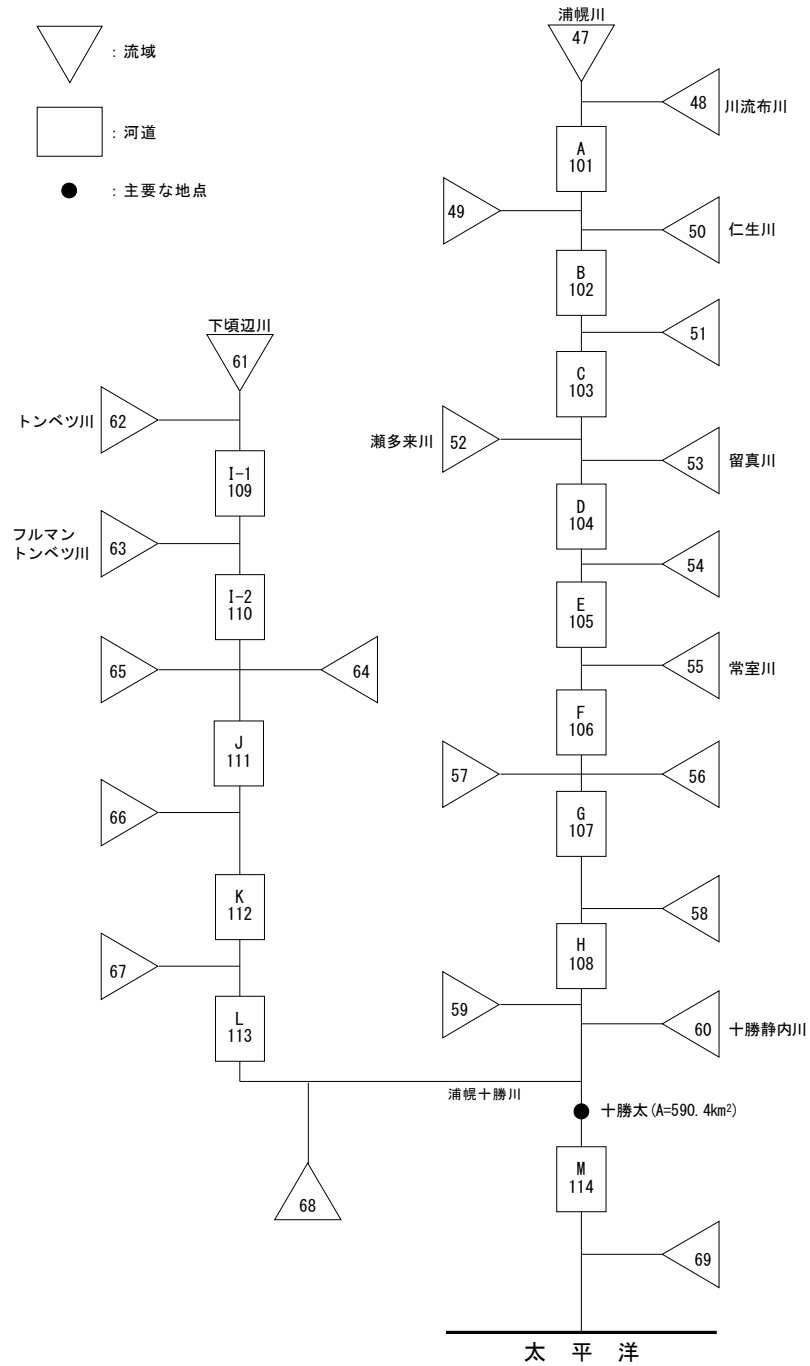


図 1-8-10 浦幌十勝川流出計算モデル図

表 1-8-3 流域分割一覧表（十勝川）

No.	流 域 名	流域面積 A (km ²)
1	十勝ダム	427.1
2	十勝ダム－新清橋残	11.9
3	新清橋－佐幌川残	73.8
4	佐幌ダム	78.0
5	佐幌ダム－新得残	136.5
6	新得－十勝川残	128.5
7	小林川	41.8
8	佐幌川－芽室川残	83.1
9	芽室川	219.8
10	芽室川－美生川残	36.9
11	美生川	124.4
12	美生川－音更川残	90.9
13	新帯広川	148.5
14	然別川	647.7
15	糠平ダム	318.7
16	糠平ダム－ナイタイ川残	89.4
17	ナイタイ川－十勝頭首工	140.8
18	十勝頭首工－音更地点残	68.9
19	音更地点－十勝川残	32.4
20	帯広川	37.7
21	札内ダム	117.7
22	札内ダム－上札内橋残	74.4
23	上札内橋－戸蔭別川残	52.7
24	戸蔭別川	304.4
25	戸蔭別川－南帯橋残	58.9
26	南帯橋－十勝川残	116.8
27	士幌川	298.1
28	途別川	121.5
29	音更川－猿別川残	32.1
30	猿別川	440.0
31	薫別上流域	576.9
32	薫別－塩幌橋残	244.2
33	塩幌橋－仙美里残	151.4
34	足寄川上流	407.7
35	足寄川下流	134.2
36	仙美里－美里別川残	59.2
37	活込ダム	438.8
38	活込ダム－利別川残	81.8
39	美里別川－居辺川残	233.3
40	居辺川	138.0
41	居辺川－利別地点残	155.2
42	十弗川＋残	147.5
43	猿別川－茂岩地点残	97.5
44	牛首別川	166.6
70	富村ダム	164.9
71	岩松ダム	13.0
72	屈足ダム	168.0
73	美生ダム	83.0
74	幌加ダム	69.1
75	元小屋ダム	21.0
76	幕別ダム	9.1
77	糠南ダム	94.2

表 1-8-4 流域分割一覧表（浦幌十勝川）

No.	流域名	流域面積 A (km ²)
1	浦幌川上流域	52.6
2	川流布川	55.0
3	川流布川～仁生川間残流域	34.3
4	仁生川	22.5
5	仁生川～瀬多来川間残流域	46.9
6	瀬多来川	39.4
7	留真川	39.7
8	瀬多来川～常室川間残流域	28.8
9	常室川	58.0
10	常室川～万年橋間残流域(左)	15.1
11	常室川～万年橋間残流域(右)	19.5
12	万年橋～浦幌十勝川間残(左)	12.5
13	万年橋～浦幌十勝川間残(右)	23.0
14	十勝静内川	35.8
15	下頃辺川上流域	49.1
16	トンベツ川	7.0
17	フルマントンベツ川～残流域	8.4
18	トンベツ川～鉄道橋間残(左)	7.5
19	トンベツ川～鉄道橋間残(右)	6.2
20	幌岡地区残流域	18.7
21	浦幌十勝川右岸地区①	4.6
22	浦幌十勝川右岸地区残流域	5.8
23	新川＋下流残流域	9.6

表 1-8-5 河道分割一覧表（十勝川）

河道 NO.	河川名	河道区間	河道 延長L (km)
A	十勝川	十勝ダム～新清橋	18.7
B	十勝川	新清橋～佐幌川	13.4
C	十勝川	佐幌川～芽室川	10.1
D	十勝川	芽室川～美生川	2.5
E	十勝川	美生川～然別川	6.8
F	十勝川	然別川～音更川	5.4
G	十勝川	音更川－札内川	2.7
H	十勝川	札内川～土幌川	3.5
I	十勝川	土幌川～猿別川	9.2
J	十勝川	猿別川～利別川	9.6
K	十勝川	利別川～茂岩	8.3
a	佐幌川	佐幌ダム～新得町	14.4
b	佐幌川	新得町～十勝	16.4
c	音更川	糠平ダム～ナイタイ川	18.6
d	音更川	ナイタイ川～十勝頭首工	11.9
e	音更川	十勝頭首工～音更地点	17.6
f	音更川	音更地点～十勝川	8.2
g	札内川	札内ダム－上札内橋	16.3
h	札内川	上札内橋－戸蔭別川	16.2
i	札内川	戸蔭別川－南帯地点	9.5
j	札内川	南帯地点－十勝川	11.6
k	利別川	薫別－塩幌橋	21.0
l	利別川	塩幌橋－足寄川	17.0
m	足寄川	足寄川下流－利別川	13.8
n	利別川	足寄川－仙美里	6.0
o	利別川	仙美里－美里別川	11.6
p	利別川	美里別川－居辺川	14.6
q	利別川	居辺川－利別地点	15.9
r	利別川	利別地点－十勝川	7.2
s	美里別川	活込ダム－利別川	22.3
t	足寄川	足寄川上流－足寄川下流	31.2

表 1-8-6 河道分割一覧表（浦幌十勝川）

河道 NO.	河川名	河道区間	河道 延長L (km)
A	浦幌川	川流布川－仁生川	6.9
B	浦幌川	仁生川－活平	8.0
C	浦幌川	活平－瀬多来川	14.4
D	浦幌川	瀬多来川－円山	5.6
E	浦幌川	円山－常室川	7.5
F	浦幌川	常室川－帯富	3.7
G	浦幌川	帯富－万年橋	5.8
H	浦幌川	万年橋－浦幌十勝川	8.5
I	下頃辺川	トンベツ川－フルマントンベツ川	1.6
J	下頃辺川	フルマントンベツ川－鉄道橋	3.8
K	下頃辺川	鉄道橋－愛牛	4.9
L	下頃辺川	愛牛－下頃辺川下流端	2.2
M	浦幌十勝川	下頃辺川－浦幌川	3.7
N	浦幌十勝川	浦幌川－河口	3.9

表 1-8-7 流域定数一覧表（十勝川）

No.	流 域 名	流域面積 A (km ²)	貯留係数 K	貯留指数 P	遅滞時間 Tl (hr)
1	十勝ダム	427.1	47.5	0.418	2
2	十勝ダム－新清橋残	11.9	42.3	0.466	2
3	新清橋－佐幌川残	73.8	28.5	0.676	1
4	佐幌ダム	78.0	44.5	0.444	1
5	佐幌ダム－新得残	136.5	55.3	0.361	0
6	新得－十勝川残	128.5	51.0	0.390	1
7	小林川	41.8	49.7	0.400	1
8	佐幌川－芽室川残	83.1	33.1	0.588	1
9	芽室川	219.8	54.3	0.368	1
10	芽室川－美生川残	36.9	35.5	0.550	1
11	美生川	124.4	50.0	0.398	2
12	美生川－音更川残	90.9	32.3	0.601	1
13	新帯広川	148.5	43.4	0.455	2
14	然別川	647.7	41.3	0.476	3
15	糠平ダム	318.7	49.6	0.401	1
16	糠平ダム－ナイタイ川残	89.4	57.9	0.346	1
17	ナイタイ川－十勝頭首工	140.8	49.9	0.399	1
18	十勝頭首工－音更地点残	68.9	33.4	0.582	2
19	音更地点－十勝川残	32.4	31.6	0.614	1
20	帯広川	37.7	24.2	0.791	1
21	札内ダム	117.7	55.3	0.362	1
22	札内ダム－上札内橋残	74.4	32.6	0.595	1
23	上札内橋－戸蔭別川残	52.7	32.5	0.598	1
24	戸蔭別川	304.4	48.4	0.410	2
25	戸蔭別川－南帯橋残	58.9	33.7	0.577	2
26	南帯橋－十勝川残	116.8	35.2	0.555	2
27	土幌川	298.1	31.5	0.616	3
28	途別川	121.5	32.5	0.598	2
29	音更川－猿別川残	32.1	21.2	0.894	2
30	猿別川	440.0	28.9	0.667	5
31	薫別上流域	576.9	38.1	0.514	5
32	薫別－塩幌橋残	244.2	48.2	0.412	2
33	塩幌橋－仙美里残	151.4	39.7	0.494	2
34	足寄川上流	407.7	37.6	0.549	5
35	足寄川下流	134.2	32.1	0.605	2
36	仙美里－美里別川残	59.2	40.1	0.490	1
37	活込ダム	438.8	44.0	0.449	5
38	活込ダム－利別川残	81.8	31.4	0.617	3
39	美里別川－居辺川残	233.3	39.2	0.500	2
40	居辺川	138.0	34.0	0.572	4
41	居辺川－利別地点残	155.2	35.1	0.555	2
42	十弗川＋残	147.5	30.2	0.641	4
43	猿別川－茂岩地点残	97.5	35.9	0.544	1
44	牛首別川	166.6	33.9	0.575	2
70	富村ダム	164.9	47.5	0.418	2
71	岩松ダム	13.0	42.3	0.466	2
72	屈足ダム	168.0	42.3	0.466	2
73	美生ダム	83.0	50.0	0.398	2
74	幌加ダム	69.1	49.6	0.401	1
75	元小屋ダム	21.0	57.9	0.346	1
76	幕別ダム	9.1	28.9	0.667	5
77	糠南ダム	94.2	44.0	0.449	5

表 1-8-8 流域定数一覧表（浦幌十勝川）

No.	流 域 名	流域面積	貯留係数	貯留指数	遅滞時間
		A (km ²)	K	P	Tl (hr)
1	浦幌川上流域	52.6	39.86	0.493	2
2	川流布川	55.0	44.60	0.443	2
3	川流布川～仁生川間残流域	34.3	40.58	0.485	1
4	仁生川	22.5	44.91	0.440	1
5	仁生川～瀬多来川間残流域	46.9	57.93	0.346	0
6	瀬多来川	39.4	36.67	0.533	2
7	留真川	39.7	41.79	0.471	2
8	瀬多来川～常室川間残流域	28.8	56.87	0.352	0
9	常室川	58.0	40.58	0.485	3
10	常室川～万年橋間残流域(左)	15.1	43.47	0.454	1
11	常室川～万年橋間残流域(右)	19.5	52.02	0.383	0
12	万年橋～浦幌十勝川間残(左)	12.5	50.79	0.392	0
13	万年橋～浦幌十勝川間残(右)	23.0	30.24	0.639	2
14	十勝静内川	35.8	39.52	0.497	1
15	下頃辺川上流域	49.1	39.69	0.495	1
16	トンベツ川	7.0	42.71	0.462	0
17	フルマントンベツ川～残流域	8.4	39.86	0.493	1
18	トンベツ川～鉄道橋間残(左)	7.5	49.19	0.404	0
19	トンベツ川～鉄道橋間残(右)	6.2	39.36	0.499	1
20	幌岡地区残流域	18.7	35.05	0.556	1
21	浦幌十勝川右岸地区①	4.6	20.34	0.930	0
22	浦幌十勝川右岸地区残流域	5.8	16.57	1.128	0
23	新川＋下流残流域	18.7	39.52	0.497	0

表 1-8-9 河道定数一覧表（十勝川）

河道 NO.	河川名	河道データ	計画河道					
		河道区間	河道 延長	勾配	K値	P値	Tl値 (hr)	霞堤への流入開始 流量(m ³ /s)
A	十勝川	十勝ダム～新清橋	18.70	156	78.8 77.5	0.67 0.67	0.386 0.386	1,762
B	十勝川	新清橋～佐幌川	13.40	213	29.1 27.4	0.74 0.75	0.323 0.323	746
C	十勝川	佐幌川～芽室川	10.10	284	39.1 34.9	0.68 0.69	0.281 0.281	452
D	十勝川	芽室川～美生川	2.50	332	8.2 8.0	0.71 0.71	0.075 0.075	3,149
E	十勝川	美生川～然別川	6.80	477	48.8 45.1	0.62 0.63	0.245 0.245	2,040
F	十勝川	然別川～音更川	5.40	593	21.6	0.71	0.217	－
G	十勝川	音更川～札内川	2.70	677	18.0	0.66	0.116	－
H	十勝川	札内川～土幌川	3.50	676	15.3	0.72	0.150	－
I	十勝川	土幌川～猿別川	9.20	691	37.5	0.73	0.399	－
J	十勝川	猿別川～利別川	9.60	1508	35.1	0.77	0.615	－
K	十勝川	利別川～茂岩	8.30	3508	18.3	0.82	0.811	－
a	佐幌川	佐幌ダム～新得町	14.40	174	28.3	0.73	0.313	－
b	佐幌川	新得町～十勝	16.39	228	22.7	0.79	0.408	－
c	音更川	糠平ダム～ナイタイ川	18.60	125	34.3	0.74	0.343	－
d	音更川	ナイタイ川～十勝頭首工	11.90	126	23.5 23.4	0.73 0.73	0.221 0.221	310
e	音更川	十勝頭首工～音更地点	17.60	156	43.9 43.3	0.71 0.72	0.363 0.363	44
f	音更川	音更地点～十勝川	8.20	213	15.9 15.7	0.75 0.75	0.197 0.197	664
g	札内川	札内ダム～上札内橋	16.30	107	27.3 27.1	0.74 0.74	0.278 0.278	435
h	札内川	上札内橋～戸蔭別川	16.20	130	33.0 32.7	0.72 0.73	0.305 0.305	317
i	札内川	戸蔭別川～南帯地点	9.50	204	28.6 28.3	0.69 0.69	0.224 0.224	1,441
j	札内川	南帯地点～十勝川	11.60	252	41.8 40.6	0.69 0.69	0.304 0.304	1,092
k	利別川	薫別～塩幌橋	21.00	439	45.1	0.72	0.726	－
l	利別川	塩幌橋～足寄川	17.00	512	38.8	0.72	0.635	－
m	足寄川	足寄川下流～利別川	13.80	324	36.1	0.70	0.410	－
n	利別川	足寄川～仙美里	6.00	812	23.5	0.68	0.282	－
o	利別川	仙美里～美里別川	11.60	590	27.7	0.73	0.465	－
p	利別川	美里別川～居辺川	14.60	590	34.5	0.76	0.585	－
q	利別川	居辺川～利別地点	15.90	935	58.8	0.75	0.802	－
r	利別川	利別地点～十勝川	7.20	1520	36.6	0.75	0.463	－
s	美里別川	活込ダム～利別川	22.30	253	29.0	0.80	0.585	－
t	足寄川	足寄川上流～足寄川下流	31.20	233	50.4	0.70	0.786	－

表 1-8-10 河道定数一覧表

河道 NO.	河川名	河道データ	計画河道					
		河道区間	河道 延長L (km)	勾配 I^{-1}	α	K値	P値	T1値 (hr)
A	浦幌川	川流布川－仁生川	6.90	370	2.8600	19.7	0.70	0.219
B	浦幌川	仁生川－活平	8.00	320	2.7000	21.6	0.70	0.236
C	浦幌川	活平－瀬多来川	14.40	430	2.7000	38.9	0.70	0.493
D	浦幌川	瀬多来川－円山	5.60	430	2.6400	14.8	0.67	0.192
E	浦幌川	円山－常室川	7.50	490	2.5200	18.9	0.69	0.274
F	浦幌川	常室川－帯富	3.70	570	2.6500	9.8	0.68	0.146
G	浦幌川	帯富－万年橋	5.80	860	3.2500	18.9	0.67	0.281
H	浦幌川	万年橋－浦幌十勝川	8.50	940	3.3800	28.7	0.67	0.430
I	下頃辺川	トンベツ川－フルマントンベツ川	1.60	344	1.6714	2.7	0.71	0.049
J	下頃辺川	フルマントンベツ川－鉄道橋	3.80	746	1.8596	7.1	0.80	0.171
K	下頃辺川	鉄道橋－愛牛	4.90	1532	1.4884	7.3	0.85	0.316
L	下頃辺川	愛牛－下頃辺川下流端	2.20	3095	6.8259	15.0	0.59	0.202
M	浦幌十勝川	下頃辺川－浦幌川	3.70	11731	9.9957	37.0	0.66	0.661
N	浦幌十勝川	浦幌川－河口	3.90	1816	10.8818	42.4	0.57	0.274

1-9 主要降雨波形の選定

基本高水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を一律拡大すると、引き伸ばし後の短時間雨量が非現実的な確率値となる場合がある。そのため、引き伸ばし後の降雨の地域分布及び時間分布を確認し、計画降雨としての妥当性評価により代表的な洪水に適さない洪水については検討対象から除外した上で計画降雨波形を設定する。

検討対象洪水の選定は、令和元年(2019 年)までの基準地点茂岩・帯広における年複数洪水を抽出し、基準地点茂岩・帯広で比較的大きな流量を生起した洪水(基準地点茂岩・帯広の平均年最大流量以上)、かつ基準地点茂岩・帯広のピーク流量生起時刻前後の最大 48 時間雨量の引き伸ばし率が 2 倍以下(降雨量変化倍率 1.15 倍する前の確率雨量)となる、茂岩地点 12 洪水、帯広地点 9 洪水を選定した。

主要洪水を対象に、基準地点茂岩の 1/150 確率 48 時間雨量 247mm ($214.5\text{mm} \times 1.15$) となるよう引き伸ばし降雨波形を作成し流出計算を行い、基準地点茂岩において $13,800 \sim 22,100\text{m}^3/\text{s}$ となる。

また、基準地点帯広の 1/150 確率 48 時間雨量 297mm ($258.3\text{mm} \times 1.15$) となるよう引き伸ばし降雨波形を作成し流出計算を行い、基準地点帯広において $7,600 \sim 10,700\text{m}^3/\text{s}$ となる。

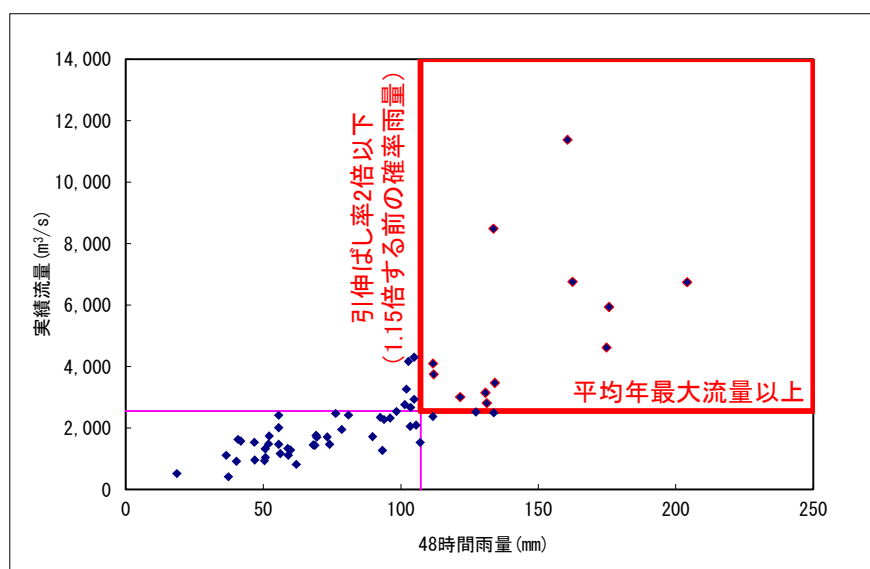


図 1-9-1 対象洪水の選定（基準地点茂岩）

表 1-9-1 選定洪水のピーク流量一覧（基準地点茂岩）

No.	洪水年月日	48時間雨量 (mm)	実績流量 (m ³ /s)	1/150確率降雨量 (mm) × 1.15	拡大率	茂岩地点 ピーク流量 (m ³ /s)
1	昭和37年8月4日	133.77	8490.06	247	1.84	20,700
2	昭和47年9月18日	174.85	4623.99	247	1.41	21,500
3	昭和56年8月6日	204.18	6749.18	247	1.21	16,900
4	昭和63年11月25日	121.58	3008.86	247	2.03	14,700
5	平成1年6月30日	131.27	2815.58	247	1.88	14,300
6	平成10年8月29日	134.22	3473.77	247	1.84	13,800
7	平成10年9月17日	111.73	4104.17	247	2.21	21,100
8	平成13年9月12日	162.44	6760.31	247	1.52	16,100
9	平成15年8月10日	175.74	5938.61	247	1.40	18,700
10	平成23年9月6日	112.01	3753.34	247	2.20	19,700
11	平成28年8月18日	130.81	3148.55	247	1.89	22,100
12	平成28年8月31日	160.70	11382.49	247	1.54	18,000

※100m³/sの端数については、切り上げるものとした

※拡大率：「48時間雨量(mm)」と「1/150確率雨量×1.15」との比率

※H28. 8. 31洪水は、地上観測雨量をレーダ雨量を用いて補正した洪水

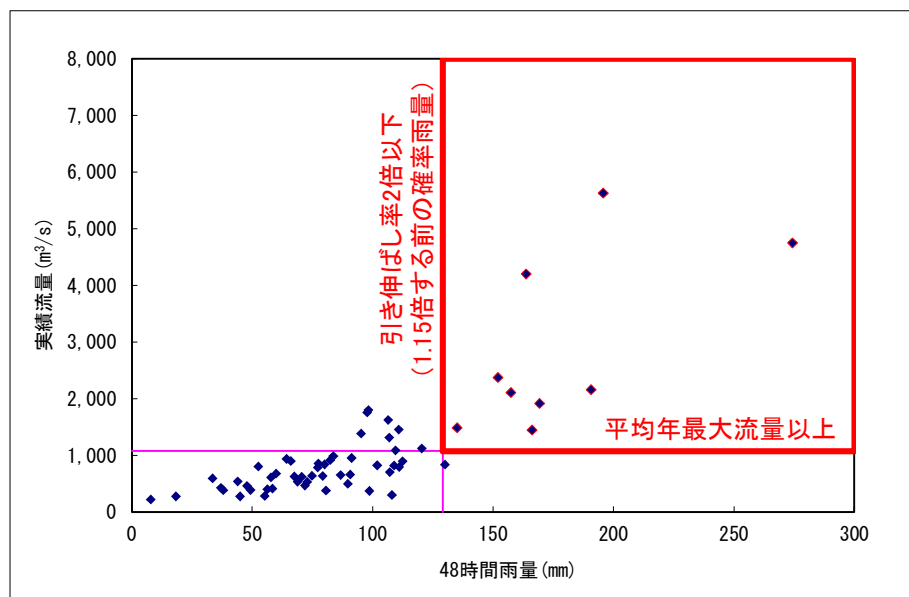


図 1-9-2 対象洪水の選定（基準地点帯広）

表 1-9-2 選定洪水のピーク流量一覧（基準地点帯広）

No.	洪水年月日	48時間雨量 (mm)	実績流量 (m³/s)	1/150確率降雨量 (mm) × 1.15	拡大率	帯広 ピーク流量 (m³/s)
1	昭和36年7月26日	135.17	1485.00	297	2.20	7,600
2	昭和37年8月4日	163.76	4203.52	297	1.81	9,700
3	昭和47年9月17日	190.75	2159.68	297	1.56	10,700
4	昭和56年8月5日	274.36	4750.02	297	1.08	7,800
5	平成13年9月11日	157.50	2110.21	297	1.89	7,900
6	平成15年8月10日	169.36	1915.49	297	1.75	9,300
7	平成18年8月19日	166.21	1449.17	297	1.79	9,400
8	平成23年9月6日	152.09	2373.19	297	1.95	8,300
9	平成28年8月31日	195.80	5629.87	297	1.52	8,800

※100m³/sの端数については、切り上げるものとした

※拡大率：「48時間雨量(mm)」と「1/150確率雨量×1.15」との比率

※H28. 8. 31洪水は、地上観測雨量をレーダ雨量を用いて補正した洪水

1-10 対象降雨の地域分布及び時間分布の検討

1-10-1 考え方

基本高水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。

従って、1-9 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、計画降雨としての妥当性評価により代表的な洪水に適さない洪水については検討対象から除外した上で計画降雨波形を設定する。

1-10-2 棄却基準の設定

今回、計画対象洪水の選定にあたっては、一次選定として①基準地点茂岩・帯広の平均年最大流量以上かつ、②基準地点茂岩・帯広のピーク流量生起時刻前後の最大 48 時間雨量の引き伸ばし率が 2 倍以下（降雨量変化倍率 1.15 倍する前の確率雨量）となる洪水を選定した。

その中で、計画雨量までの引き伸ばしを行った結果、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。

1-10-3 地域分布の評価について

(1) 対象地域の選定

対象地域は、図 1-10-1 に示す通りであり、以下に示す 5 流域を選定した。

- A：帯広流域
- B：音更流域
- C：南帯橋流域
- D：利別流域
- E：茂岩残流域

なお、これらの対象流域を選定した主な理由について以降に示す。

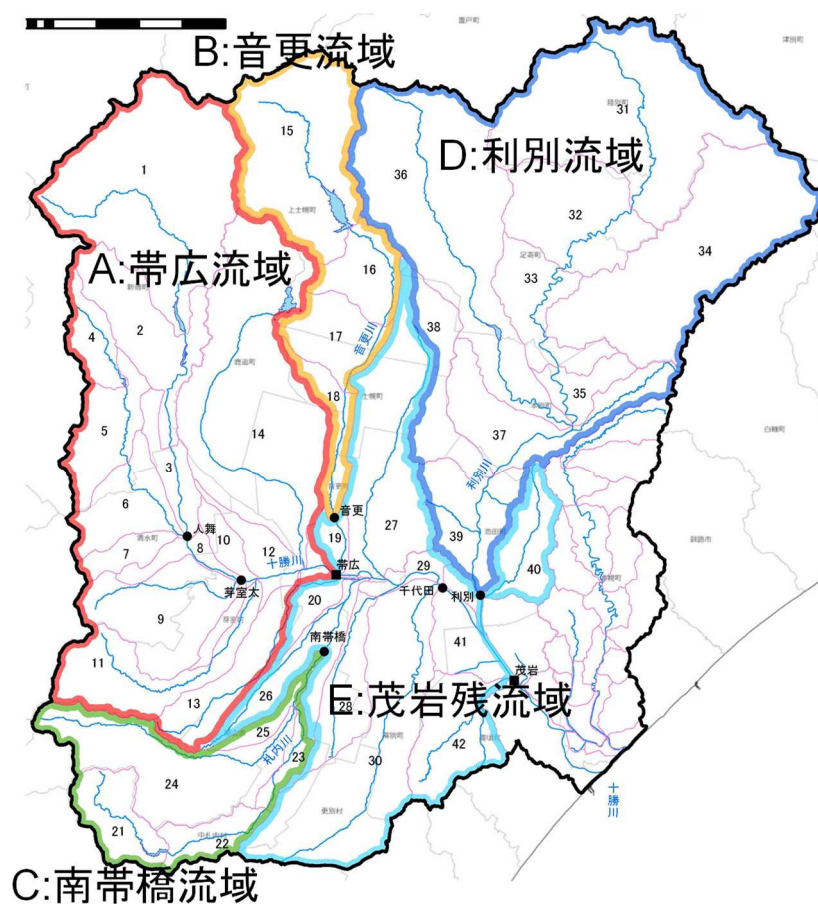


図 1-10-1 検討対象地域位置図

<対象流域の選定理由>

A：帯広流域

主要支川の札内川、音更川の合流前であり、本川上流域のハイエトの確認用として選定

B：音更流域

基準地点茂岩上流域のうち、主要支川である音更川流域のハイエトの確認用として選定

C：南帯橋流域

基準地点茂岩上流域のうち、主要支川である札内川流域のハイエトの確認用として選定

D：利別流域

基準地点茂岩上流域のうち、主要支川である利別川流域のハイエトの確認用として選定

E：茂岩残流域

基準地点帯広～茂岩間における、主要支川を除いた流域のハイエトの確認用として選定

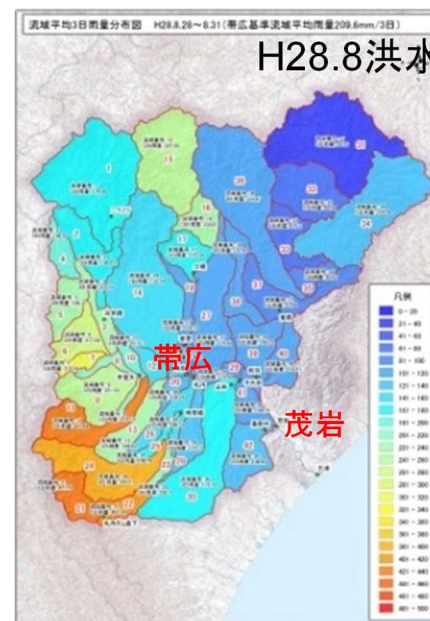
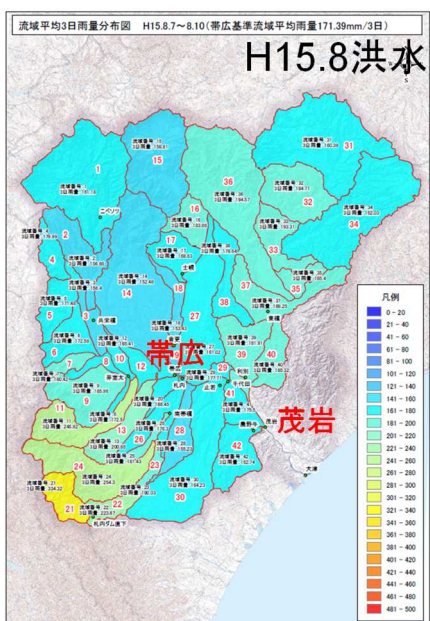
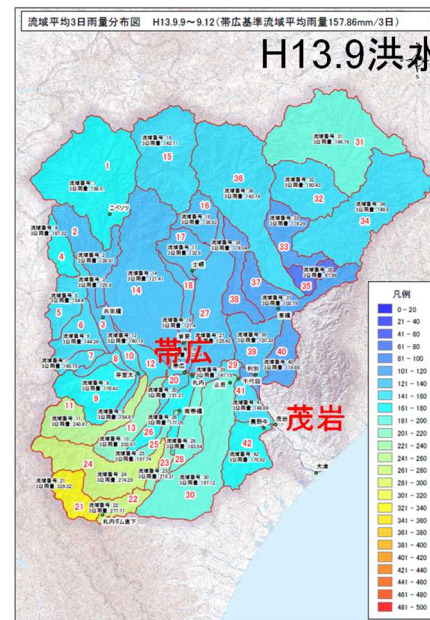
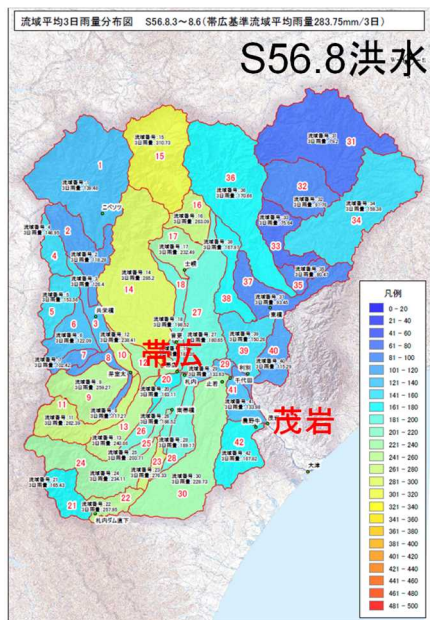
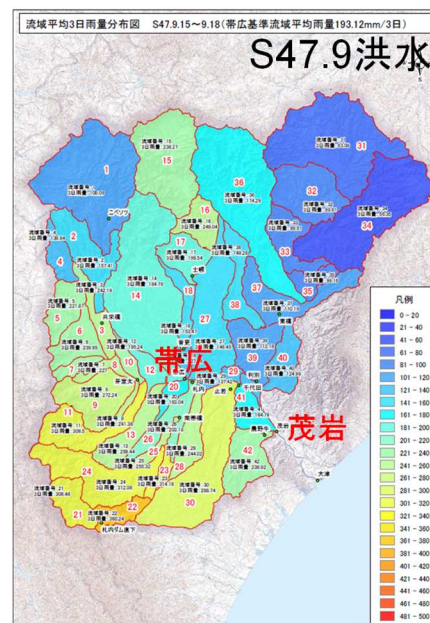
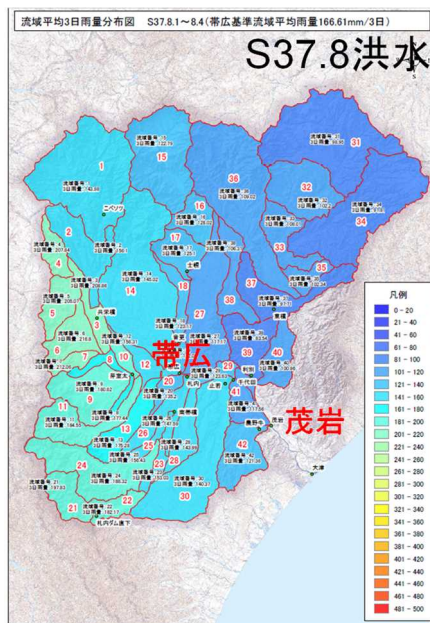


図 1-10-2 主要洪水の流域平均雨量分布図

(2) 棄却基準値の選定

各選定地域における棄却基準値を設定する。確率雨量の算定は、昭和 36 年(1961 年)～平成 22 年(2010 年)までの各流域の年最大 48 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。

表 1-10-1 棄却基準値

	1/500 確率雨量 (S36～H22 標本)
帯広流域	307mm/48hr
音更流域	340mm/48hr
南帯橋流域	351mm/48hr
利別流域	225mm/48hr
茂岩残流域	271mm/48hr

表 1-10-2 48 時間雨量 1/500 確率評価結果（帯広流域）

標本諸元	資 料	毎 年 値											
	標 本	流域平均48時間雨量											
	対 象 年	昭和36年～平成22年											
	統計年数	50											
	標 本 数	50											
標本最大値	274.36												
確率分布関数	指数分布	ガンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)	岩井法	石原・高瀬法	対数正規分布 3母数クォンタイル法	対数正規分布 3母数(Slade I)	対数正規分布 2母数(Slade I, L積率法)	対数正規分布 2母数(Slade I, 積率法)	対数正規分布 4母数(Slade iv, 積率法)
	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
1/500クォンタイル値	306.6	260.5	267.2	427.7		405.8			368.5				
SLSC	0.037	0.067	0.062	0.021		0.020			0.019				
x-COR	0.987	0.959	0.979	0.994		0.994			0.993				
p-COR	0.996	0.985	0.994	0.997		0.997			0.998				
1/500推定値	306.6	260.5	267.9	418.2		375.9			393.9				
1/500推定誤差	43.4	35.0	34.6	127.6		117.8			105.0				
: SLSC ≤ 0.04 : 対象外													

：SLSC ≤ 0.04

：対象外

表 1-10-3 48 時間雨量 1/500 確率評価結果（音更流域）

標本諸元	資 料	毎 年 値													(mm)
	標 本	流域平均48時間雨量													
	対 象 年	昭和36年～平成22年													
	統計年数	50													
	標 本 数	50													
標本最大値	265.44														
確率分布関数	指数分布	ガンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)	岩井法	石原・高瀬法	対数正規分布 3母数クォンタイル法	対数正規分布 3母数(Slade II)	対数正規分布 2母数(Slade I, L積率法)	対数正規分布 2母数(Slade I, 積率法)	対数正規分布 4母数(Slade IV, 積率法)		
	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM		
1/500クォンタイル値	339.7	288.0	307.7	429.9		407.1	341.0	359.9	370.1	359.6					
SLSC	0.020	0.048	0.042	0.018		0.017	0.021	0.018	0.016	0.017					
x-COR	0.996	0.978	0.991	0.995		0.995	0.995	0.996	0.996	0.996					
p-COR	0.995	0.990	0.996	0.998		0.998	0.997	0.998	0.998	0.998					
1/500推定値	339.7	288.0	309.1	422.0		385.5	430.9	351.4	337.6	339.1					
1/500推定誤差	43.1	34.8	38.2	111.0		93.2	88.6	64.3	84.6	66.0					

：SLSC ≤ 0.04

：対象外

表 1-10-4 48 時間雨量 1/500 確率評価結果（南帯橋流域）

(mm)

標本諸元	資 料	毎 年 値											
	標 本	流域平均48時間雨量											
	対 象 年	昭和36年～平成22年											
	統計年数	50											
	標 本 数	50											
	標本最大値	309.40											
確率分布関数	指数分布	ガンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)	岩井法	石原・高瀬法	対数正規分布 3母数クォンタイル法	対数正規分布 3母数(Slade II)	対数正規分布 2母数(Slade I, L積率法)	対数正規分布 2母数(Slade I, 積率法)	対数正規分布 4母数(Slade iv, 積率法)
	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
1/500クォンタイル値	412.4	350.1	399.0	450.3		439.5	380.6	417.7	411.1	416.2			
SLSC	0.026	0.040	0.025	0.019		0.018	0.021	0.029	0.019	0.027			
x-COR	0.992	0.984	0.994	0.994		0.994	0.992	0.994	0.994	0.994			
p-COR	0.977	0.996	0.998	0.998		0.998	0.998	0.998	0.998	0.998			
1/500推定値	412.4	350.1	402.0	441.4		423.7	438.0	407.7	430.8	394.4			
1/500推定誤差	49.8	40.2	43.8	115.0		96.5	83.2	66.0	72.8	67.1			

40.2 : SLSC ≤ 0.04
 115.0 : 対象外

表 1-10-5 48 時間雨量 1/500 確率評価結果（利別流域）

(mm)

標本諸元	資 料	毎 年 値											
	標 本	流域平均48時間雨量											
	対 象 年	昭和36年～平成22年											
	統計年数	50											
	標 本 数	50											
	標本最大値	175.33											
確率分布関数	指数分布	ガンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)	岩井法	石原・高瀬法	対数正規分布 3母数クォンタイル法	対数正規分布 3母数(Slade II)	対数正規分布 2母数(Slade I, L積率法)	対数正規分布 2母数(Slade I, 積率法)	対数正規分布 4母数(Slade iv, 積率法)
	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
1/500クォンタイル値	264.3	224.3	267.7	245.8	208.6	243.0	233.7	221.4	226.9	219.9	226.0	221.3	
SLSC	0.037	0.020	0.022	0.020	0.026	0.017	0.017	0.020	0.018	0.021	0.019	0.020	
x-COR	0.984	0.995	0.991	0.994	0.994	0.995	0.996	0.996	0.996	0.995	0.996	0.996	
p-COR	0.974	0.997	0.998	0.998	0.996	0.998	0.998	0.997	0.998	0.997	0.997	0.997	
1/500推定値	264.3	224.3	270.5	242.2	215.6	238.6	209.6	217.6	231.5	214.6	224.4	220.9	
1/500推定誤差	24.4	19.8	28.3	41.6	24.1	36.1	30.5	25.7	37.9	25.2	26.5	24.5	

19.8 : SLSC ≤ 0.04
 41.6 : 対象外

表 1-10-6 48 時間雨量 1/500 確率評価結果（茂岩残流域）

(mm)

標本諸元	資 料	毎 年 値											
	標 本	流域平均48時間雨量											
	対 象 年	昭和36年～平成22年											
	統計年数	50											
	標 本 数	50											
	標本最大値	210.07											
確率分布関数	指数分布	ガンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)	岩井法	石原・高瀬法	対数正規分布 3母数クォンタイル法	対数正規分布 3母数(Slade II)	対数正規分布 2母数(Slade I, L積率法)	対数正規分布 2母数(Slade I, 積率法)	対数正規分布 4母数(Slade iv, 積率法)
	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
1/500クォンタイル値	319.5	270.2	301.4	344.8	259.9	338.3	331.8		338.0				
SLSC	0.036	0.036	0.039	0.035	0.051	0.034	0.033		0.033				
x-COR	0.985	0.985	0.985	0.982	0.985	0.983	0.984		0.982				
p-COR	0.994	0.987	0.989	0.990	0.987	0.990	0.991		0.991				
1/500推定値	319.5	270.2	303.0	338.9	267.9	327.3	303.5		341.1				
1/500推定誤差	31.3	25.5	36.2	63.3	25.9	50.6	37.9		59.5				

25.5 : SLSC ≤ 0.04
 63.3 : 対象外

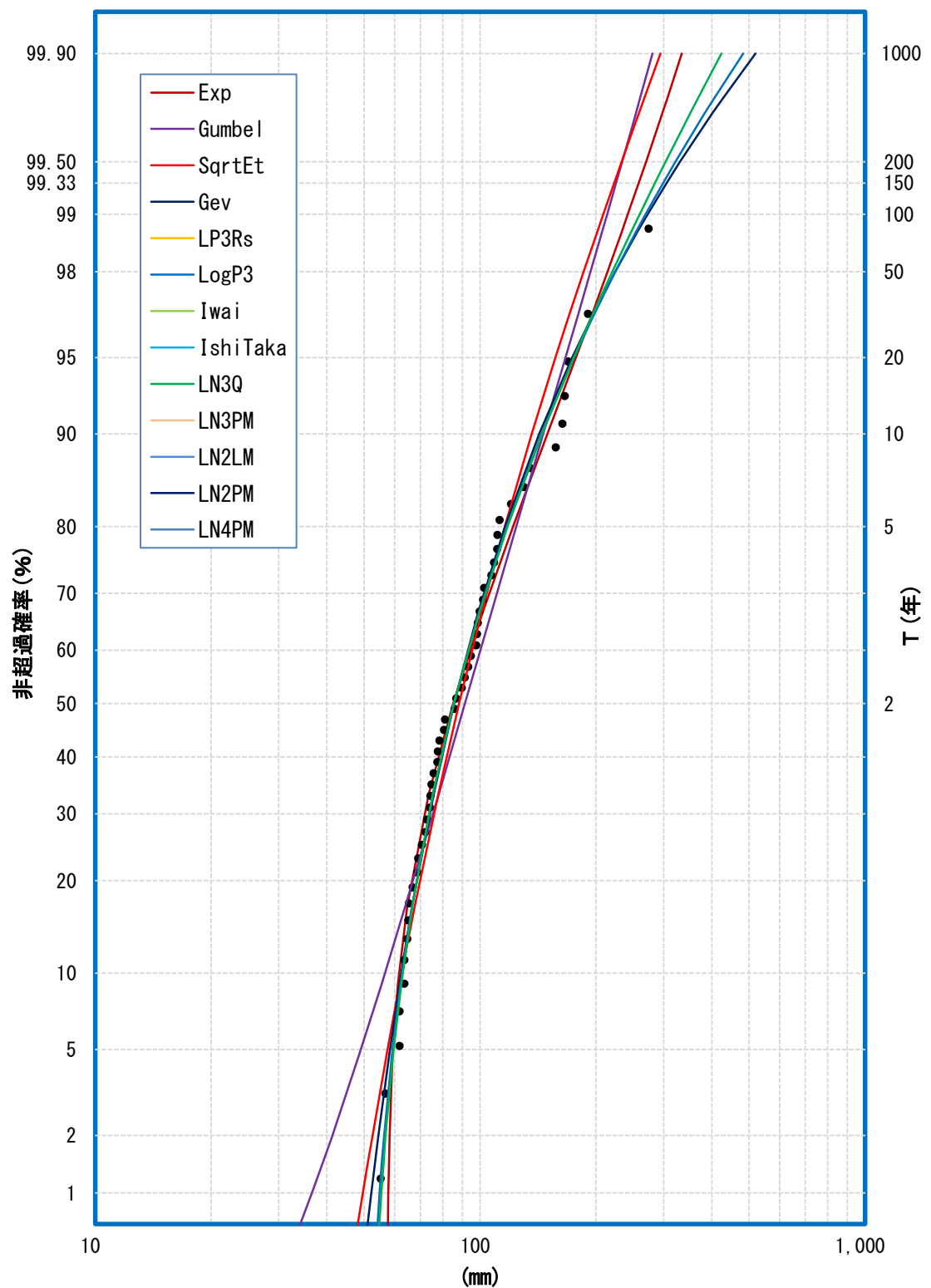


図 1-10-3 雨量確率計算結果
(帯広流域 48 時間雨量 昭和 36 年(1961 年)～平成 22 年(2010 年))

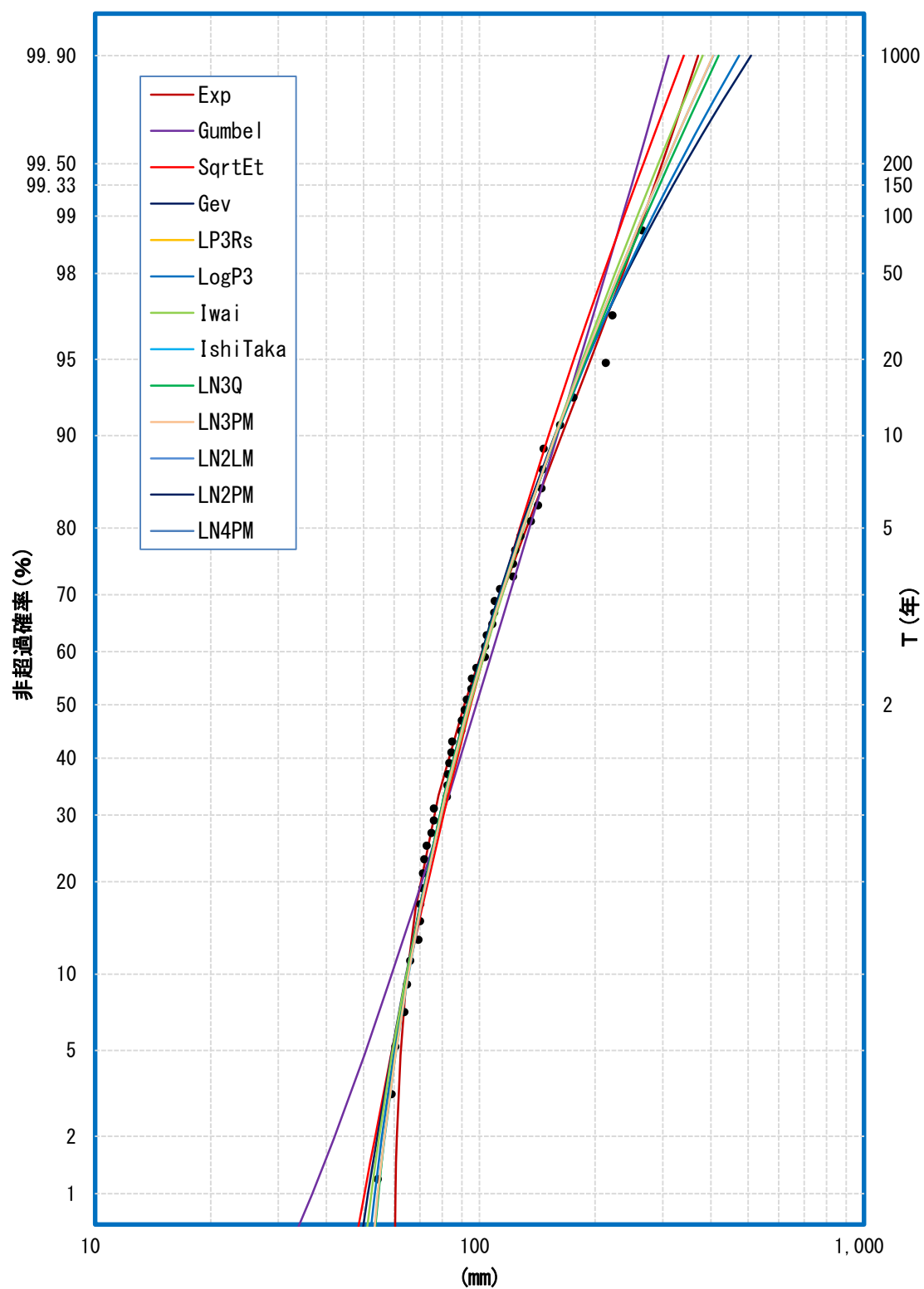


図 1-10-4 雨量確率計算結果
(音更流域 48 時間雨量 昭和 36 年(1961 年)～平成 22 年(2010 年))

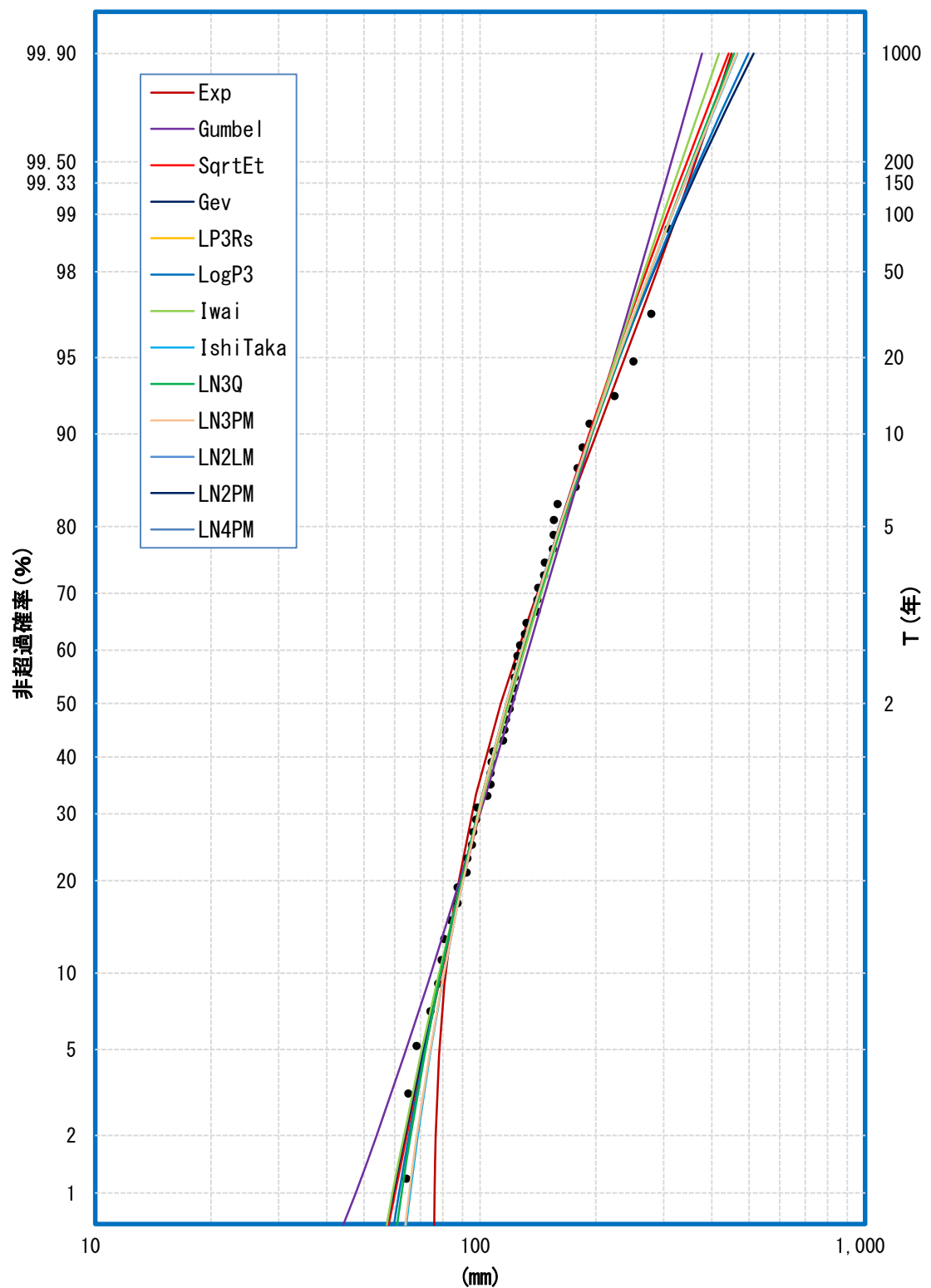


図 1-10-5 雨量確率計算結果
(南帯橋流域 48 時間雨量 昭和 36 年(1961 年)～平成 22 年(2010 年))

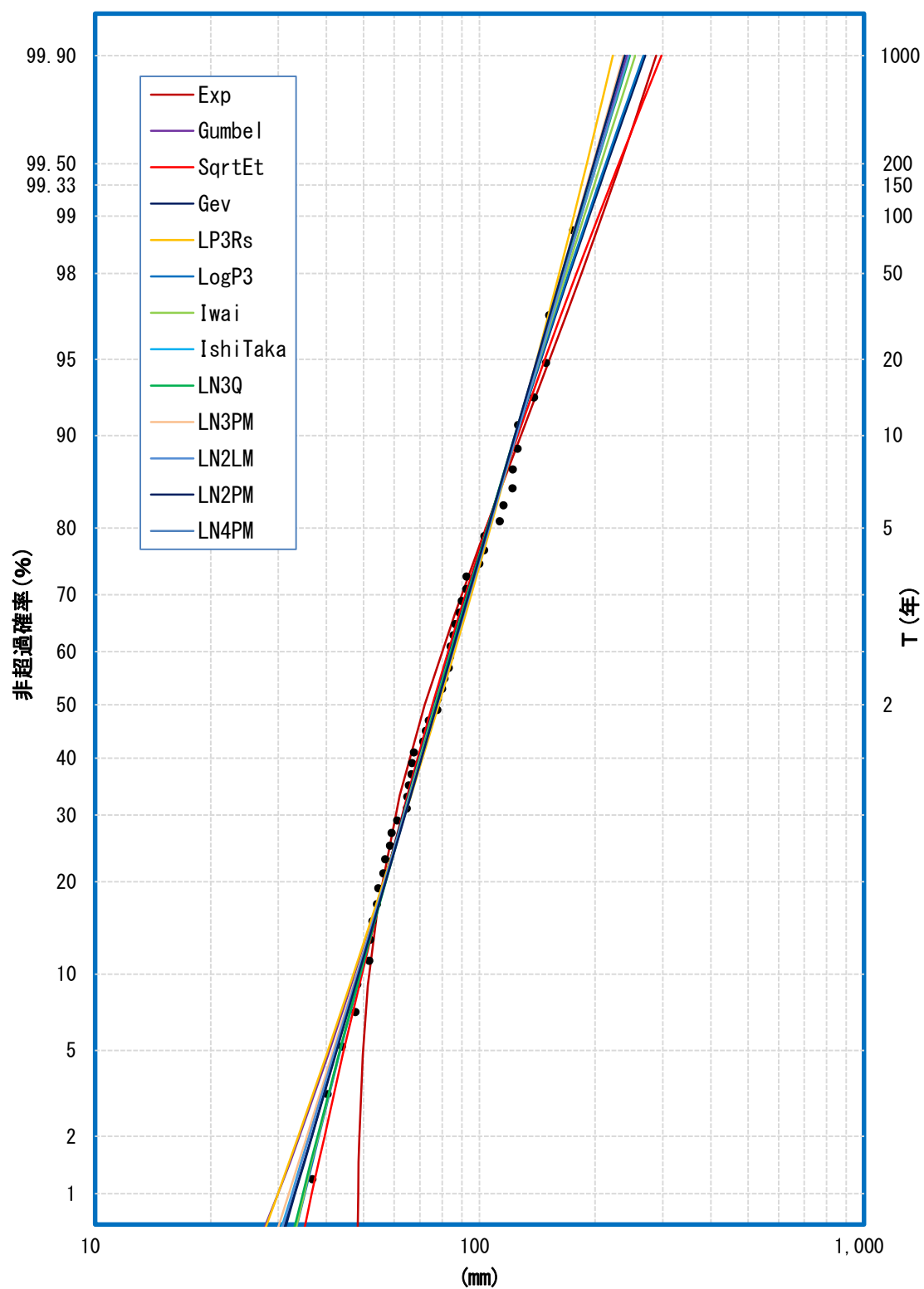


図 1-10-6 雨量確率計算結果
(利別流域 48 時間雨量 昭和 36 年(1961 年)～平成 22 年(2010 年))

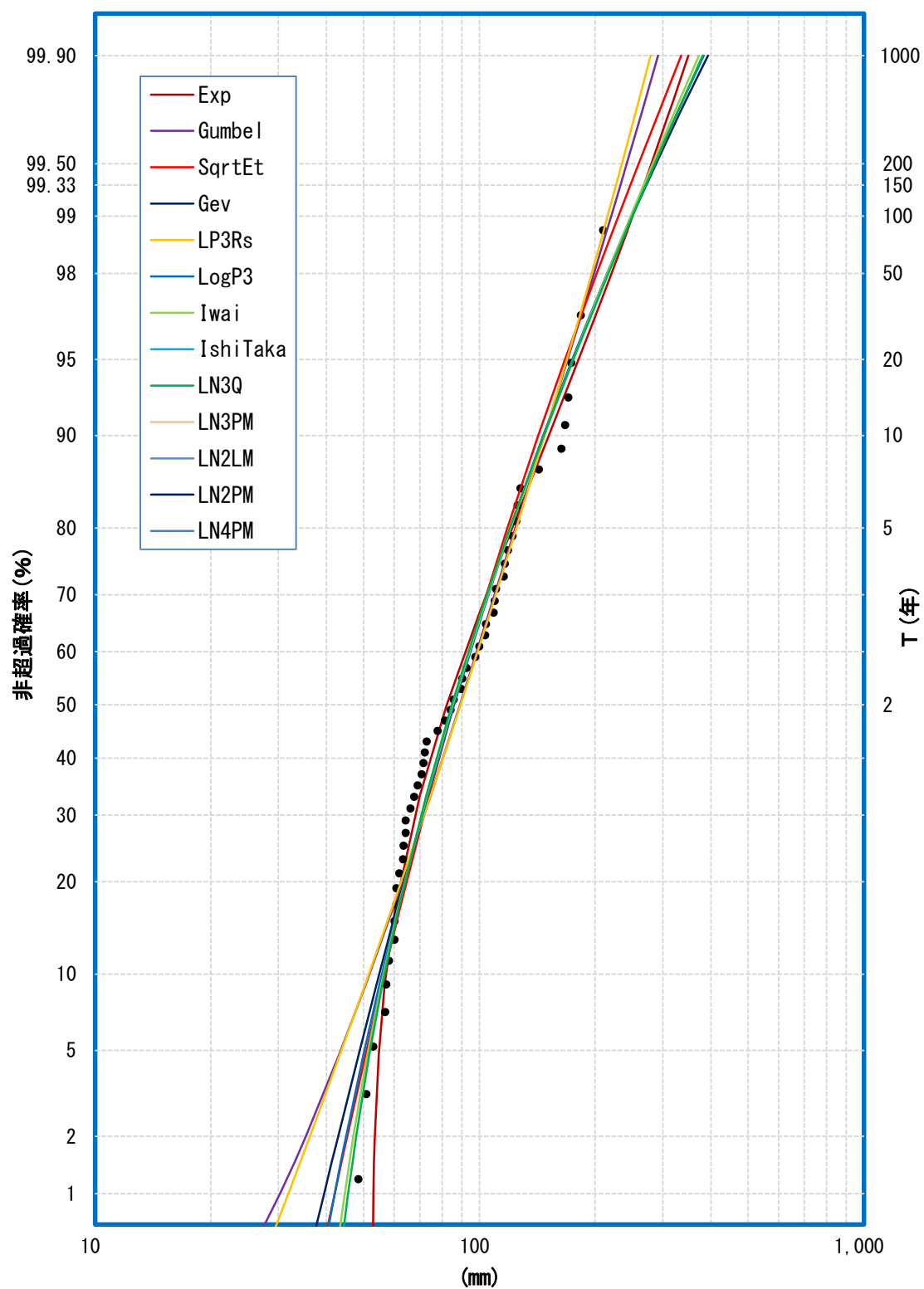


図 1-10-7 雨量確率計算結果
(茂岩残流域 48 時間雨量 昭和 36 年(1961 年)～平成 22 年(2010 年))

表 1-10-7 年最大 48 時間雨量一覽

No.	西曆	年	48時間雨量(mm)				
			帶広流域	音更流域	南帶橋流域	利別流域	茂岩残流域
1	1961	S36	135.17	123.98	119.52	92.61	57.32
2	1962	S37	163.76	122.41	184.87	99.98	127.98
3	1963	S38	66.89	113.25	64.51	64.74	66.20
4	1964	S39	130.10	142.21	116.96	90.10	125.86
5	1965	S40	74.91	82.58	106.66	65.64	73.04
6	1966	S41	72.86	136.22	95.38	71.46	60.18
7	1967	S42	93.29	95.35	104.64	66.71	104.06
8	1968	S43	61.87	76.17	132.08	40.32	60.90
9	1969	S44	65.17	54.46	123.18	66.82	60.86
10	1970	S45	63.61	69.51	79.48	47.62	72.16
11	1971	S46	89.75	85.01	120.82	81.25	116.49
12	1972	S47	190.75	222.07	309.40	102.90	210.07
13	1973	S48	94.75	82.90	92.39	72.66	77.90
14	1974	S49	77.54	90.09	77.94	64.99	58.19
15	1975	S50	98.31	128.05	141.69	113.13	109.03
16	1976	S51	70.68	92.87	74.35	77.84	69.10
17	1977	S52	64.73	66.11	68.53	56.30	92.64
18	1978	S53	74.38	75.13	87.48	56.94	60.20
19	1979	S54	91.30	71.42	146.88	77.94	110.60
20	1980	S55	68.82	64.85	84.04	54.24	64.36
21	1981	S56	274.36	265.44	223.83	125.74	183.88
22	1982	S57	86.76	108.13	140.46	103.06	48.48
23	1983	S58	61.84	71.92	65.14	36.81	89.75
24	1984	S59	65.39	63.87	98.50	43.91	64.41
25	1985	S60	80.68	76.24	96.16	67.60	81.42
26	1986	S61	107.14	103.60	125.28	88.96	124.79
27	1987	S62	72.31	84.65	92.79	54.65	63.52
28	1988	S63	101.98	103.35	108.30	122.08	173.50
29	1989	H1	108.92	147.02	159.26	122.22	170.53
30	1990	H2	69.14	71.17	106.56	51.74	70.82
31	1991	H3	77.84	122.37	124.45	73.87	90.35
32	1992	H4	99.89	109.78	122.74	115.64	115.88
33	1993	H5	74.17	72.95	127.25	61.13	85.85
34	1994	H6	78.58	98.35	115.73	80.11	100.05
35	1995	H7	102.65	70.22	114.97	52.04	97.60
36	1996	H8	56.88	60.48	80.87	48.19	53.02
37	1997	H9	120.45	95.70	147.52	85.78	103.59
38	1998	H10	111.06	146.17	179.37	152.07	122.05
39	1999	H11	81.18	91.60	155.74	84.01	71.65
40	2000	H12	86.00	70.11	140.98	52.76	63.39
41	2001	H13	157.50	145.08	278.76	149.13	163.71
42	2002	H14	97.86	109.32	155.45	92.52	118.72
43	2003	H15	169.36	162.24	250.63	175.33	167.19
44	2004	H16	75.88	59.19	107.29	58.58	67.71
45	2005	H17	112.50	175.78	192.74	126.15	109.63
46	2006	H18	166.21	213.40	177.49	138.89	50.82
47	2007	H19	98.69	104.51	154.71	86.70	142.99
48	2008	H20	55.27	82.44	97.76	59.20	56.96
49	2009	H21	63.68	89.75	87.58	83.34	61.96
50	2010	H22	110.89	83.59	130.95	84.22	84.29

(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する。

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、6 洪水が棄却される。

表 1-10-8 地域分布による拡大後降雨の確率評価表

No.	洪水名	計画降雨継続時間内(48hr)の実績雨量(mm)					基準地点茂岩計 画降雨量(mm)		基準地点茂岩 拡大率	拡大後雨量(mm)					棄却洪水
		帯広流域	音更流域	南帯橋流域	利別流域	茂岩残流域	基準地点茂岩	帯広流域		音更流域	南帯橋流域	利別流域	茂岩残流域		
1	昭和37年8月4日	163.8	122.4	184.9	100.0	128.0	133.8	214.5	1.603	263	196	296	160	205	
2	昭和47年9月18日	190.8	219.5	308.7	101.2	210.1	174.9		1.227	234	269	379	124	258	×
3	昭和56年9月6日	274.4	265.4	223.8	124.9	183.9	204.2		1.051	288	279	235	131	193	
4	昭和63年11月25日	102.0	90.3	108.1	122.0	173.5	121.6		1.764	180	159	191	215	306	×
5	平成1年6月30日	108.8	146.7	155.9	122.2	170.5	131.3		1.634	178	240	255	200	279	×
6	平成10年8月29日	110.6	145.5	179.3	152.0	122.1	134.2		1.598	177	233	287	243	195	×
7	平成10年9月17日	106.5	101.1	158.4	93.9	140.2	111.7		1.920	205	194	304	180	269	
8	平成13年9月12日	157.5	138.2	276.5	149.1	163.7	162.4		1.320	208	183	365	197	216	×
9	平成15年8月10日	169.3	161.8	248.8	175.3	167.2	175.7		1.221	207	198	304	214	204	
10	平成23年9月6日	152.0	171.6	162.4	51.8	105.3	112.0		1.915	291	329	311	99	202	
11	平成28年8月18日	126.2	155.6	149.3	134.7	114.4	130.8		1.640	207	255	245	221	188	
12	平成28年8月31日	195.8	206.2	357.1	87.6	136.1	160.7		1.335	261	275	477	117	182	×
棄却基準値【1/500】		—	—	—	—	—	—	—	—	307	340	351	225	271	

※基準地点茂岩拡大率は、基準地点茂岩1/150確率規模降雨量215mm/48hrに対する実績48時間雨量との拡大率である。

※ 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≦0.04以下かつJackknife推定誤差が最小となる手法の値による

1-10-4 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を行った。

なお、棄却基準は 1/500 とした。

(1) 対象時間の選定

対象時間は、洪水到達時間と計画降雨継続時間から設定した。

表 1-10-9 対象時間の設定

基準地点名	時間分布棄却基準（短時間雨量）として設定	
茂岩	18hr	24hr
帯広	6hr	24hr

<基準地点茂岩>

洪水到達時間の最小値が 16 時間程度であることや、18～24 時間にかけてピーク流量と短時間雨量の相関が高まることから、18 時間を短時間雨量として設定した。

また、計画降雨継続時間 48 時間の 1/2 である 24 時間を短時間雨量として設定した。

<基準地点帯広>

洪水到達時間の最小値が 7 時間程度であることや、6～9 時間にかけてピーク流量と短時間雨量の相関が高まることから、6 時間を短時間雨量として設定した。

また、計画降雨継続時間 48 時間の 1/2 である 24 時間を短時間雨量として設定した。

(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 36 年(1961 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 推定誤差が最小になる確率分布モデルにおける 1/500 確率雨量を採用した。

表 1-10-10 棄却基準値の設定

	対象時間	1/500 確率雨量 (S36～H22 標本)
基準地点茂岩	18hr	188mm/18hr
	24hr	218mm/24hr
基準地点帯広	6hr	111mm/6hr
	24hr	367mm/24hr

表 1-10-11 18 時間雨量 1/500 確率評価結果（基準地点茂岩）

標本諸元	毎 年 値												
	流域平均 tr内雨量 (tr: 18)												
	昭和36年～平成22年												
	統計年数 50												
	標本数 50												
確率分布関数	153.36												
	指数分布	ガンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)	岩井法	石原・高瀬法	対数正規分布 3母数クォンタイル法	対数正規分布 3母数(Slade 11)	対数正規分布 2母数(Slade 1, L積率法)	対数正規分布 2母数(Slade 1, 積率法)	対数正規分布 4母数(Slade 1v, 積率法)
	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
1/500クォンタイル値	220.3	187.6	217.3	215.4	183.8	209.8	195.5	193.5	208.2	192.1			
SLSC	0.031	0.022	0.020	0.019	0.028	0.020	0.021	0.022	0.020	0.022			
x-COR	0.988	0.994	0.995	0.995	0.994	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996			
p-COR	0.975	0.994	0.996	0.996	0.994	0.996	0.996	0.996	0.996	0.997			
1/500推定値	220.3	187.6	219.0	211.2	-2.5E+61	204.8	184.9	190.6	216.9	187.1			
1/500推定誤差	21.2	17.2	22.9	42.6	2.5E+61	34.5	28.9	27.1	33.0	26.7			

：SLSC $\leq$ 0.04

：対象外

SLSC $\leq$ 0.04以下 全関数平均値 202.4 mm/3日

表 1-10-12 24 時間雨量 1/500 確率評価結果（基準地点茂岩）

標本諸元	毎 年 値												
	流域平均 tc内雨量 (tc: 24)												
	昭和36年～平成22年												
	統計年数 50												
	標本数 50												
確率分布関数	186.48												
	指数分布	ガンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)	岩井法	石原・高瀬法	対数正規分布 3母数クォンタイル法	対数正規分布 3母数(Slade 11)	対数正規分布 2母数(Slade 1, L積率法)	対数正規分布 2母数(Slade 1, 積率法)	対数正規分布 4母数(Slade 1v, 積率法)
	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
1/500クォンタイル値	257.2	218.0	245.3	279.8		270.2	238.8	241.3	259.8	239.6			
SLSC	0.021	0.029	0.024	0.019		0.018	0.021	0.020	0.016	0.021			
x-COR	0.995	0.991	0.996	0.995		0.996	0.996	0.997	0.997	0.996			
p-COR	0.988	0.993	0.996	0.997		0.997	0.996	0.996	0.996	0.997			
1/500推定値	257.2	218.0	247.0	274.5		260.9	219.9	237.1	257.7	230.6			
1/500推定誤差	27.6	22.6	28.2	61.0		51.1	36.6	39.5	46.8	39.5			

：SLSC $\leq$ 0.04

：対象外

SLSC $\leq$ 0.04以下 全関数平均値 250.0 mm/3日

表 1-10-13 6 時間雨量 1/500 確率評価結果 (基準地点帯広)

標 本 諸 元	資 料		毎 年 値										
	標 本		流域平均短時間雨量 (t=6)										
	対 象 年		昭和36年～平成22年										
	統計年数		50										
	標 本 数		50										
標本最大値		86.38											
確率分布関数	指数分布	ガンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)	岩井法	石原・高瀬法	対数正規分布 3母数クォンタイル法	対数正規分布 3母数(Slade 11)	対数正規分布 2母数(Slade 1, L積率法)	対数正規分布 2母数(Slade 1, L積率法)	対数正規分布 4母数(Slade 4, L積率法)
	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
1/500クォンタイル値	129.4	110.4	166.6	129.3	107.6	125.6	117.4	112.8	118.7	112.0			
SLSC	0.035	0.027	0.056	0.025	0.032	0.022	0.022	0.026	0.021	0.027			
x-COR	0.986	0.991	0.989	0.990	0.991	0.991	0.993	0.993	0.993	0.993			
p-COR	0.985	0.994	0.995	0.996	0.993	0.996	0.996	0.995	0.996	0.995			
1/500推定値	129.4	110.4	166.5	127.2	1277.5	122.4	109.6	110.6	103.7	108.8			
1/500推定誤差	12.0	9.8	3.2	23.0	310.5	18.3	13.3	12.7	18.6	12.6			
: SLSC≦0.04 : 対象外 SLSC≦0.04以下 全関数平均値 118.1 mm/3日													

表 1-10-14 24 時間雨量 1/500 確率評価結果 (基準地点帯広)

標 本 諸 元	資 料	毎 年 値												
	標 本	流域平均 tc内雨量 (tc: 24)												
	対 象 年	昭和36年～平成22年												
	統計年数	50												
	標 本 数	50												
標本最大値		251.36												
確率分布関数	指数分布	ガンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)	対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)	岩井法	石原・高瀬法	対数正規分布 3母数クォンタイル法	対数正規分布 3母数 (Slade II)	対数正規分布 2母数 (Slade I, L積率法)	対数正規分布 2母数 (Slade I, L積率法)	対数正規分布 4母数 (Slade iv, 積率法)	
	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM	
1/500クォンタイル値	270.4	229.3	237.5	374.5		366.6			369.5					
SLSC	0.046	0.074	0.064	0.022		0.022			0.022					
x-COR	0.980	0.951	0.973	0.991		0.991			0.991					
p-COR	0.996	0.988	0.997	0.998		0.998			0.997					
1/500推定値	270.4	229.3	233.1	364.3		337.4			436.5					
1/500推定誤差	40.4	32.6	28.0	122.7		118.3			130.3					
: SLSC≤0.04 : 対象外 SLSC≤0.04以下 全関数平均値 370.2 mm/3日														

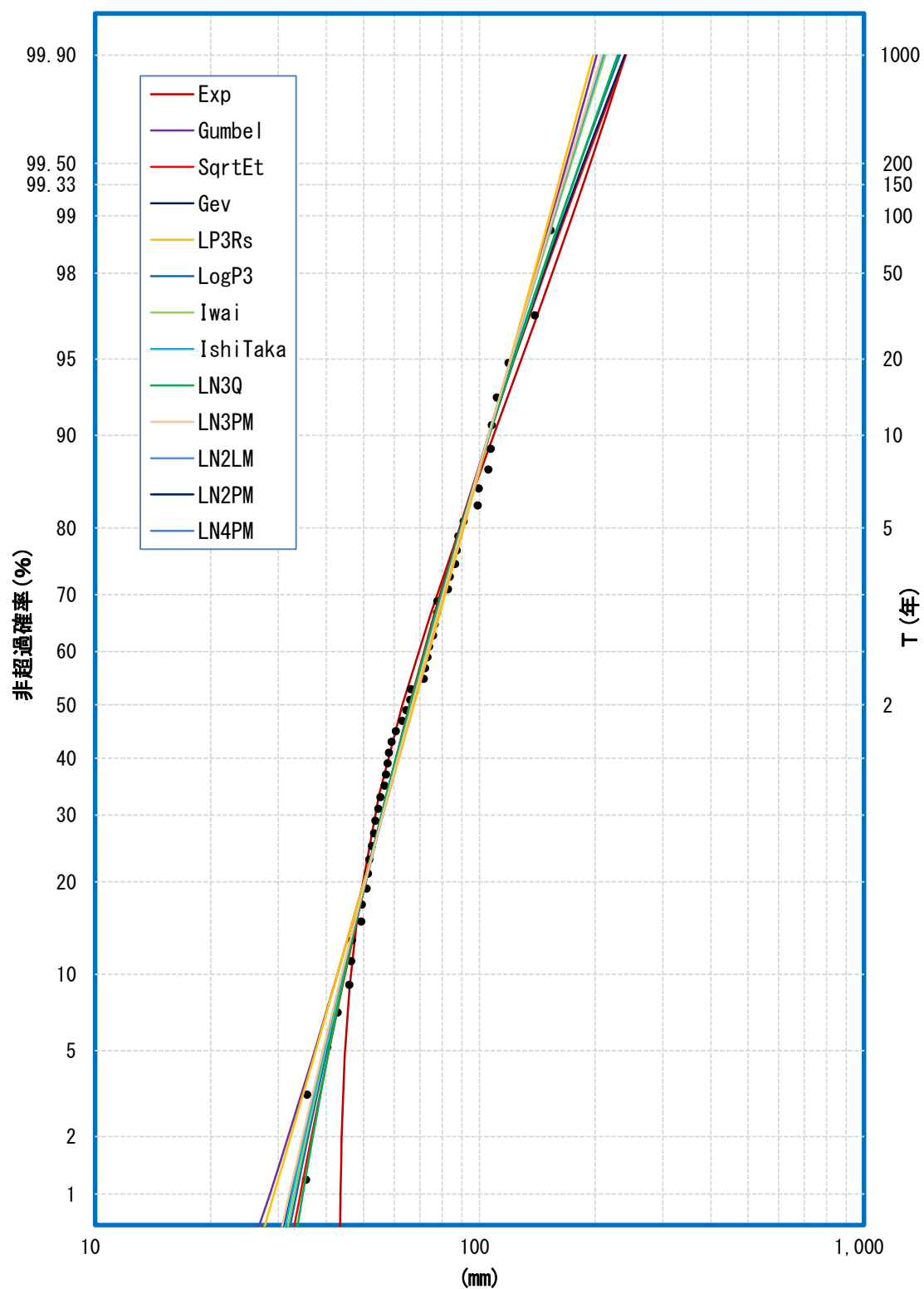


図 1-10-8 雨量確率計算結果
(基準地点茂岩 18 時間雨量 昭和 36 年(1961 年)～平成 22 年(2010 年))

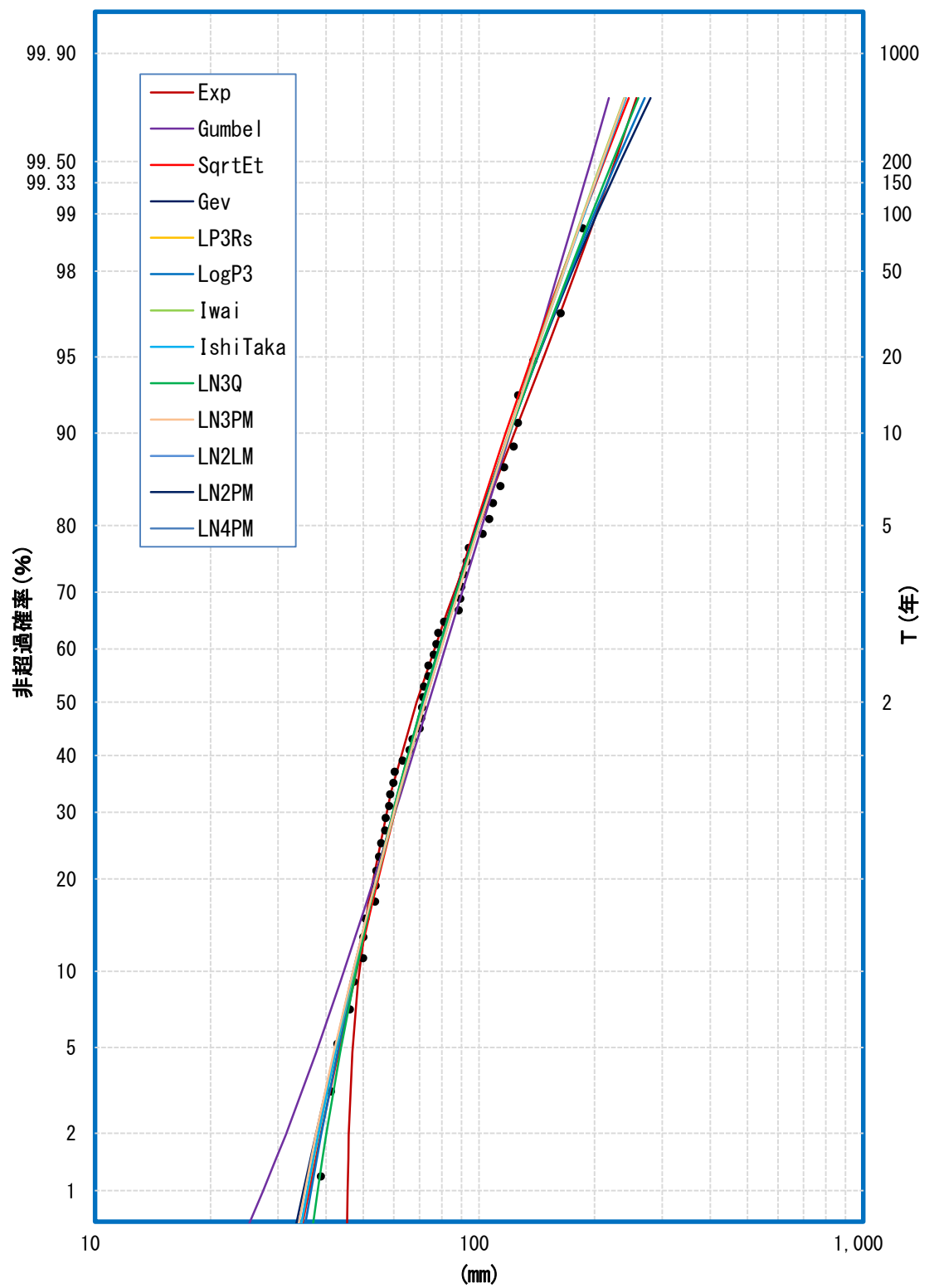


図 1-10-9 雨量確率計算結果
(基準地点茂岩 24 時間雨量 昭和 36 年(1961 年)～平成 22 年(2010 年))

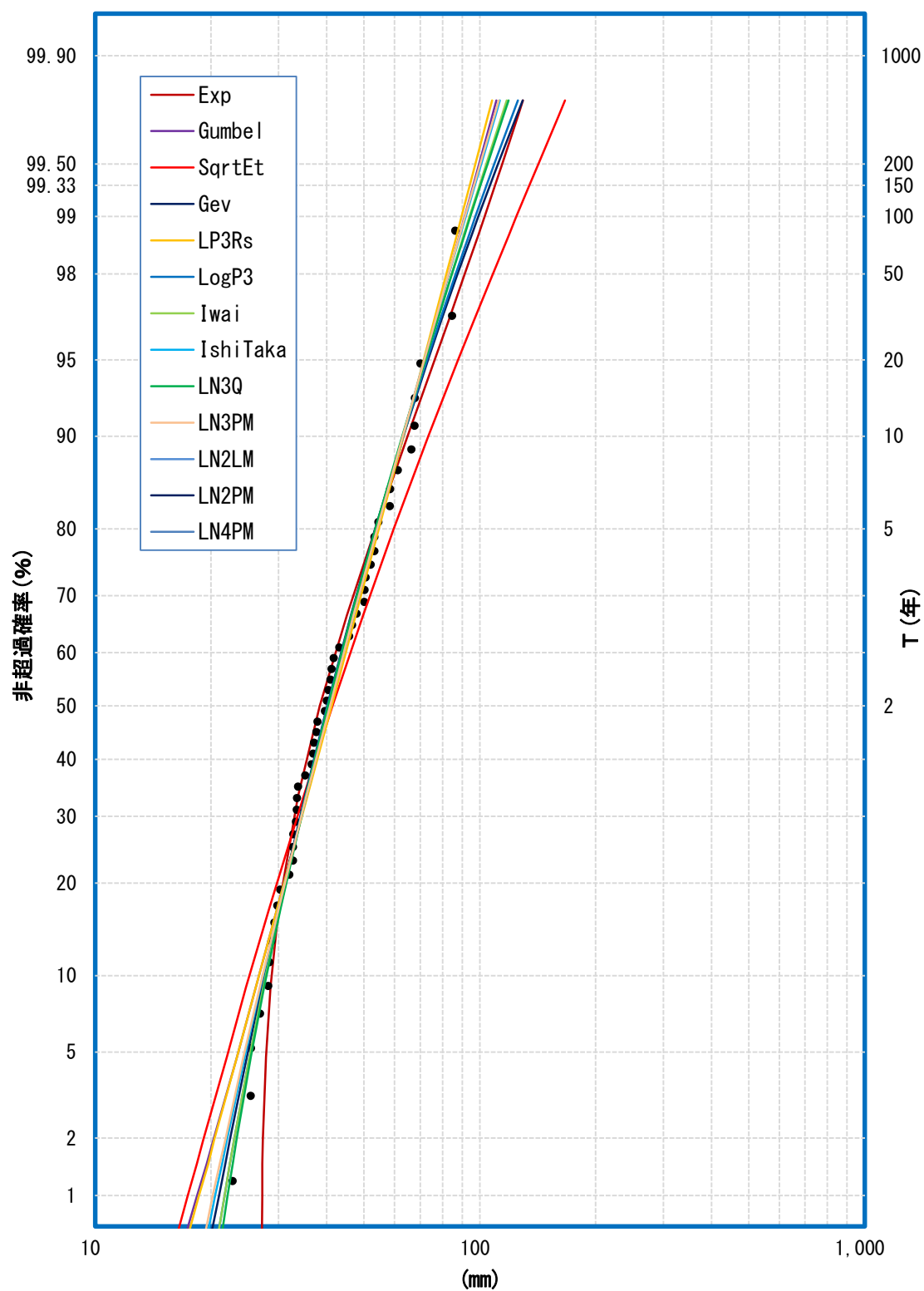


図 1-10-10 雨量確率計算結果
(基準地点帯広 6 時間雨量 昭和 36 年(1961 年)～平成 22 年(2010 年))

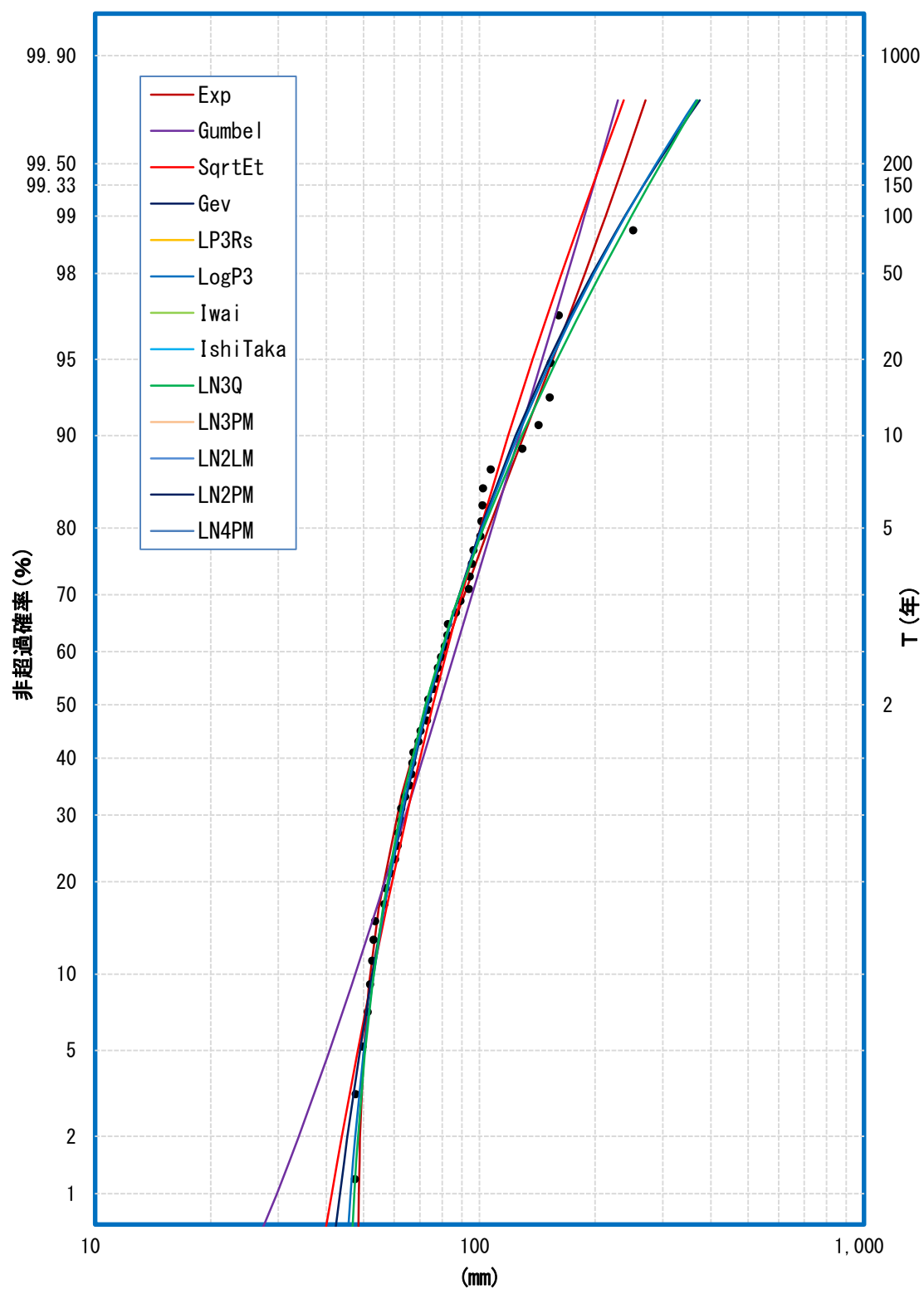


図 1-10-11 雨量確率計算結果
(基準地点帯広 24 時間雨量 昭和 36 年(1961 年)～平成 22 年(2010 年))

表 1-10-15 年最大短時間雨量一覽

No.	西曆	年	基準地点帯広上流年最大雨量(mm)		基準地点茂岩上流年最大雨量(mm)	
			6時間雨量	24時間雨量	18時間雨量	24時間雨量
1	1961	S36	40.99	93.95	66.44	71.10
2	1962	S37	70.09	142.58	107.79	116.42
3	1963	S38	37.62	61.58	57.21	58.38
4	1964	S39	50.16	101.90	76.56	89.48
5	1965	S40	37.91	60.44	66.10	67.18
6	1966	S41	25.45	56.64	50.96	54.12
7	1967	S42	26.86	77.98	59.16	70.79
8	1968	S43	30.31	51.23	35.44	38.80
9	1969	S44	39.59	61.41	52.56	53.84
10	1970	S45	32.80	58.83	46.46	47.24
11	1971	S46	28.21	49.71	51.72	55.65
12	1972	S47	86.38	153.44	119.13	138.57
13	1973	S48	41.19	86.89	71.78	77.56
14	1974	S49	50.57	76.08	60.72	65.98
15	1975	S50	66.43	95.68	83.86	92.94
16	1976	S51	47.89	70.38	73.37	73.96
17	1977	S52	29.26	52.02	51.34	55.02
18	1978	S53	32.73	73.15	49.47	50.69
19	1979	S54	40.03	82.66	82.85	88.61
20	1980	S55	33.49	52.66	42.81	46.12
21	1981	S56	84.72	251.36	153.36	186.48
22	1982	S57	36.95	69.47	63.02	71.99
23	1983	S58	25.42	53.59	40.24	41.24
24	1984	S59	33.46	64.17	58.19	58.76
25	1985	S60	67.69	79.51	75.84	76.32
26	1986	S61	53.24	89.35	91.05	94.20
27	1987	S62	32.71	66.62	46.70	50.06
28	1988	S63	31.99	96.53	99.07	113.76
29	1989	H1	52.07	82.95	87.41	106.44
30	1990	H2	50.19	62.65	53.71	57.20
31	1991	H3	33.74	77.67	77.83	78.47
32	1992	H4	53.25	81.30	74.07	81.20
33	1993	H5	37.13	62.67	55.36	63.38
34	1994	H6	36.56	67.45	64.58	71.65
35	1995	H7	35.19	66.99	45.93	49.96
36	1996	H8	22.79	47.74	35.67	42.80
37	1997	H9	67.82	102.28	88.16	91.25
38	1998	H10	54.51	100.69	105.66	108.81
39	1999	H11	45.76	73.29	72.31	73.89
40	2000	H12	28.75	73.71	49.32	57.00
41	2001	H13	43.20	129.51	107.05	126.33
42	2002	H14	58.39	94.45	99.78	102.33
43	2003	H15	61.29	152.51	139.50	163.40
44	2004	H16	33.31	57.11	53.23	53.67
45	2005	H17	46.62	107.04	111.04	123.30
46	2006	H18	58.54	160.93	86.53	126.57
47	2007	H19	28.39	65.94	57.72	70.12
48	2008	H20	40.44	53.08	54.65	59.90
49	2009	H21	29.77	47.53	56.79	60.35
50	2010	H22	41.73	101.37	77.66	90.11

(3) 時間分布の雨量評価

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

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、基準地点茂岩で 2 洪水、基準地点帯広で 1 洪水が棄却される。

表 1-10-16 基準地点茂岩 短時間降雨確率評価表

No.	洪水名	基準地点茂岩実績雨量(mm)		基準地点茂岩継続時間内(48hr)雨量(mm)	基準地点茂岩計画降雨量(mm)	基準地点茂岩拡大率	拡大後雨量(mm)		棄却洪水
		24h	18h				24h	18h	
1	昭和37年8月4日	116.4	107.8	133.8	214.5	1.603	187	173	
2	昭和47年9月18日	138.6	119.1	174.9		1.227	170	146	
3	昭和56年8月6日	186.5	153.4	204.2		1.051	196	161	
4	昭和63年11月25日	113.8	99.1	121.6		1.764	201	175	
5	平成1年6月30日	106.4	87.4	131.3		1.634	174	143	
6	平成10年8月29日	108.8	91.7	134.2		1.598	174	146	
7	平成10年9月17日	108.7	105.7	111.7		1.920	209	203	×
8	平成13年9月12日	126.3	107.1	162.4		1.320	167	141	
9	平成15年8月10日	163.4	139.5	175.7		1.221	199	170	
10	平成23年9月6日	88.4	78.9	112.0		1.915	169	151	
11	平成28年8月18日	119.7	115.4	130.8		1.640	196	189	×
12	平成28年8月31日	121.0	108.0	160.7		1.335	162	144	
棄却基準値【1/500】		—	—	—	—	—	218	188	

※基準地点茂岩拡大率は、基準地点茂岩1/150確率規模降雨量215mm/48hrに対する実績48時間雨量との拡大率である。

※ 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≦0.04以下かつJackknife推定誤差が最小となる手法の値による

表 1-10-17 基準地点帯広 短時間降雨確率評価表

No.	洪水名	基準地点帯広実績雨量(mm)		基準地点帯広継続時間内(48hr)雨量(mm)	基準地点帯広計画降雨量(mm)	基準地点帯広拡大率	拡大後雨量(mm)		棄却洪水
		24h	6h				24h	18h	
1	昭和36年7月26日	94.0	41.0	135.2	258.3	1.911	180	78	
2	昭和37年8月4日	142.6	70.1	163.8		1.577	225	111	
3	昭和47年9月17日	153.4	86.4	190.8		1.354	208	117	×
4	昭和56年8月5日	251.4	84.7	274.4		0.941	237	80	
5	平成13年9月11日	129.5	43.2	157.5		1.640	212	71	
6	平成15年8月10日	152.5	61.3	169.4		1.525	233	93	
7	平成18年8月19日	160.9	58.5	166.2		1.554	250	91	
8	平成23年9月6日	118.7	61.1	152.1		1.698	202	104	
9	平成28年8月31日	154.4	75.3	195.8		1.319	204	99	
棄却基準値【1/500】		—	—	—	—	—	367	111	

※基準地点帯広拡大率は、基準地点帯広1/150確率規模降雨量258mm/48hrに対する実績48時間雨量との拡大率である。

※ 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≦0.04以下かつJackknife推定誤差が最小となる手法の値による

1-11 主要洪水における降雨量（気候変動考慮）の引き伸ばしと流出計算

主要洪水を対象に、1/150 規模（1.15 倍）48 時間雨量となるように引き伸ばし降雨波形を作成した後、流出計算を行うと基準地点茂岩で $13,800\text{m}^3/\text{s} \sim 22,100\text{m}^3/\text{s}$ 、基準地点帯広で $7,600\text{m}^3/\text{s} \sim 10,700\text{m}^3/\text{s}$ となる。

表 1-11-1 ピーク流量一覧（茂岩地点）

No.	洪水年月日	48時間雨量 (mm)	実績流量 (m^3/s)	1/150確率降雨量 (mm) $\times 1.15$	拡大率	茂岩地点 ピーク流量 (m^3/s)
1	昭和37年8月4日	133.77	8490.06	247	1.84	20,700
2	昭和47年9月18日	174.85	4623.99	247	1.41	21,500
3	昭和56年8月6日	204.18	6749.18	247	1.21	16,900
4	昭和63年11月25日	121.58	3008.86	247	2.03	14,700
5	平成1年6月30日	131.27	2815.58	247	1.88	14,300
6	平成10年8月29日	134.22	3473.77	247	1.84	13,800
7	平成10年9月17日	111.73	4104.17	247	2.21	21,100
8	平成13年9月12日	162.44	6760.31	247	1.52	16,100
9	平成15年8月10日	175.74	5938.61	247	1.40	18,700
10	平成23年9月6日	112.01	3753.34	247	2.20	19,700
11	平成28年8月18日	130.81	3148.55	247	1.89	22,100
12	平成28年8月31日	160.70	11382.49	247	1.54	18,000

※ $100\text{m}^3/\text{s}$ の端数については、切り上げるものとした。
 ※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：「48 時間雨量 (mm)」と「1/150 確率雨量 $\times 1.15$ 」との比率
 ※H28. 8. 31 洪水は、地上観測雨量をレーダ雨量を用いて補正した洪水

表 1-11-2 ピーク流量一覧（帯広地点）

No.	洪水年月日	48時間雨量 (mm)	実績流量 (m^3/s)	1/150確率降雨量 (mm) $\times 1.15$	拡大率	帯広 ピーク流量 (m^3/s)
1	昭和36年7月26日	135.17	1485.00	297	2.20	7,600
2	昭和37年8月4日	163.76	4203.52	297	1.81	9,700
3	昭和47年9月17日	190.75	2159.68	297	1.56	10,700
4	昭和56年8月5日	274.36	4750.02	297	1.08	7,800
5	平成13年9月11日	157.50	2110.21	297	1.89	7,900
6	平成15年8月10日	169.36	1915.49	297	1.75	9,300
7	平成18年8月19日	166.21	1449.17	297	1.79	9,400
8	平成23年9月6日	152.09	2373.19	297	1.95	8,300
9	平成28年8月31日	195.80	5629.87	297	1.52	8,800

※ $100\text{m}^3/\text{s}$ の端数については、切り上げるものとした。
 ※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：「48 時間雨量 (mm)」と「1/150 確率雨量 $\times 1.15$ 」との比率
 ※H28. 8. 31 洪水は、地上観測雨量をレーダ雨量を用いて補正した洪水

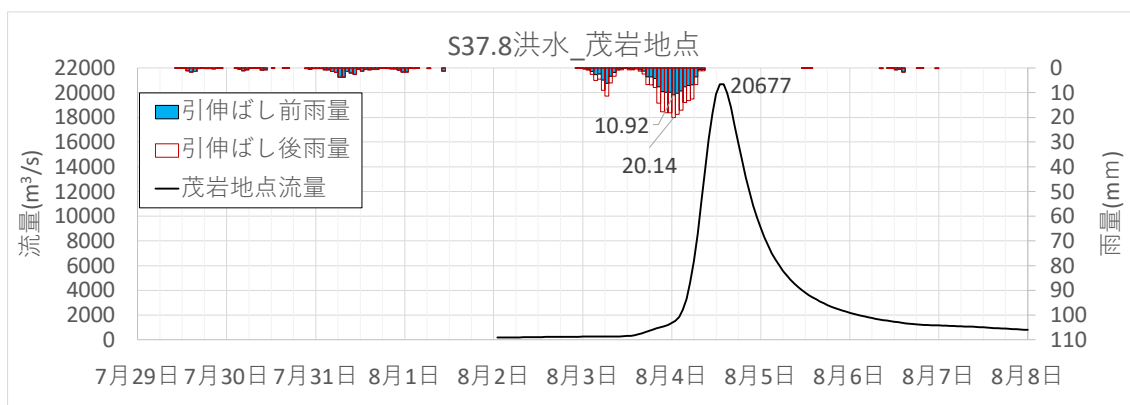


図 1-11-1 基本高水ハイドログラフ（昭和 37 年 8 月洪水 茂岩地点）

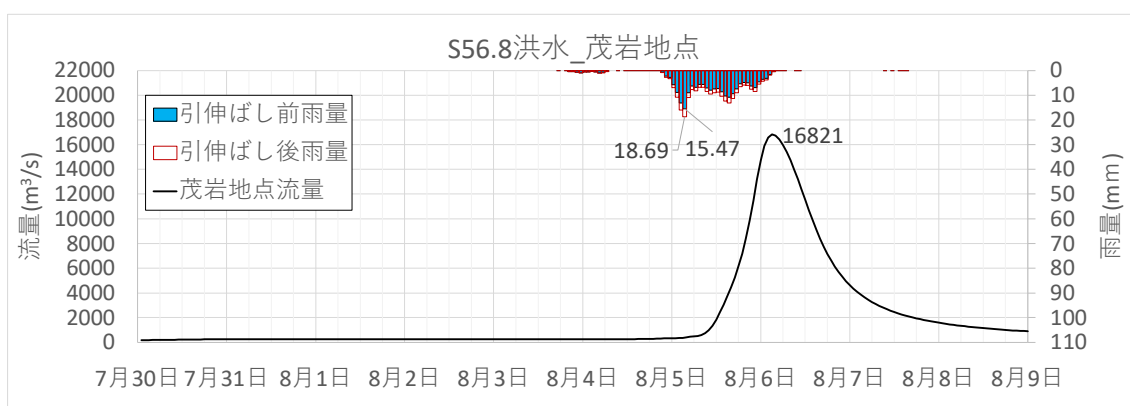


図 1-11-2 基本高水ハイドログラフ（昭和 56 年 8 月洪水 茂岩地点）

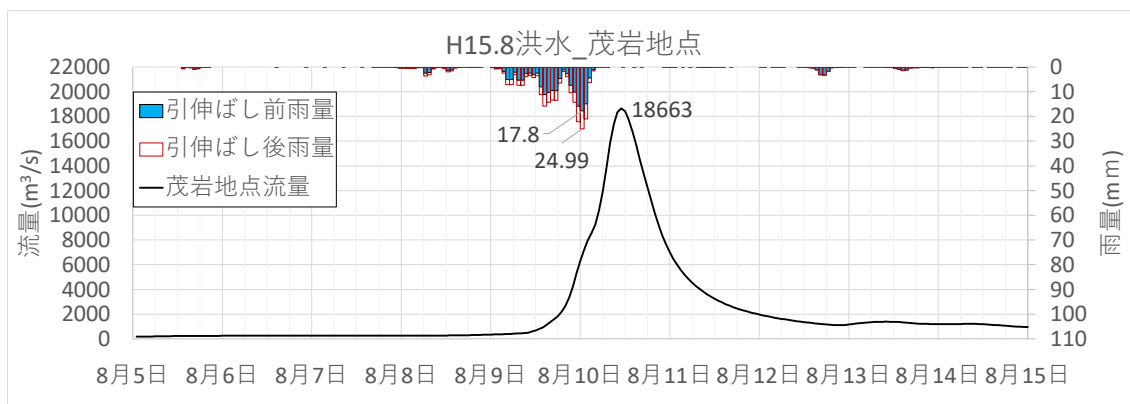


図 1-11-3 基本高水ハイドログラフ（平成 15 年 8 月洪水 茂岩地点）

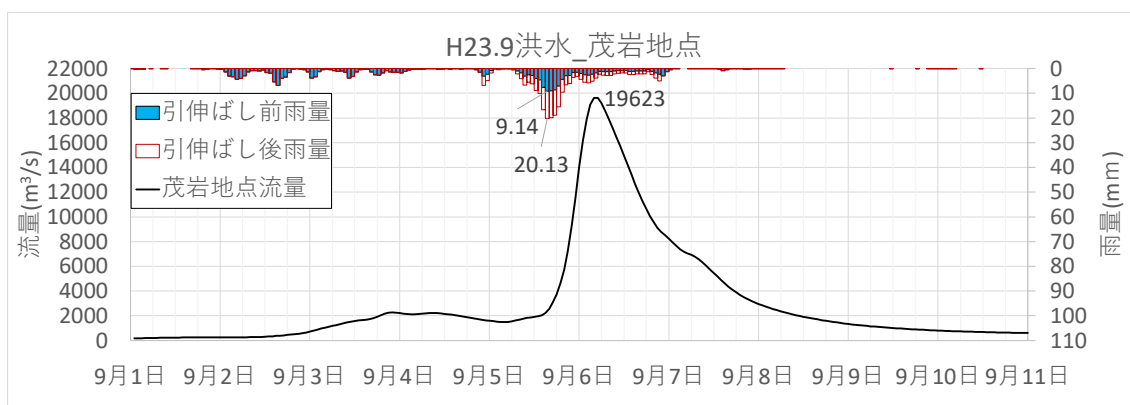


図 1-11-4 基本高水ハイドログラフ（平成 23 年 9 月洪水 茂岩地点）

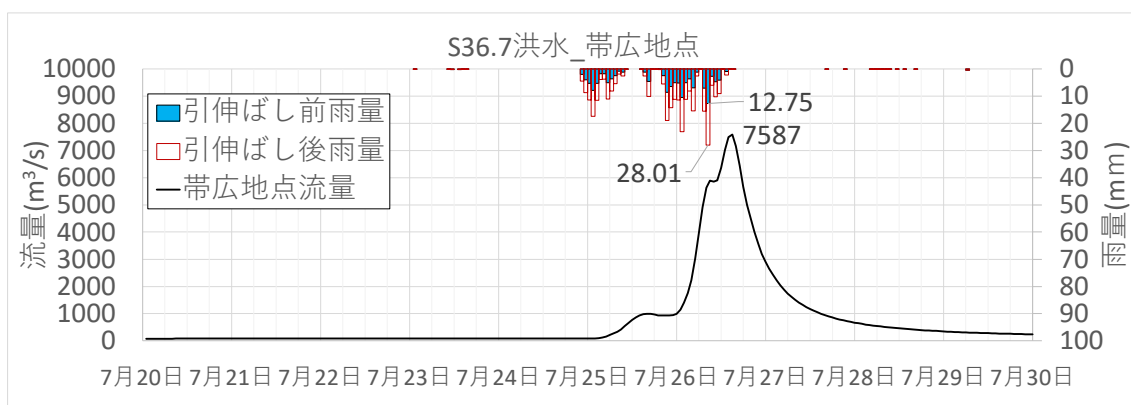


図 1-11-5 基本高水ハイドログラフ（昭和 36 年 7 月洪水 帯広地点）

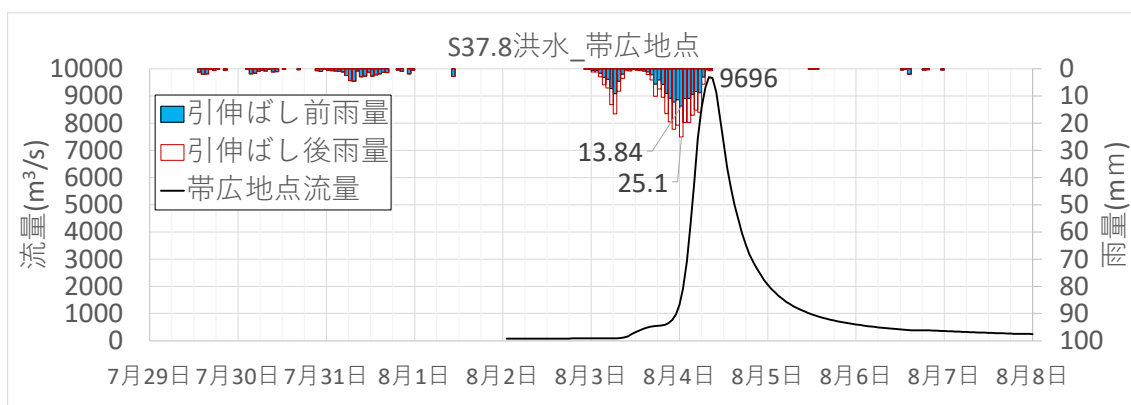


図 1-11-6 基本高水ハイドログラフ（昭和 37 年 8 月洪水 帯広地点）

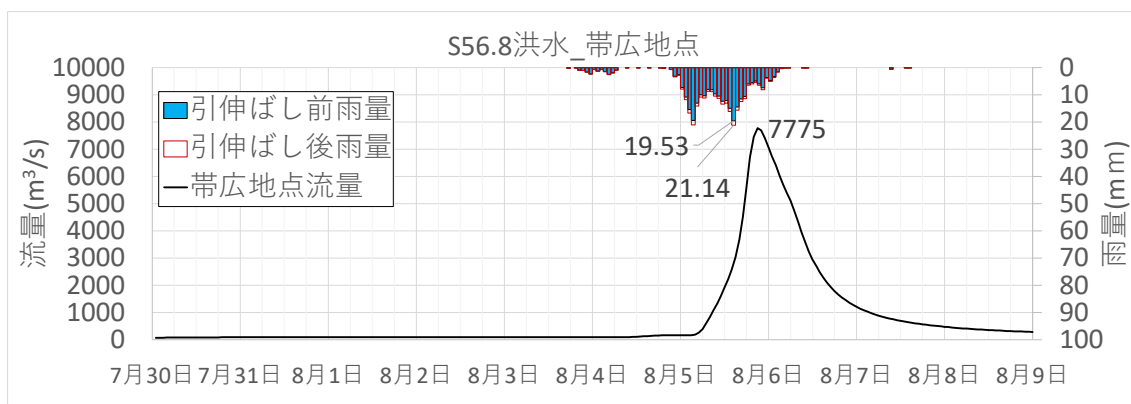


図 1-11-7 基本高水ハイドログラフ（昭和 56 年 8 月洪水 帯広地点）

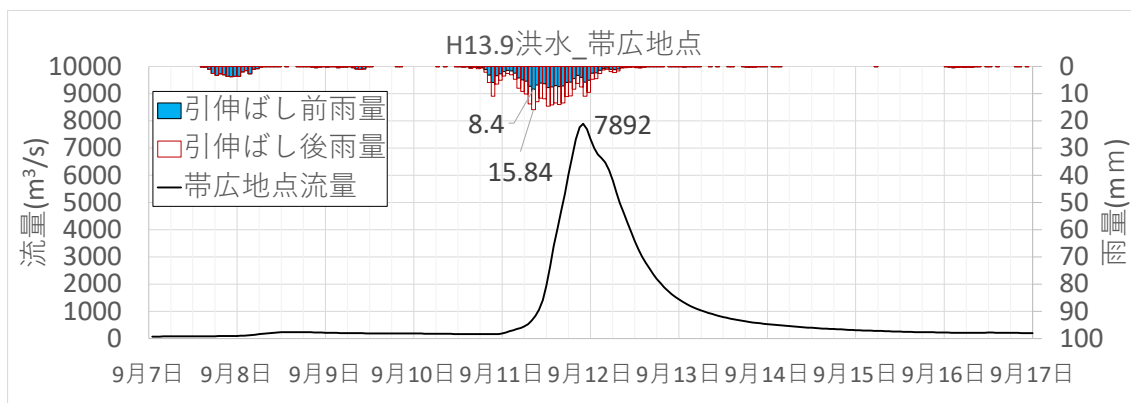


図 1-11-8 基本高水ハイドログラフ（平成 13 年 9 月洪水 帯広地点）

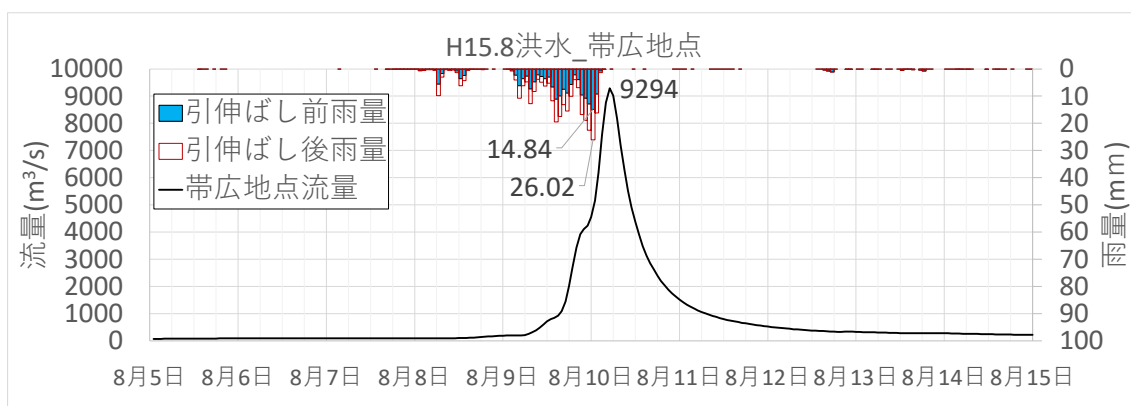


図 1-11-9 基本高水ハイドログラフ (平成 15 年 8 月洪水 帯広地点)

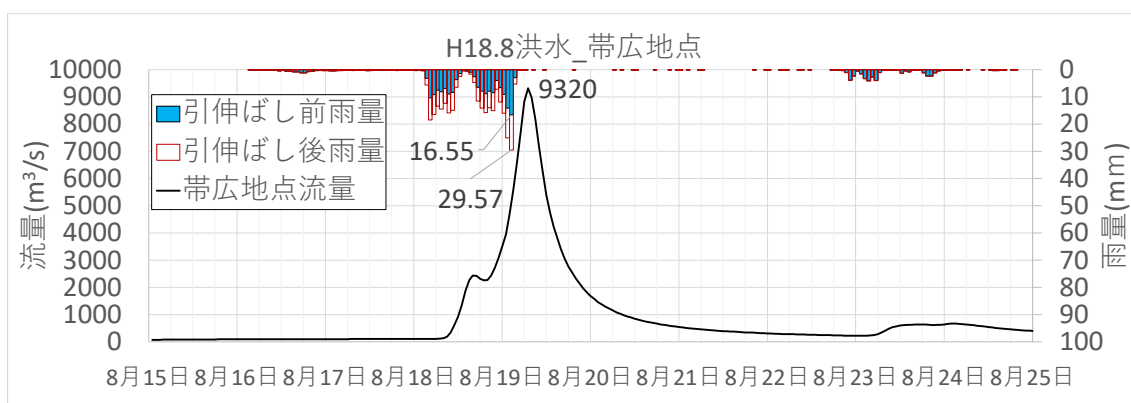


図 1-11-10 基本高水ハイドログラフ (平成 18 年 8 月洪水 帯広地点)

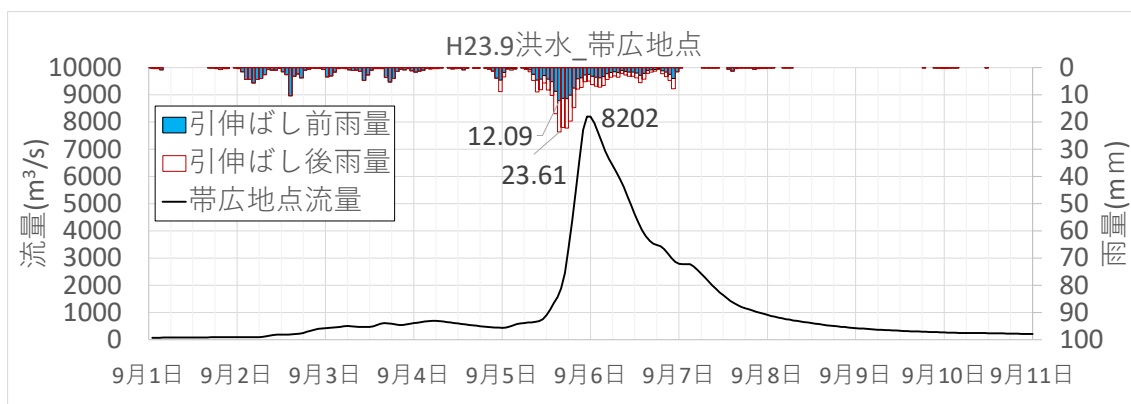


図 1-11-11 基本高水ハイドログラフ (平成 23 年 9 月洪水 帯広地点)

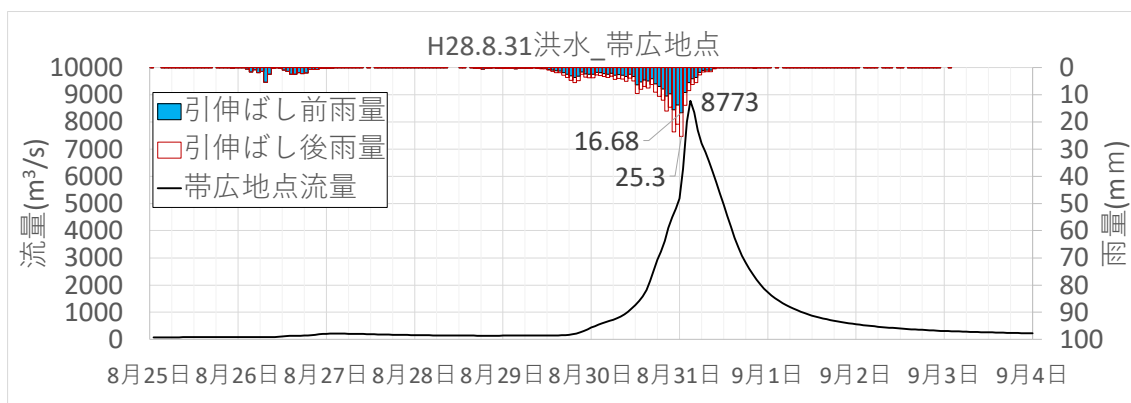


図 1-11-12 基本高水ハイドログラフ (平成 28 年 8 月 31 日洪水 帯広地点)

1-12 アンサンブル予測降雨波形による検討

1-12-1 アンサンブル予測降雨波形による流出計算

平成 28 年(2016 年)8 月の北海道における豪雨災害を受け、「平成 28 年 8 月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会」が設置され、「我が国においても気候変動の影響が特に大きいと予測される北海道が、先導的に気候変動の適応策に取り組むべきであり、気候変動による将来の影響を科学的に予測し、具体的なリスク評価をもとに治水対策を講じるべき」と報告している。

同報告を受け、平成 29 年(2017 年)6 月に「北海道地方における気候変動予測(水分野)技術検討委員会」を設置し、気候予測アンサンブルデータを取りまとめている。

気候予測アンサンブルデータは、文部科学省・気候変動リスク情報創生プログラムおよび海洋研究開発機構・地球シミュレータ特別推進課題において作成された地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース(d4PDF)(20km メッシュ)であり、過去実験 3,000 年分、将来実験 5,400 年分(4℃上昇)・3,240 年分(2℃上昇:d2PDF)のデータという国内でも類を見ない大量のデータで構成されており、物理的に発生し得る様々な気象パターンを想定することが可能である。

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

解像度 5km メッシュにダウンスケーリングされたアンサンブルデータにおけるアンサンブル予測降雨波形(d2PDF)から、計画対象降雨の降雨量 247mm/48 時間(基準地点茂岩)、降雨量 297mm/48 時間(基準地点帯広)に近い 10 洪水をそれぞれ抽出した。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 48 時間雨量 247mm(基準地点茂岩)、297mm(基準地点帯広)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 11,400m³/s～21,700m³/s の範囲(基準地点茂岩)、約 4,500m³/s～12,400m³/s の範囲(基準地点帯広)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。

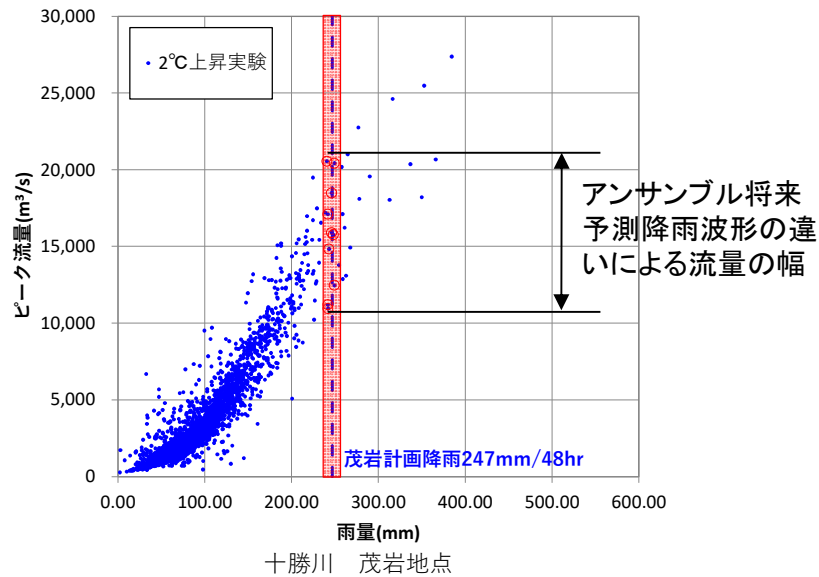


図 1-12-1 アンサンブル予測降雨波形からの抽出（基準地点茂岩）

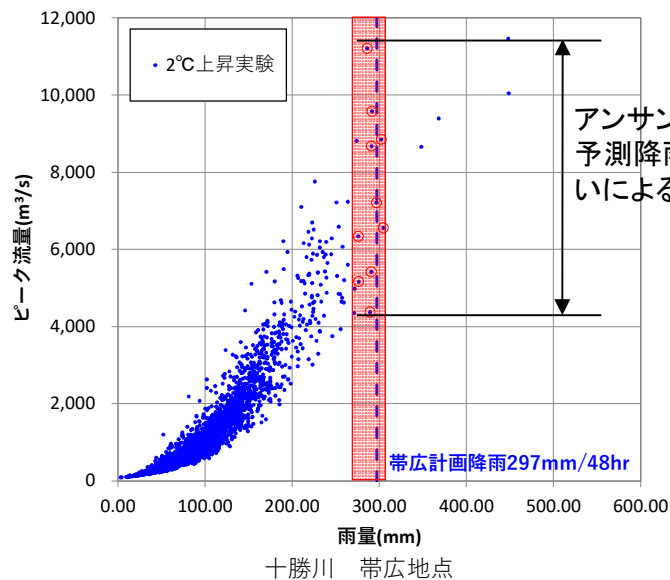


図 1-12-2 アンサンブル予測降雨波形からの抽出（基準地点帯広）

■ d2PDF の年最大雨量標本（将来 3, 240 ケース）を流出計算

■ 著しい引き伸ばし等によって降雨波形を歪めることがないよう、計画対象降雨の降雨量近傍の洪水を抽出

※アンサンブル将来予測降雨波形データは、「北海道地方における気候変動を踏まえた治水対策技術検討会」山田委員から提供頂いた d2PDF 5km ダウンスケーリングデータを使用した

表 1-12-1 アンサンブル予測降雨波形のピーク流量一覧（基準地点茂岩）

洪水名	茂岩地点 48時間雨量 (mm)	気候変動後 1/150雨量 (mm)	拡大率	茂岩地点 ピーク流量 (m ³ /s)
将来実験				
HFB_2K_MP_m108	249.4	247	0.989	21,100
HFB_2K_MR_m108	249.3		0.990	12,800
HFB_2K_MI_m104	248.0		0.995	15,800
HFB_2K_MI_m109	246.0		1.003	16,300
HFB_2K_MR_m103	246.0		1.003	18,900
HFB_2K_HA_m101	243.2		1.014	15,300
HFB_2K_MI_m109	241.9		1.020	11,400
HFB_2K_HA_m108	241.8		1.020	11,500
HFB_2K_MR_m101	241.6		1.021	16,000
HFB_2K_MI_m103	240.5		1.026	21,700

※拡大率：「48 時間雨量」と「計画降雨量」との比率

表 1-12-2 アンサンブル予測降雨波形のピーク流量一覧（基準地点帯広）

洪水名	帯広地点 48時間雨量 (mm)	気候変動後 1/150雨量 (mm)	拡大率	帯広地点 ピーク流量 (m ³ /s)
将来実験				
HFB_2K_GF_m109	304.6	297	0.975	6,400
HFB_2K_MP_m102	302.3		0.983	8,800
HFB_2K_MR_m104	296.6		1.001	7,200
HFB_2K_GF_m106	291.5		1.019	9,800
HFB_2K_MI_m102	290.9		1.021	8,900
HFB_2K_MR_m108	290.7		1.022	5,600
HFB_2K_CC_m106	289.3		1.027	4,500
HFB_2K_MI_m103	286.1		1.038	12,400
HFB_2K_MP_m104	276.4		1.075	5,800
HFB_2K_GF_m101	275.8		1.077	6,900

※拡大率：「48 時間雨量」と「計画降雨量」との比率

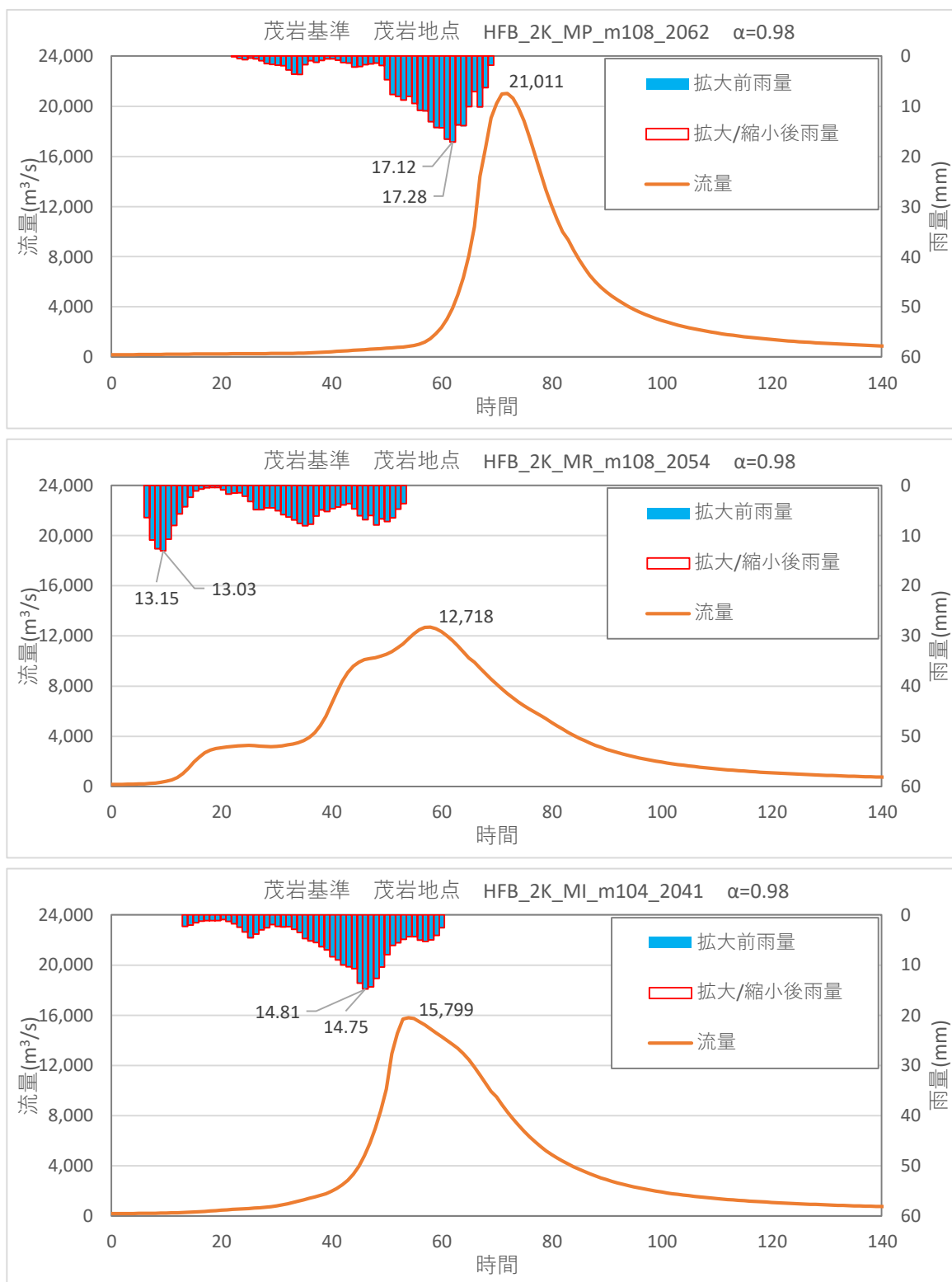


図 1-12-3 抽出した予測降雨波形のハイドログラフ（基準地点茂岩）

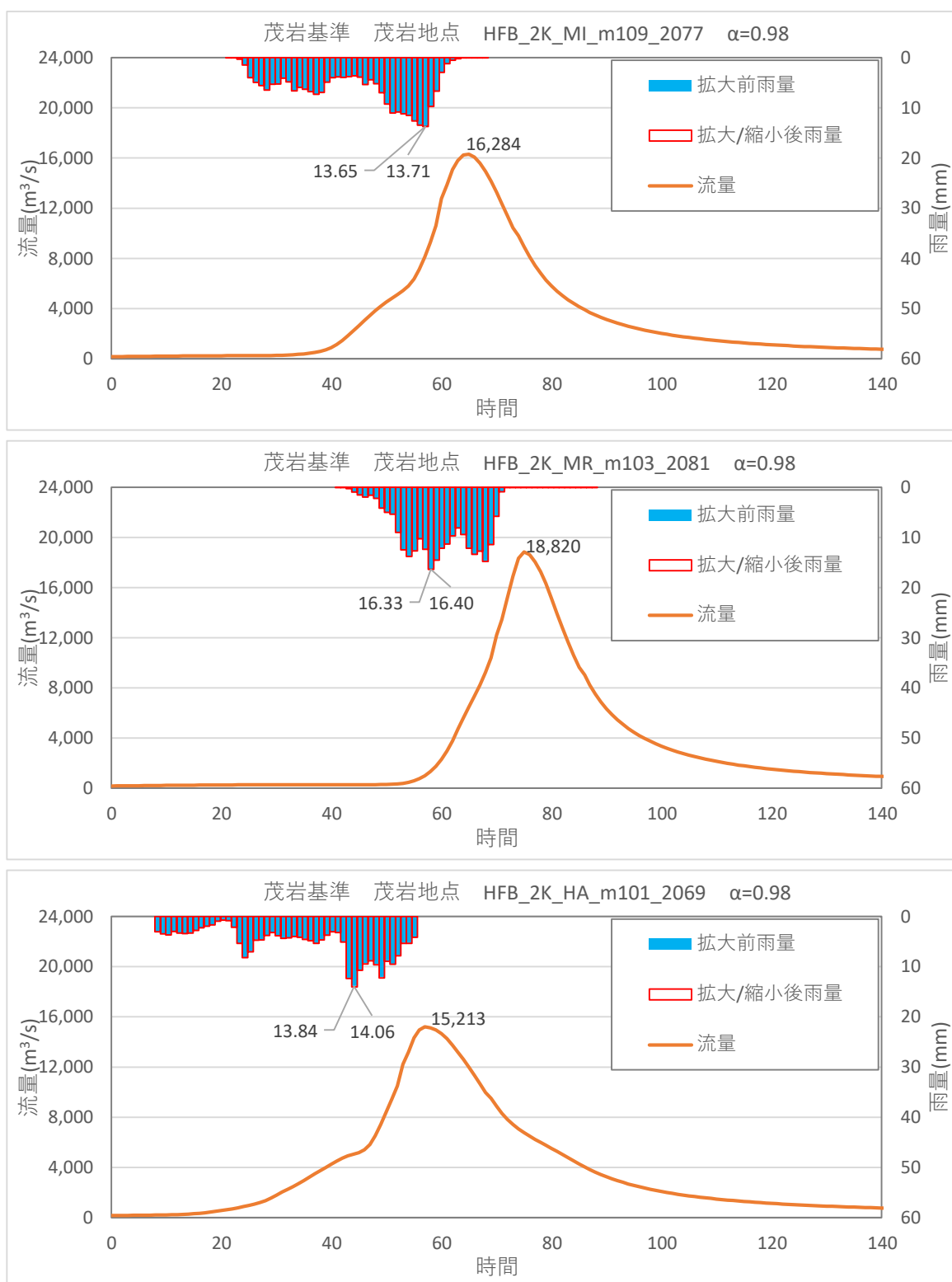


図 1-12-4 抽出した予測降雨波形のハイドログラフ（基準地点茂岩）

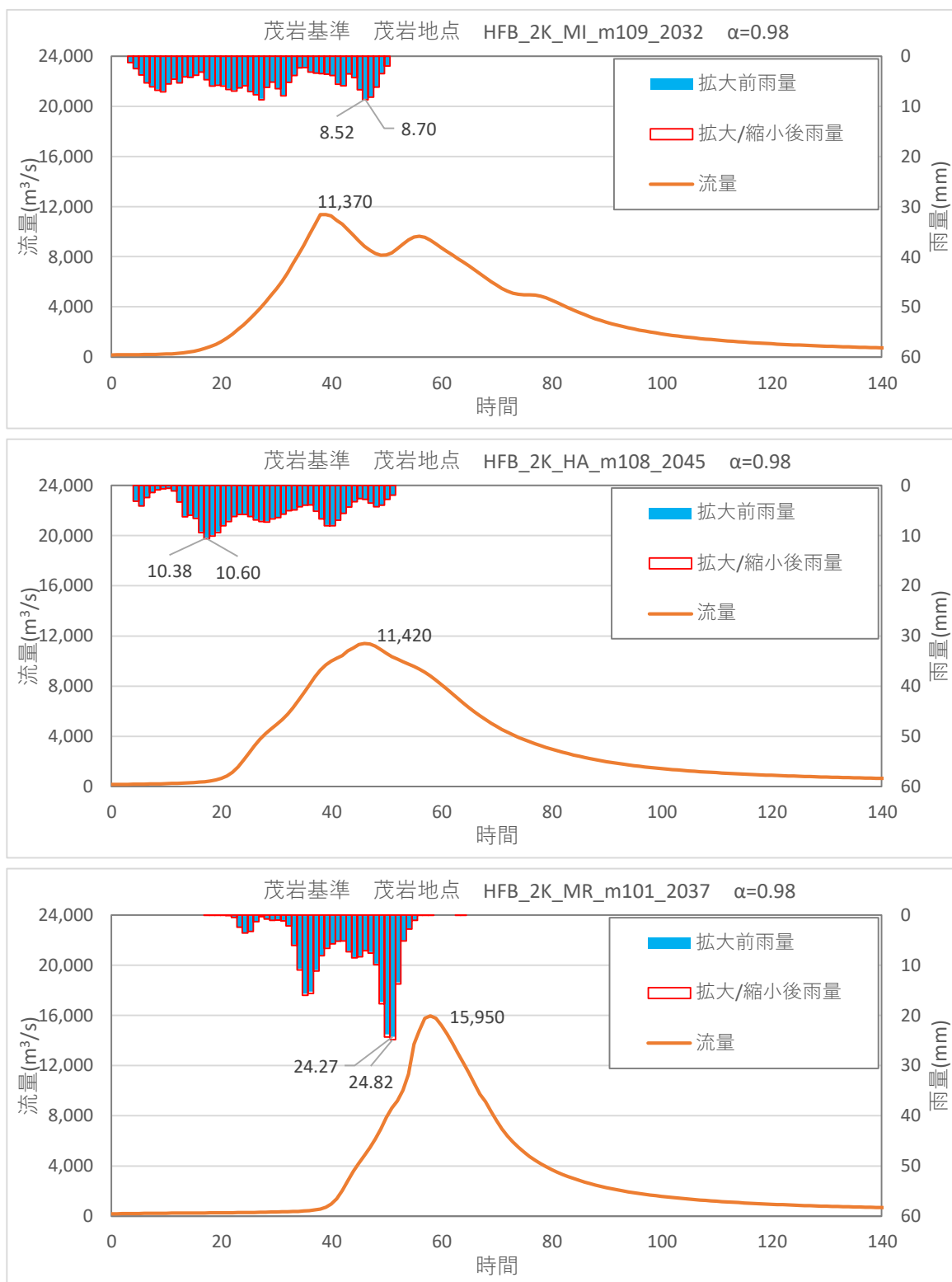


図 1-12-5 抽出した予測降雨波形のハイドログラフ（基準地点茂岩）

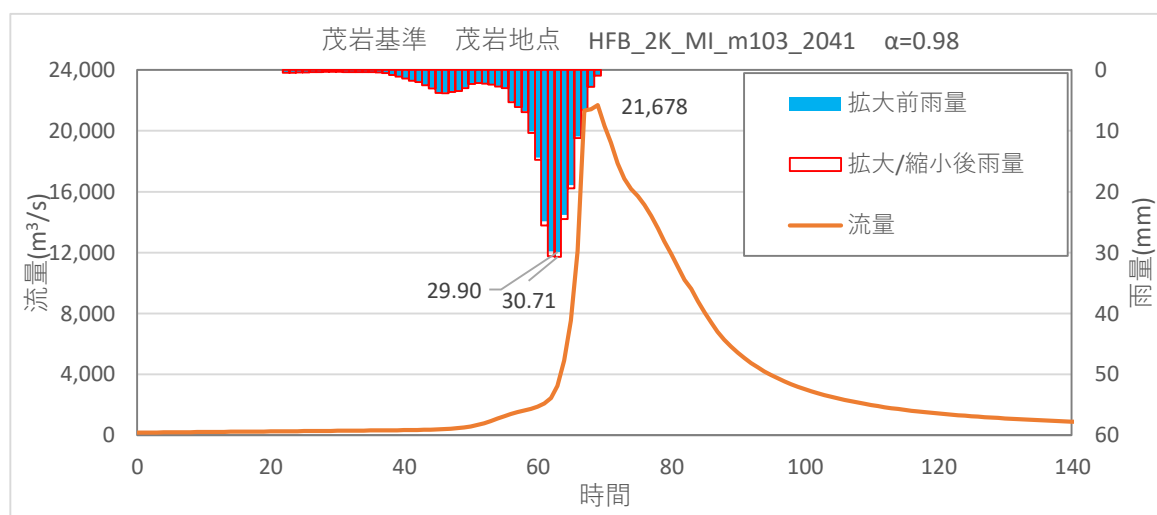


図 1-12-6 抽出した予測降雨波形のハイドログラフ（基準地点茂岩）

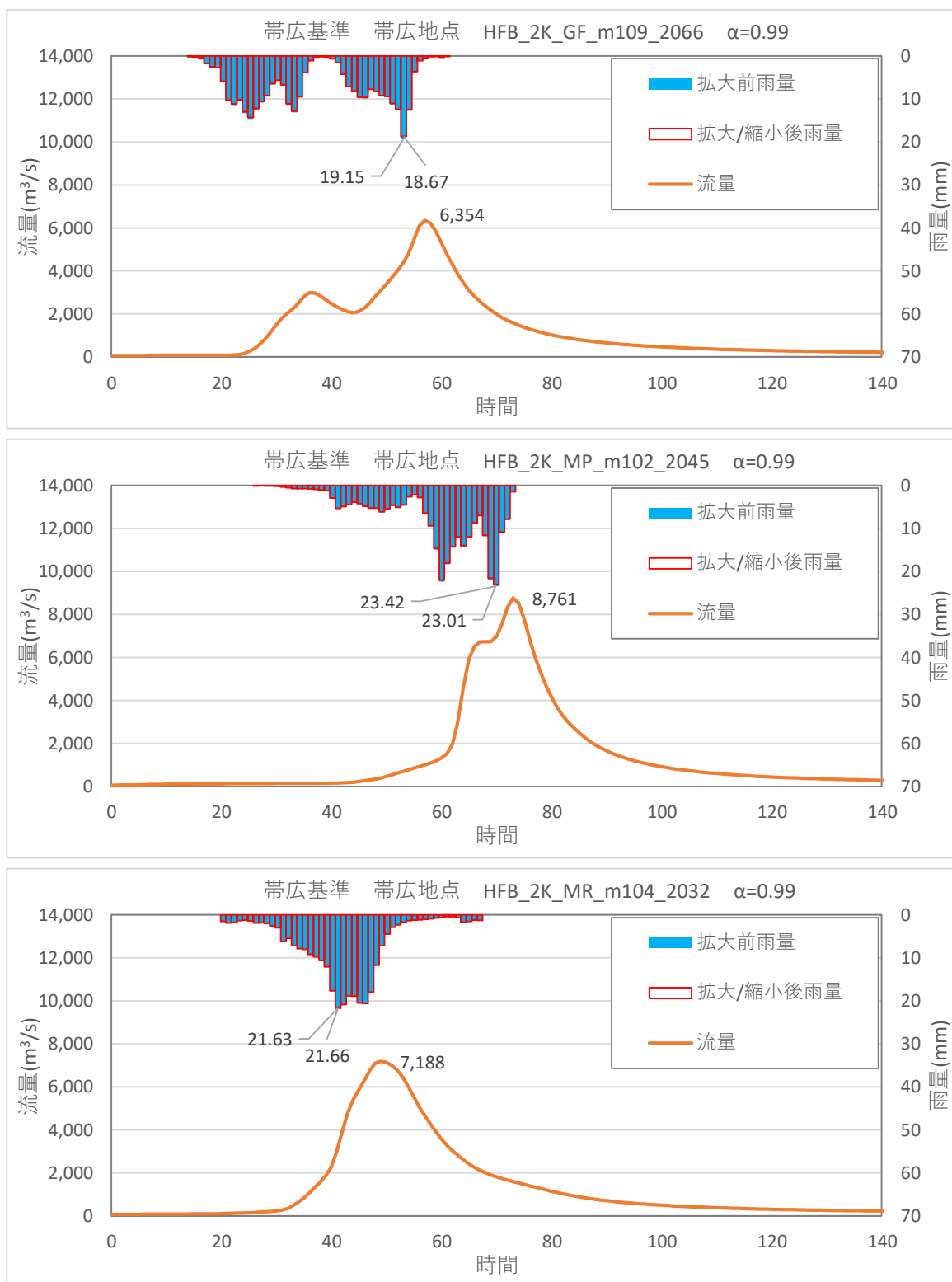


図 1-12-7 抽出した予測降雨波形のハイドログラフ（基準地点帯広）

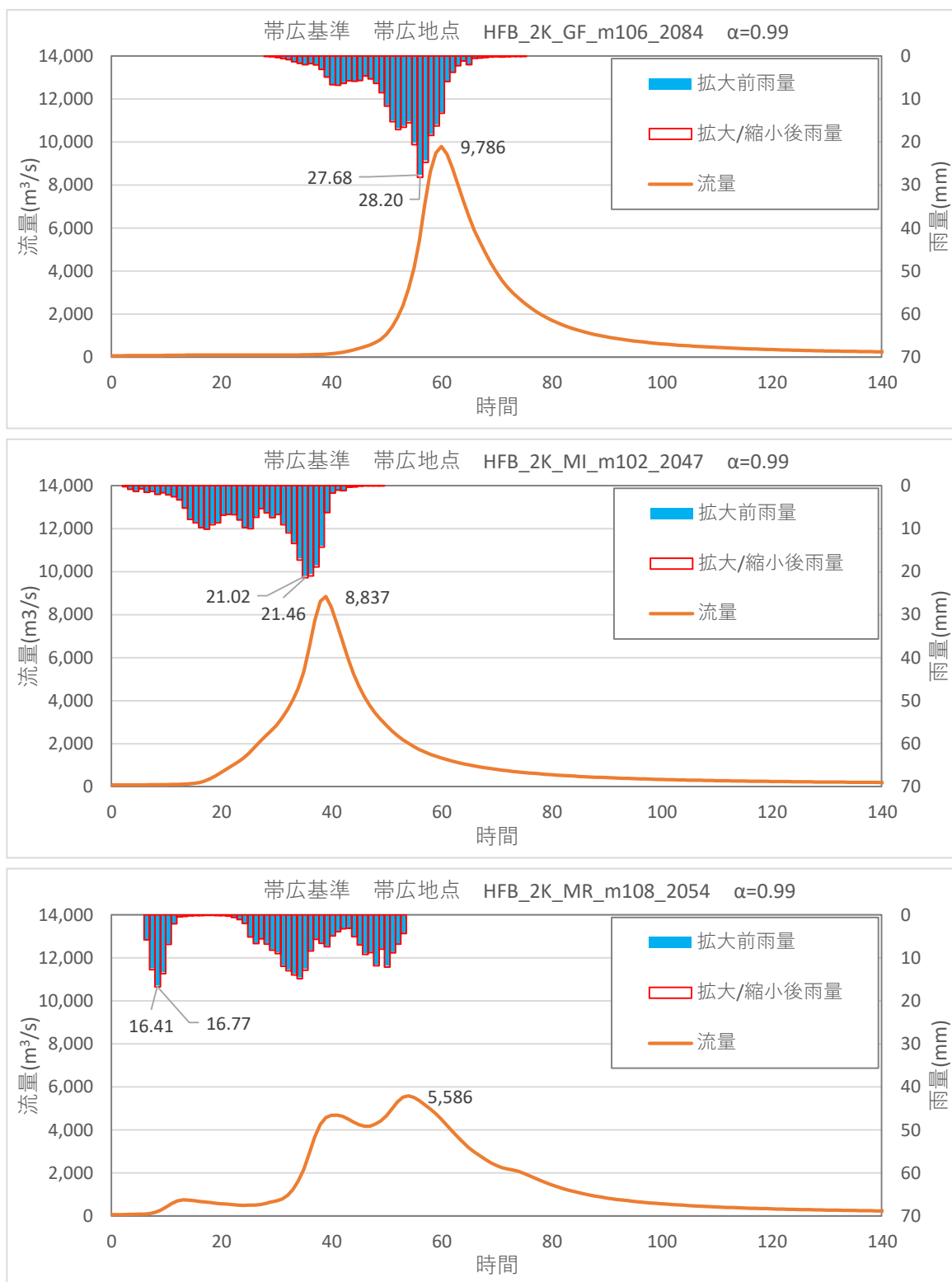


図 1-12-8 抽出した予測降雨波形のハイドログラフ（基準地点帯広）

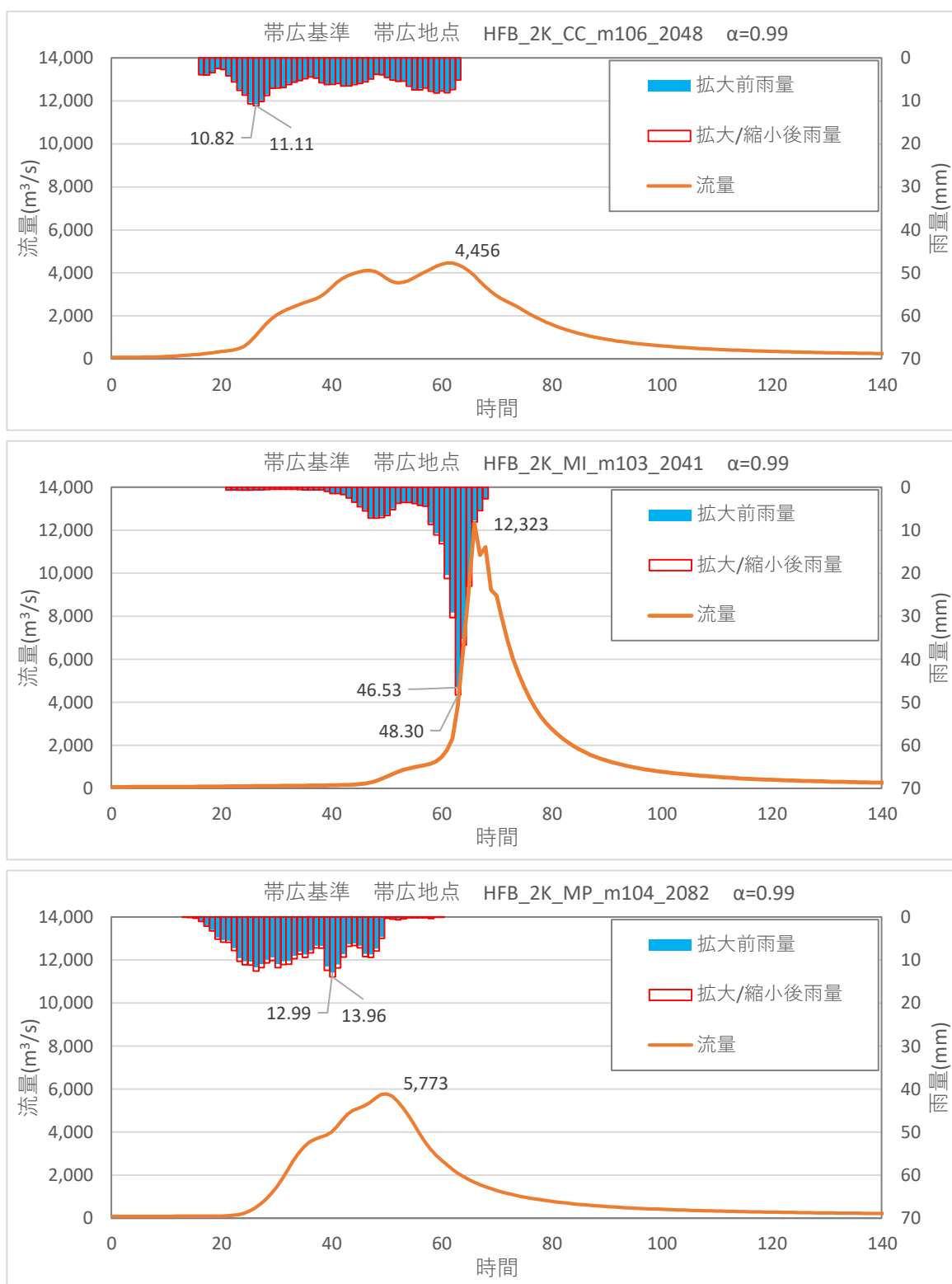


図 1-12-9 抽出した予測降雨波形のハイドログラフ（基準地点帯広）

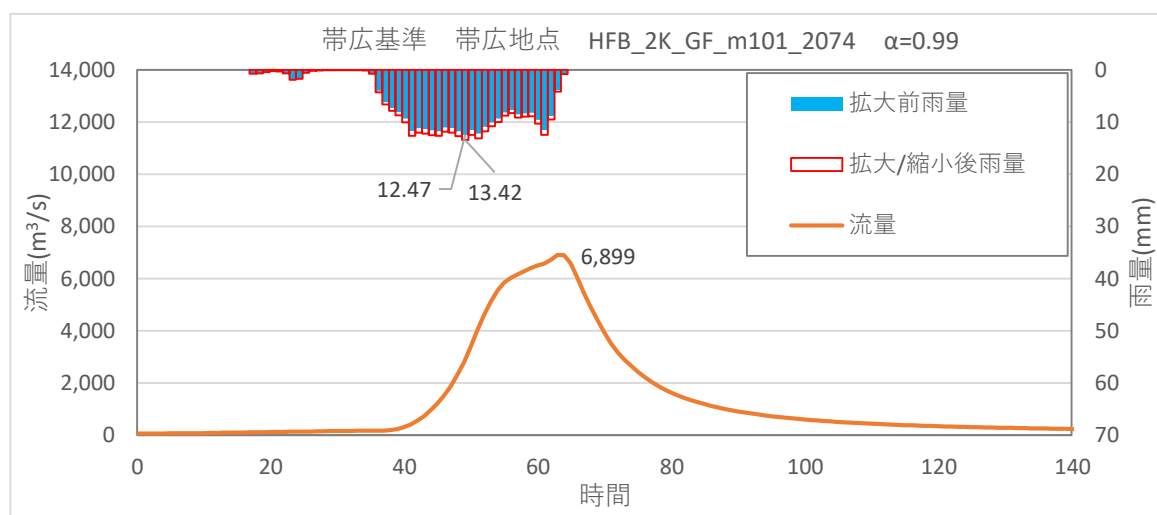


図 1-12-10 抽出した予測降雨波形のハイドログラフ（基準地点帯広）

1-12-2 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する。

その結果、基準地点茂岩で棄却した 8 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（基準地点雨量と小流域の比率）以下に収まる洪水として、1 洪水（平成 10 年 8 月洪水）を棄却とせず、参考波形として活用する。

基準地点帯広で棄却した 1 洪水（昭和 47 年 9 月洪水）について、アンサンブル予測降雨から推定される時間分布の雨量比以下に収まる洪水として棄却せず、参考波形として活用する。

(1) 地域分布のチェック

d2PDF（将来気候）から計画規模の降雨量近傍（10 洪水）のアンサンブル予測降雨波形を抽出し、各波形について、「基準地点上流域の流域平均雨量に対する小流域の流域平均雨量の比率」（小流域の流域平均雨量 / 基準地点上流域平均雨量）を求める。

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。

【基準地点茂岩】

基準地点茂岩で棄却した 8 洪水のうち 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 1-12-3 雨量の比率（アンサンブル予測降雨波形）

洪水	茂岩地点上流域 (8208.0km2)			帯広地点上流域 (2677.8km2)		音更地点上流域 (707.9km2)		南帯橋地点上流域 (608.1km2)		利別地点上流域 (2714.9km ²)		茂岩残流域 (1499.3km ²)	
d2PDF アンサンブル	予測雨量① (mm/48hr)	予測雨量② (mm/48hr)	比率 ②/①	予測雨量③ (mm/48hr)	比率 ③/①	予測雨量④ (mm/48hr)	比率 ④/①	予測雨量⑤ (mm/48hr)	比率 ⑤/①	予測雨量⑥ (mm/48hr)	比率 ⑥/①		
HFB_2K_MP_m108	249.4	242.6	0.97	269.8	1.08	152.8	0.61	309.4	1.24	204.1	0.82		
HFB_2K_MR_m108	249.3	287.7	1.15	284.0	1.14	232.4	0.93	200.6	0.80	266.1	1.07		
HFB_2K_ML_m104	248.0	234.9	0.95	243.8	0.98	383.6	1.55	215.3	0.87	263.7	1.06		
HFB_2K_ML_m109	246.0	218.6	0.89	318.2	1.29	230.7	0.94	293.7	1.19	192.1	0.78		
HFB_2K_MR_m103	246.0	229.2	0.93	270.9	1.10	264.8	1.08	267.9	1.09	228.2	0.93		
HFB_2K_HA_m101	243.2	206.5	0.85	323.3	1.33	261.6	1.08	239.1	0.98	272.7	1.12		
HFB_2K_ML_m109	241.9	253.7	1.05	211.1	0.87	342.7	1.42	184.4	0.76	288.2	1.19		
HFB_2K_HA_m108	241.8	268.3	1.11	222.5	0.92	316.5	1.31	204.2	0.84	249.6	1.03		
HFB_2K_MR_m101	241.6	162.0	0.67	141.5	0.59	345.8	1.43	289.7	1.20	297.5	1.23		
HFB_2K_ML_m103	240.5	282.5	1.17	256.9	1.07	300.5	1.25	185.8	0.77	227.5	0.95		

：最大比率

表 1-12-4 雨量の比率（棄却した引き伸ばし降雨波形）

棄却した実績洪水	茂岩地点上流域 (8208.0km ²)			帯広地点上流域 (2677.8km ²)		音更地点上流域 (707.9km ²)		南帯橋地点上流域 (608.1km ²)		利別地点上流域 (2714.9km ²)		茂岩残流域 (1499.3km ²)	
	実績雨量 (mm/48hr)	計画降雨量① ^① (mm/48hr)	拡大率	拡大後雨量② ^② (mm/48hr)	② ^② / ① ^①	拡大後雨量③ ^③ (mm/48hr)	③ ^③ / ① ^①	拡大後雨量④ ^④ (mm/48hr)	④ ^④ / ① ^①	拡大後雨量⑤ ^⑤ (mm/48hr)	⑤ ^⑤ / ① ^①	拡大後雨量⑥ ^⑥ (mm/48hr)	⑥ ^⑥ / ① ^①
S47.9.18	174.9	247	1.411	269.1	1.09	309.6	1.26	435.6	1.77	142.8	0.58	296.4	1.20
S63.11.25	121.6	247	2.029	206.9	0.84	183.2	0.74	219.4	0.89	247.6	1.00	352.0	1.43
H1.6.30	131.3	247	1.879	204.5	0.83	275.6	1.12	292.9	1.19	229.6	0.93	320.4	1.30
H10.8.29	134.2	247	1.838	203.3	0.82	267.4	1.08	329.5	1.34	279.3	1.13	224.3	0.91
H10.9.17	111.7	247	2.208	235.2	0.95	223.3	0.91	349.7	1.42	207.4	0.84	309.5	1.25
H13.9.12	162.4	247	1.519	239.1	0.97	209.9	0.85	419.9	1.70	226.4	0.92	248.6	1.01
H28.8.18	130.8	247	1.886	238.0	0.96	293.5	1.19	281.6	1.14	253.9	1.03	215.6	0.87
H28.8.31	160.7	247	1.535	300.5	1.22	316.6	1.28	548.2	2.22	134.4	0.55	208.9	0.85

※ 拡大率：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

(2) 時間分布のチェック

d2PDF（将来気候）から計画規模の降雨量近傍（10 洪水）のアンサンブル予測降雨波形を抽出し、各波形について、「対象降雨の継続時間内雨量に対する短時間雨量の比率」（短時間（例えば洪水到達時間やその 1/2 時間）の流域平均雨量 / 継続時間内の流域平均雨量）を求める。

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。

【基準地点茂岩】

基準地点茂岩で棄却した 8 洪水のうち 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 1-12-5 雨量の比率（アンサンブル予測降雨波形）

洪水	茂岩地点上流域				
d2PDF アンサンブル	48時間予測雨量① (mm/48hr)	24時間予測雨量② (mm/24hr)	18時間予測雨量③ (mm/18hr)	比率 ②/①	比率 ③/①
HFB_2K_MP_m108	249.4	215.4	201.9	0.86	0.81
HFB_2K_MR_m108	249.3	142.4	109.2	0.57	0.44
HFB_2K_MI_m104	248.0	191.7	162.9	0.77	0.66
HFB_2K_MI_m109	246.0	180.2	146.6	0.73	0.60
HFB_2K_MR_m103	246.0	240.1	216.0	0.98	0.88
HFB_2K_HA_m101	243.2	163.0	137.2	0.67	0.56
HFB_2K_MI_m109	241.9	139.4	107.5	0.58	0.44
HFB_2K_HA_m108	241.8	157.4	129.1	0.65	0.53
HFB_2K_MR_m101	241.6	226.3	198.6	0.94	0.82
HFB_2K_MI_m103	240.5	221.6	201.9	0.92	0.84

：最大比率

表 1-12-6 雨量の比率（棄却した引き伸ばし降雨波形）

棄却した実績洪水	茂岩地点上流域						
	実績雨量 (mm/48hr)	計画降雨量① (mm/48hr)	拡大率	24時間雨量② (mm/24hr)	18時間雨量③ (mm/18hr)	比率 ②/①	比率 ③/①
S47.9.18	174.9	247	1.411	195.5	168.1	0.79	0.68
S63.11.25	121.6	247	2.029	230.8	201.0	0.94	0.81
H1.6.30	131.3	247	1.879	200.0	164.3	0.81	0.67
H10.8.29	134.2	247	1.838	200.0	168.5	0.81	0.68
H10.9.17	111.7	247	2.208	239.9	233.3	0.97	0.95
H13.9.12	162.4	247	1.519	191.9	162.6	0.78	0.66
H28.8.18	130.8	247	1.886	225.7	217.7	0.91	0.88
H28.8.31	160.7	247	1.535	248.0	221.3	1.01	0.90

※ ：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

【基準地点帯広】

基準地点帯広で棄却した1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逸脱していないことを確認した。

表 1-12-7 雨量の比率（アンサンブル予測降雨波形）

洪水	帯広地点上流域				
d2PDF アンサンブル	48時間予測雨量① (mm/48hr)	24時間予測雨量② (mm/24hr)	6時間予測雨量③ (mm/6hr)	比率 ②/①	比率 ③/①
HFB_2K_GF_m109	304.6	179.5	74.8	0.59	0.25
HFB_2K_MP_m102	302.3	251.1	96.6	0.83	0.32
HFB_2K_MR_m104	296.6	266.5	121.0	0.90	0.41
HFB_2K_GF_m106	291.5	269.5	121.8	0.92	0.42
HFB_2K_MI_m102	290.9	249.2	104.3	0.86	0.36
HFB_2K_MR_m108	290.7	200.2	74.0	0.69	0.25
HFB_2K_CC_m106	289.3	160.0	55.5	0.55	0.19
HFB_2K_MI_m103	286.1	265.7	166.3	0.93	0.58
HFB_2K_MP_m104	276.4	223.1	63.5	0.81	0.23
HFB_2K_GF_m101	275.8	246.0	70.1	0.89	0.25

：最大比率

表 1-12-8 雨量の比率（棄却した引き伸ばし降雨波形）

棄却した 実績洪水	帯広地点上流域						
	実績雨量 (mm/48hr)	計画降雨量① (mm/48hr)	拡大率	24時間雨量② (mm/24hr)	6時間雨量③ (mm/6hr)	比率 ②/①	比率 ③/①
S47.9.17	190.8	297	1.56	238.9	134.5	0.80	0.45

1-12-3 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。十勝川流域では、アンサンブル将来予測降雨波形群を対象に、5つのクラスターに分類されることが明らかとなっている。

基準地点茂岩・帯広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、茂岩地点ではクラスター2～クラスター4、帯広地点ではクラスター1～クラスター4と評価された。

基準地点茂岩では、アンサンブル将来予測から対象波形に含まれないクラスター1、5に該当する2洪水を計画降雨量近傍から抽出し、気候変動を考慮した1/150確率規模の降雨量まで引伸ばして、流出計算モデルにより流出量を算出し、基本高水流量の検討に用いる。

基準地点帯広では、アンサンブル将来予測から対象波形に含まれないクラスター5に該当する1洪水を計画降雨量近傍から抽出し、気候変動を考慮した1/150確率規模の降雨量まで引伸ばして、流出計算モデルにより流出量を算出し、基本高水流量の検討に用いる。

なお、アンサンブル将来予測降雨波形群のクラスター分割には、アンサンブル将来予測降雨を対象に、流域全体の総雨量に対する各流域の寄与率を算出し、ユークリッド距離を指標としてウォード法によりクラスターに分類した。

表 1-12-9 主要洪水のクラスター分析結果

洪水名	クラスター 番号	茂岩地点	帯広地点
主要洪水群			
S36.7.27	1	—	○
S37.8.4	3	○	○
S47.9.18	3	×	●
S56.8.6	2	○	○
S63.11.25	3	×	—
H1.6.30	3	×	—
H10.8.29	4	●	—
H10.9.17	3	×	—
H13.9.12	4	×	○
H15.8.10	4	○	○
H18.8.19	1	—	○
H23.9.6	2	○	○
H28.8.18	1	×	—
H28.8.31	3	×	○

○：対象波形、●：参考波形

×：棄却波形、—：非選定

表 1-12-10 クラスター分析により主要洪水群に不足する降雨波形
【茂岩地点】

洪水名	クラスター	茂岩地点 48時間雨量 (mm)	計画降雨量 (mm)	拡大率	茂岩地点 ピーク流量 (m^3/s)
HFB_2K_MI_m109	1	246.0	247	1.003	16,300
HFB_2K_CC_m106	5	262.6		0.939	12,500

【帯広地点】

洪水名	クラスター	帯広地点 48時間雨量 (mm)	計画降雨量 (mm)	拡大率	帯広地点 ピーク流量 (m^3/s)
HFB_2K_CC_m106	5	289.3	297	1.027	4,500

※拡大率：「48 時間雨量」と「計画降雨量」との比率

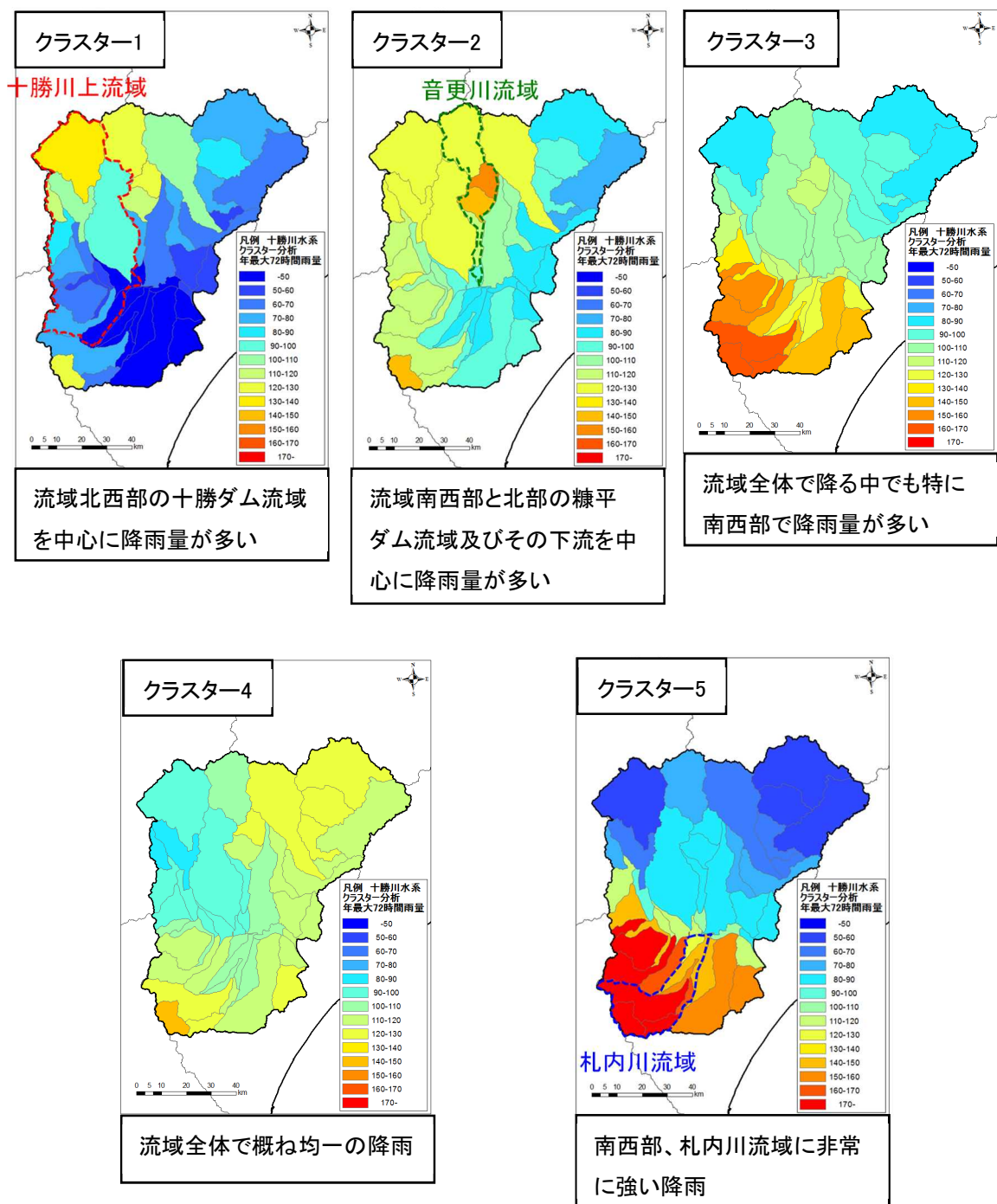


図 1-12-12 十勝川流域における将来実験アンサンブル予測降雨の
クラスター分析結果

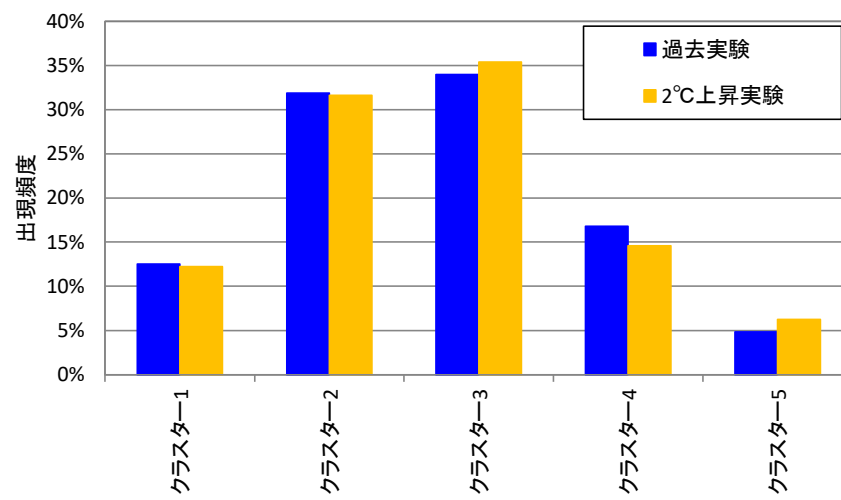


図 1-12-13 十勝川流域におけるアンサンブル予測降雨の出現頻度
(クラスター毎)

1-13 既往洪水からの検討

近年で最も甚大な被害をもたらした平成28年8月31日洪水では、基準地点茂岩、基準地点帯広の流量（ダム・氾濫戻し流量）は約12,390 m^3/s 、約6,650 m^3/s と推定される。

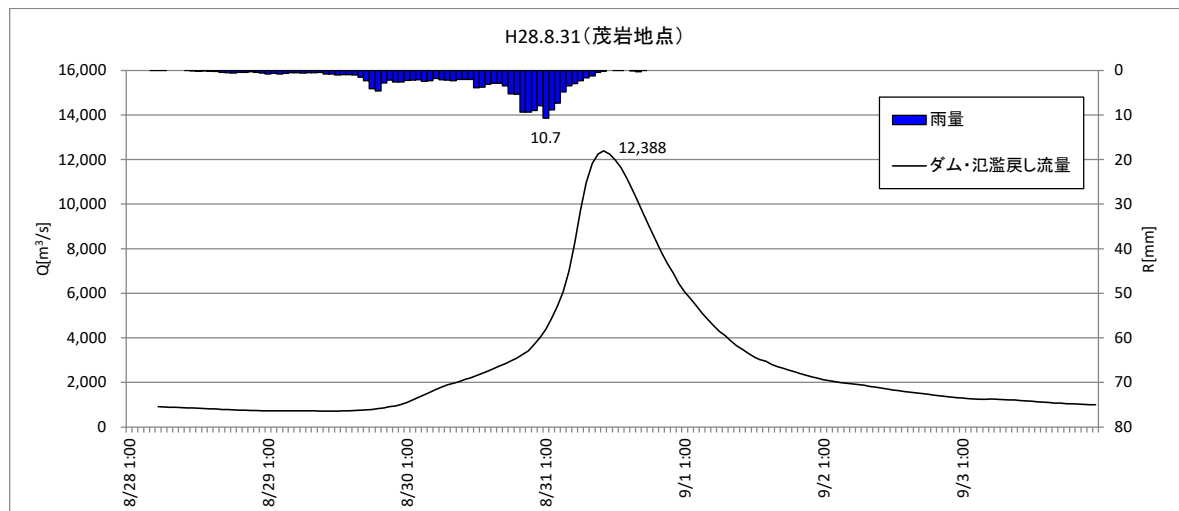


図 1-13-1 平成28年8月31日洪水の推定結果（基準地点茂岩）

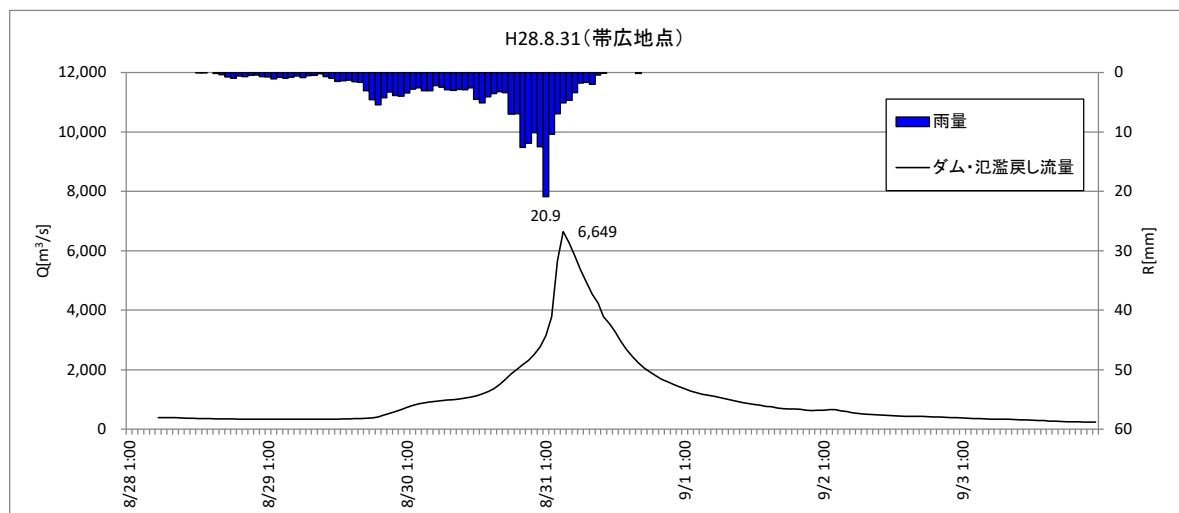
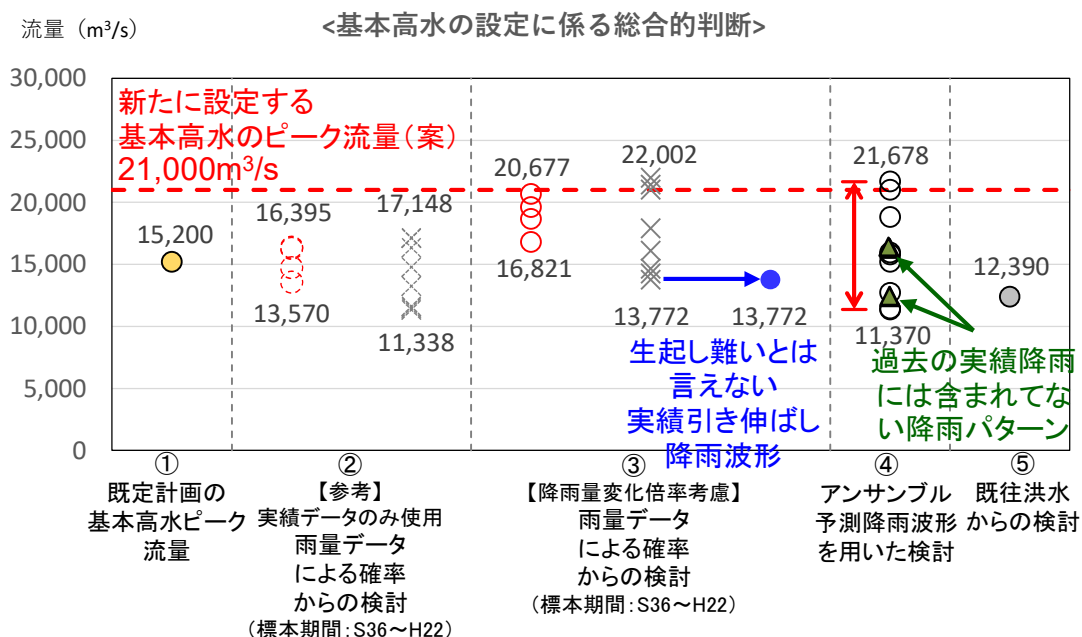


図 1-13-2 平成28年8月31日洪水の推定結果（基準地点帯広）

1-14 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 1.15 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。

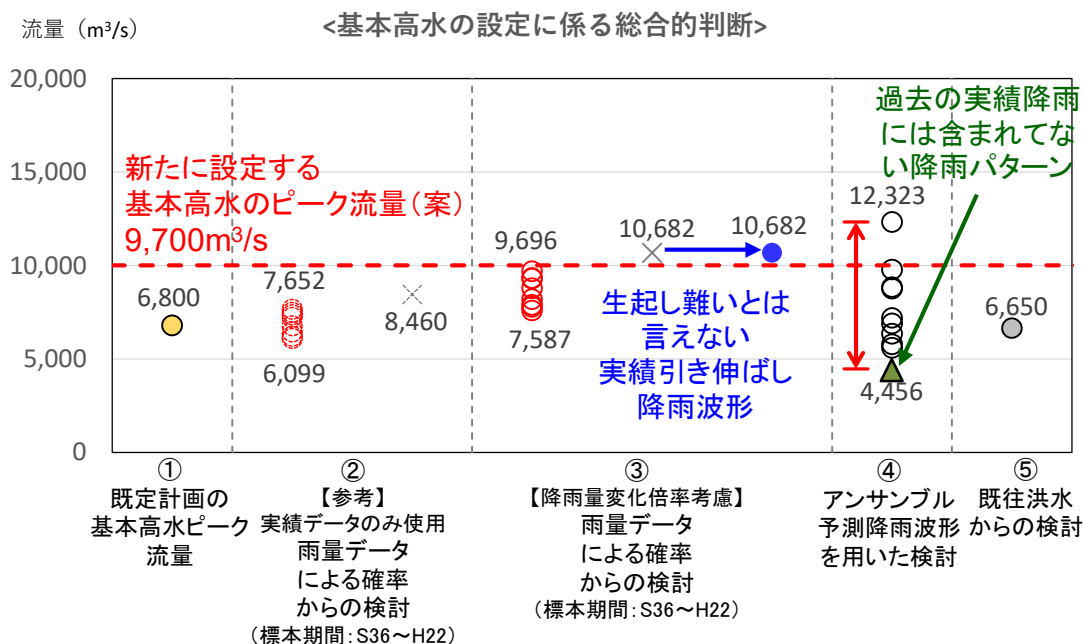
その結果、十勝川水系における基本高水のピーク流量は、基準地点茂岩で 21,000m³/s、基準地点帯広で 9,700m³/s となる。



【凡例】

- ③ 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 1.15 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生起し難いとは言えないと判断された洪水
- ④ 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（247mm/48h）近傍の 10 洪水を抽出
 - ：気候変動予測モデルによる将来気候（2℃上昇）のアンサンブル降雨波形
 - ▲：過去の実績降雨（主要降雨波形群）には含まれていない降雨パターン（茂岩地点では、計画降雨量近傍のクラスター1、5 に該当する 2 洪水を抽出）

図 1-14-1 基本高水の設定に係る総合的判断（基準地点茂岩）



【凡例】

- ③ 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 1.15 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生起し難いとは言えないと判断された洪水
- ④ 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（297mm/48h）近傍の 10 洪水を抽出
 - ：気候変動予測モデルによる将来気候（2℃上昇）のアンサンブル予測降雨波形
 - ▲：過去の実績降雨（主要降雨波形群）には含まれていない降雨パターン（帯広地点では、計画降雨量近傍のクラスター5に該当する 1 洪水を抽出）

図 1-14-2 基本高水の設定に係る総合的判断（基準地点帯広）

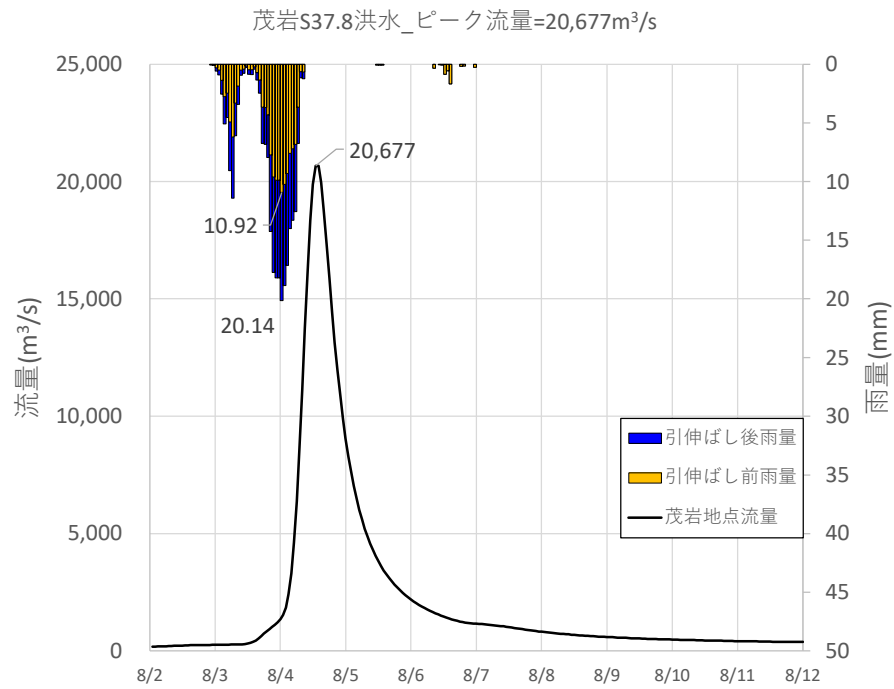


図 1-14-3 基本高水のピーク流量ハイドログラフ（昭和 37 年 8 月洪水：茂岩）

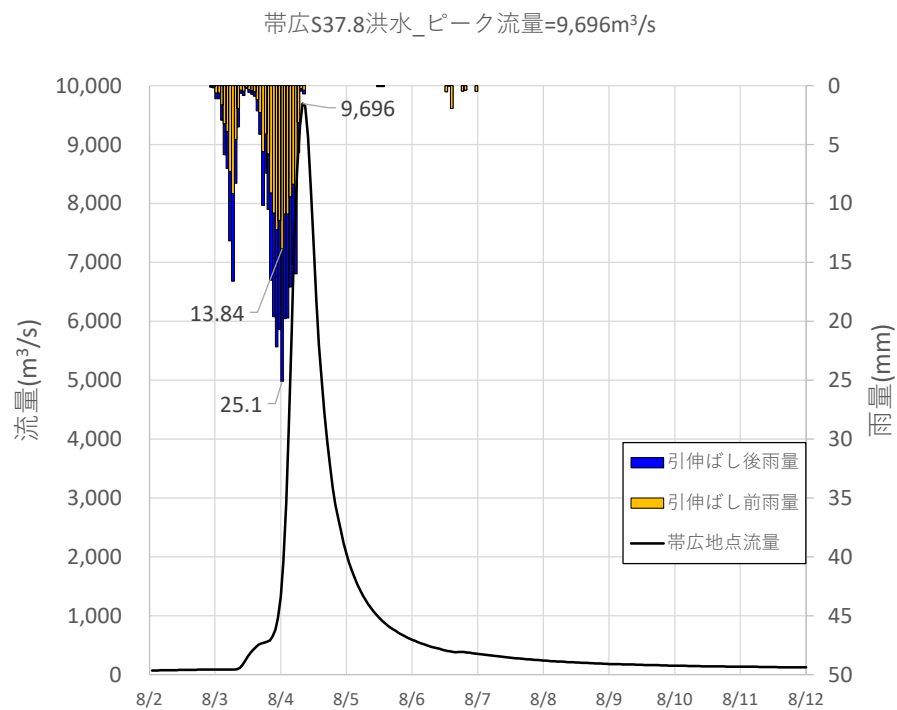


図 1-14-4 基本高水のピーク流量ハイドログラフ（昭和 37 年 8 月洪水：帯広）

参考 基本高水ピーク流量の確認（基準地点 茂岩・帯広）

既定計画における基本高水のピーク流量は、基準地点茂岩で $15,200\text{m}^3/\text{s}$ 、基準地点帯広で $6,800\text{m}^3/\text{s}$ としている。これに対し、気候変動を踏まえた新たな基本高水ピーク流量は、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により総合的に判断し、基準地点茂岩で $21,000\text{m}^3/\text{s}$ 、基準地点帯広で $9,700\text{m}^3/\text{s}$ と設定した。

今回設定した基本高水ピーク流量の妥当性を確認するため、アンサンブル予測計算から抽出した降雨波形のうち最大の流量となった波形について、詳細な確認を実施した。

なお、アンサンブル予測降雨波形は物理的な気候モデルを用いて行った多数の計算結果であり、その結果から、基本高水検討にあたっての計画対象降雨の降雨量相当の降雨波形を抽出し、将来起こり得る事象なのか妥当性の確認に活用している。

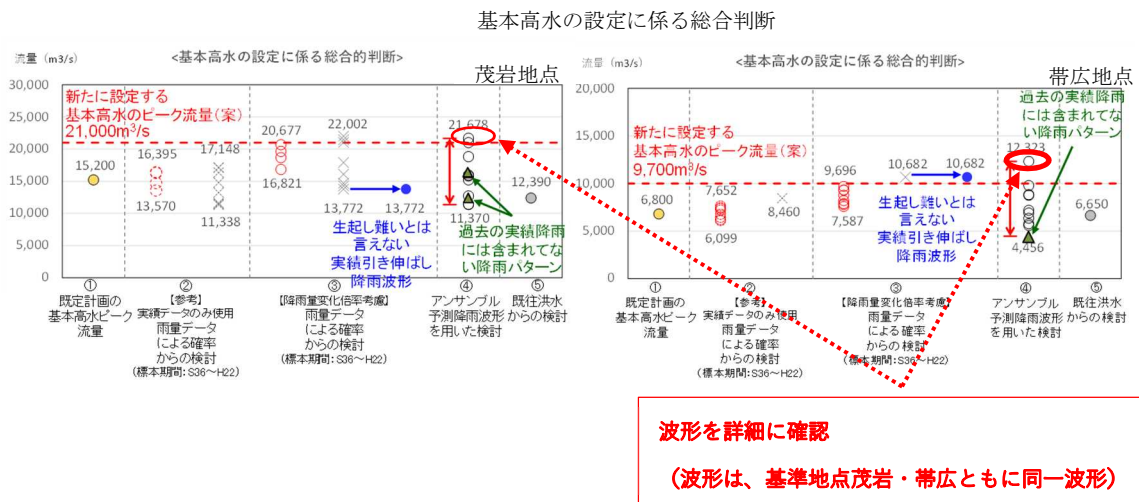


図 1-14-5 基本高水の設定に係る総合判断

アンサンブル予測降雨波形の詳細確認

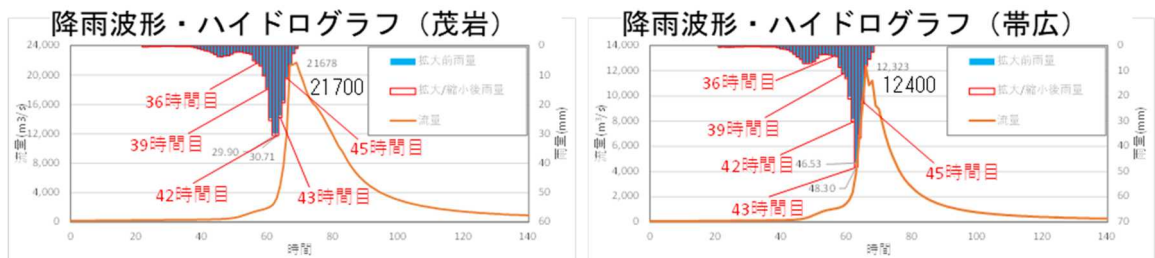


図 1-14-6 降雨波形・ハイドログラフ

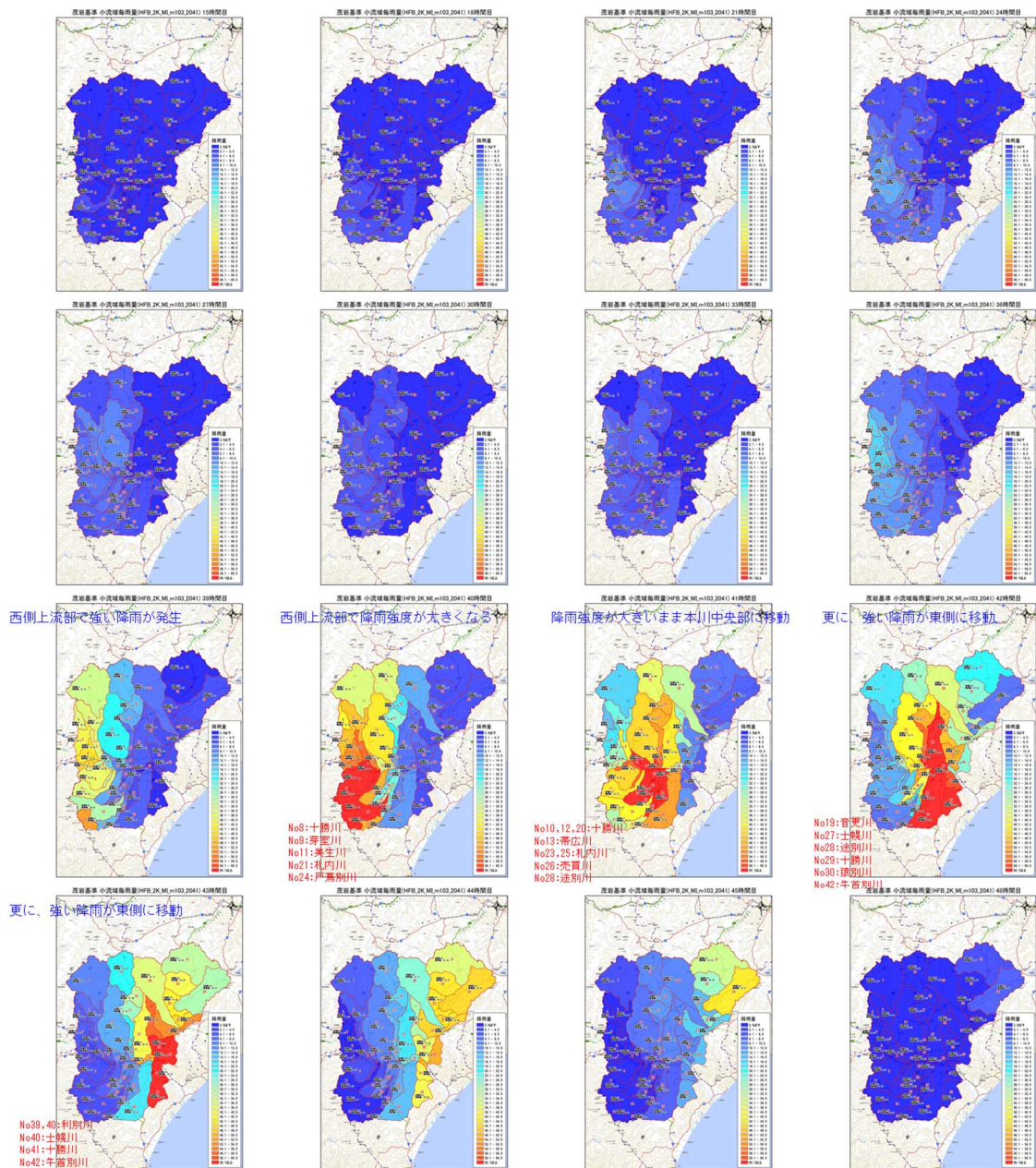


図 1-14-7 小流域毎雨量分布図（基準地点茂岩）

アンサンブル予測計算から抽出した結果のうち、最大の流量となった降雨波形（HFV_2K_MI_m103_2041）について、降雨強度の地域分布（流出計算ごとの平均値）の時間変化を分析した。

36 時間目以降、非常に強い雨域が上流域から下流域に移動し大きなピーク流量を発生させていることが確認された。

このことから、降雨波形によっては、将来的に今回設定した基本高水ピーク流量の発生が生じる可能性もあることが確認され、今回新たに設定した基本高水ピーク流量の妥当性を確認した。

2. 高水処理計画

十勝川の既定高水処理計画は、基準地点茂岩・帯広における基本高水のピーク流量 $15,200\text{m}^3/\text{s}$ 、 $6,800\text{m}^3/\text{s}$ に対し、洪水調節施設により $1,500\text{m}^3/\text{s}$ 、 $700\text{m}^3/\text{s}$ を調節し、 $13,700\text{m}^3/\text{s}$ 、 $6,100\text{m}^3/\text{s}$ を河道で処理する計画としている。

今回、平成 28 年 8 月洪水等を踏まえ、新たに基準地点茂岩・帯広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 $15,200\text{m}^3/\text{s}$ 、 $6,800\text{m}^3/\text{s}$ を $21,000\text{m}^3/\text{s}$ 、 $9,700\text{m}^3/\text{s}$ に変更する計画としている。

なお、河道と洪水調節施設等への配分の検討に用いる降雨波形は、対象降雨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。

帯広市及び音更町の市街地区間では兩岸に家屋が集中しており、平成 10 年(1998 年)に一度引堤を実施しているため再引堤となることから、地域に与える社会的影響が大きい。

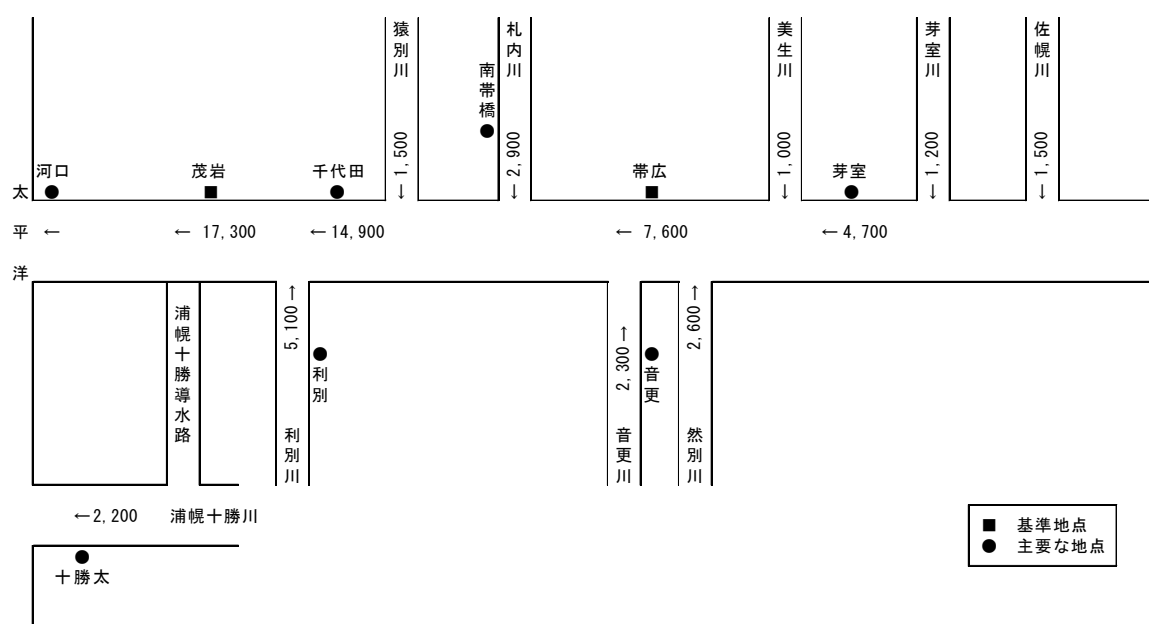
また、引堤により河道への配分流量を増加させた場合、下流の千代田地区でも引堤が必要となることと併せて、河道掘削量の増加により、環境への負荷も増大することから、引堤は困難である。

このため、地域に与える社会的影響、河道掘削による河川環境の改変・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茂岩・帯広において $17,300\text{m}^3/\text{s}$ 、 $7,600\text{m}^3/\text{s}$ である。なお、高水処理計画上、既設ダムの有効活用を含めた洪水調節施設等により、対応することとした。

なお、既設ダムに加えて必要となる洪水調節施設等については、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、具体的には今後、技術的、社会的及び経済的な見地から検討し、総合的に判断した上で決定する。

3. 計画高水流量

十勝川の計画高水流量は、茂岩・帯広地点において $17,300\text{m}^3/\text{s}$ 、 $7,600\text{m}^3/\text{s}$ とし、各主要地点の計画高水流量は、主要洪水の降雨波形群を用いて得られる通過流量の最大値を示す値から設定している。各地点の計画高水流量は以下のとおりとする。



(単位： m^3/s)

図 3-1 十勝川計画高水流量図

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 大臣管理区間の堤防は全川で概成していること。
- ② 堤防防護に必要な高水敷幅を確保する等の必要な対策を行うこと。
- ③ 計画高水位を上げるとは、決壊時における被害を増大させることになるため、沿川の市街地状況を考慮すると避けるべきであること。
- ④ 既定計画の計画高水位に基づいて多数の橋梁や樋門等の構造物が完成していることや計画高水位を上げて堤内地での内水被害の助長を避けるべきであること。
- ⑤ 河道の安定を考慮した掘削高さの設定が重要であること。

計画縦断図を図 5-1～図 5-16 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 からの距離 (km)	計画高水位 T. P. (m)	川 幅 (m)
十勝川	芽 室	71.0	64.04	450
	帯 広	56.6	38.14	510
	千代田	37.6	17.78	740
	茂 岩	21.0	11.61	960
	河 口	2.4	5.10	960
音更川	音 更	十勝川合流点から 9.0	74.30	270
札内川	南帯橋	十勝川合流点から 15.0	79.22	400
利別川	利 別	十勝川合流点から 8.0	15.72	440
浦幌十勝川	十勝太	3.6	4.03	400

(注) T. P: 東京湾中等潮位

仮に海面水位が上昇したとしても、手戻りのない河川整備の観点から、河道に配分した計画高水流量を河川整備により HWL 以下で流下可能かどうかを確認。

十勝川水系では、河道の流下能力の算定条件として、砂州高から河口の出発水位を設定している。

仮に、海面水位が上昇（2℃上昇シナリオの平均値 43cm）した場合においても計画高水位を超過する区間は発生しない。

また、計画高潮位については、気候変動により予測される平均海面水位の上昇量等を適切に評価し、海岸保全基本計画との整合を図りながら、見直しを行う。

5. 河川管理施設等の整備の現状

十勝川における河川管理施設等の整備状況は下記のとおりである。

(1) 堤防

堤防整備の現状(令和3年(2021年)3月末時点)は下表のとおりである。

表 5-1 堤防整備の現状

水系名	計画堤防断面	今後整備が必要な区間
十勝川	352.1km (86.9%)	53.1km (13.1%)

(2) 洪水調節施設

完成施設 : 十勝ダム (治水容量 : 80,000 千 m³)

札内川ダム (治水容量 : 25,000 千 m³)

残りの必要容量 : 概ね 200,000 千 m³

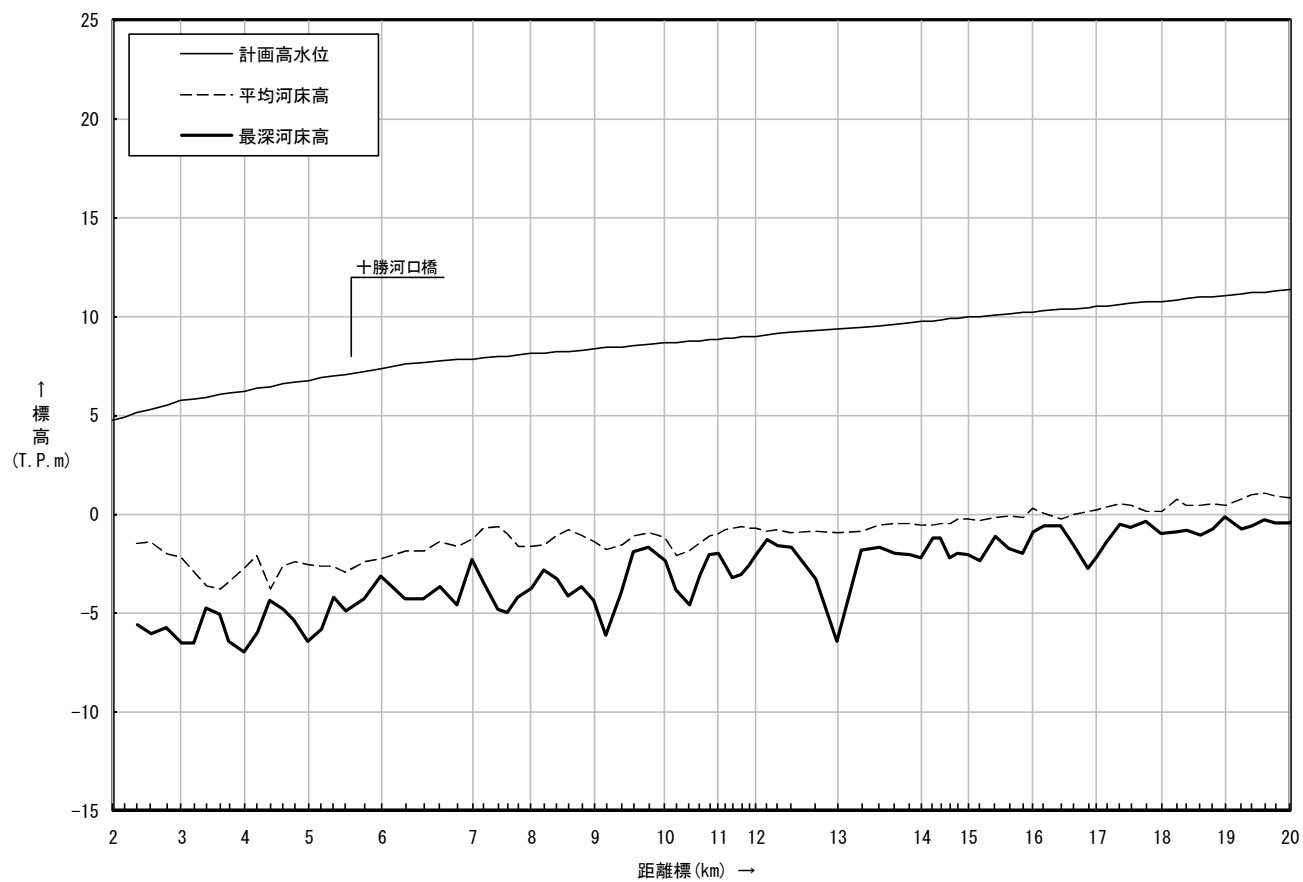
このほか、指定区間において、支川の洪水調節のため、以下の施設がある。

事業中施設 : 佐幌ダム (治水容量 : 9,600 千 m³)

(3) 排水機場等

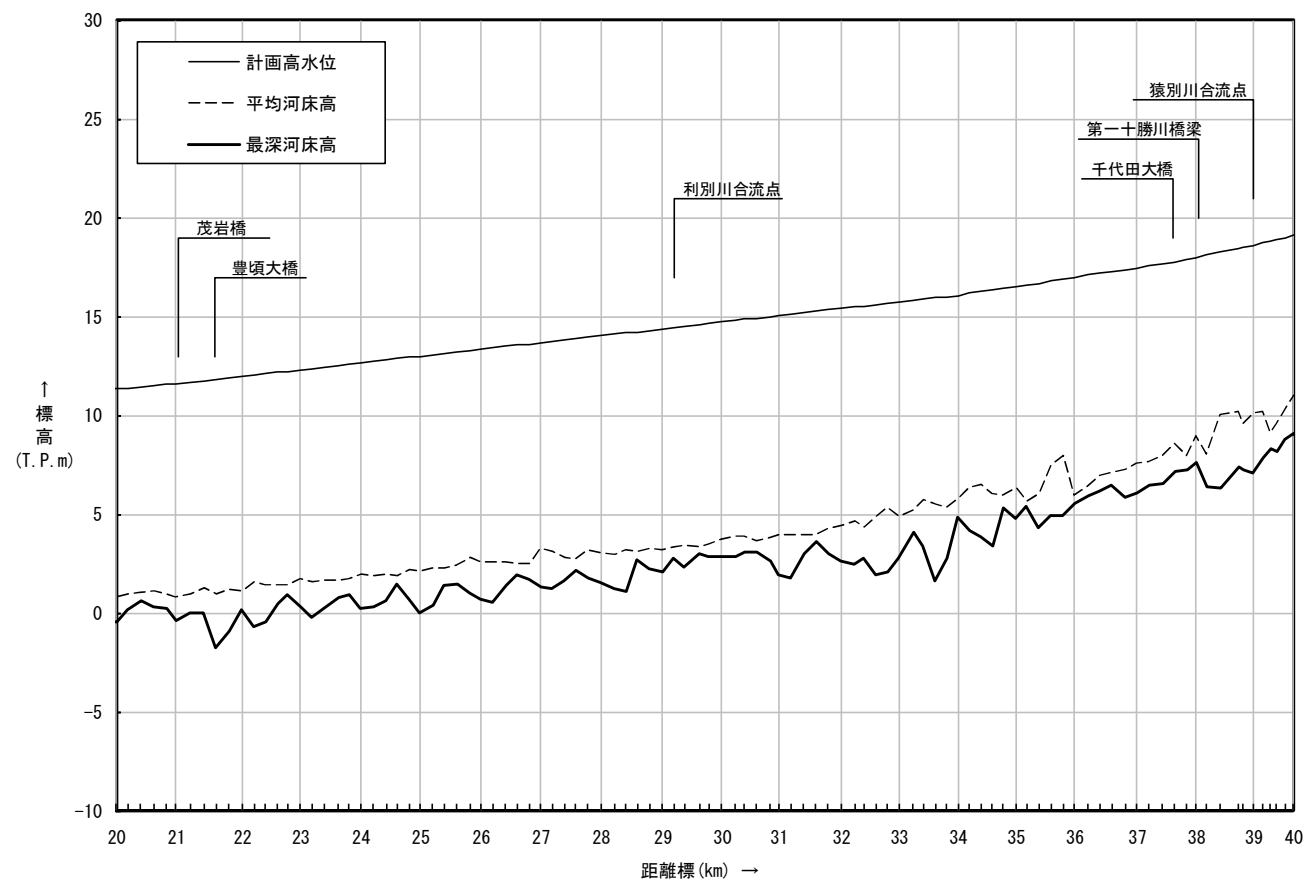
河川管理施設 : 57.0m³/s

※大臣管理区間の施設のみである。



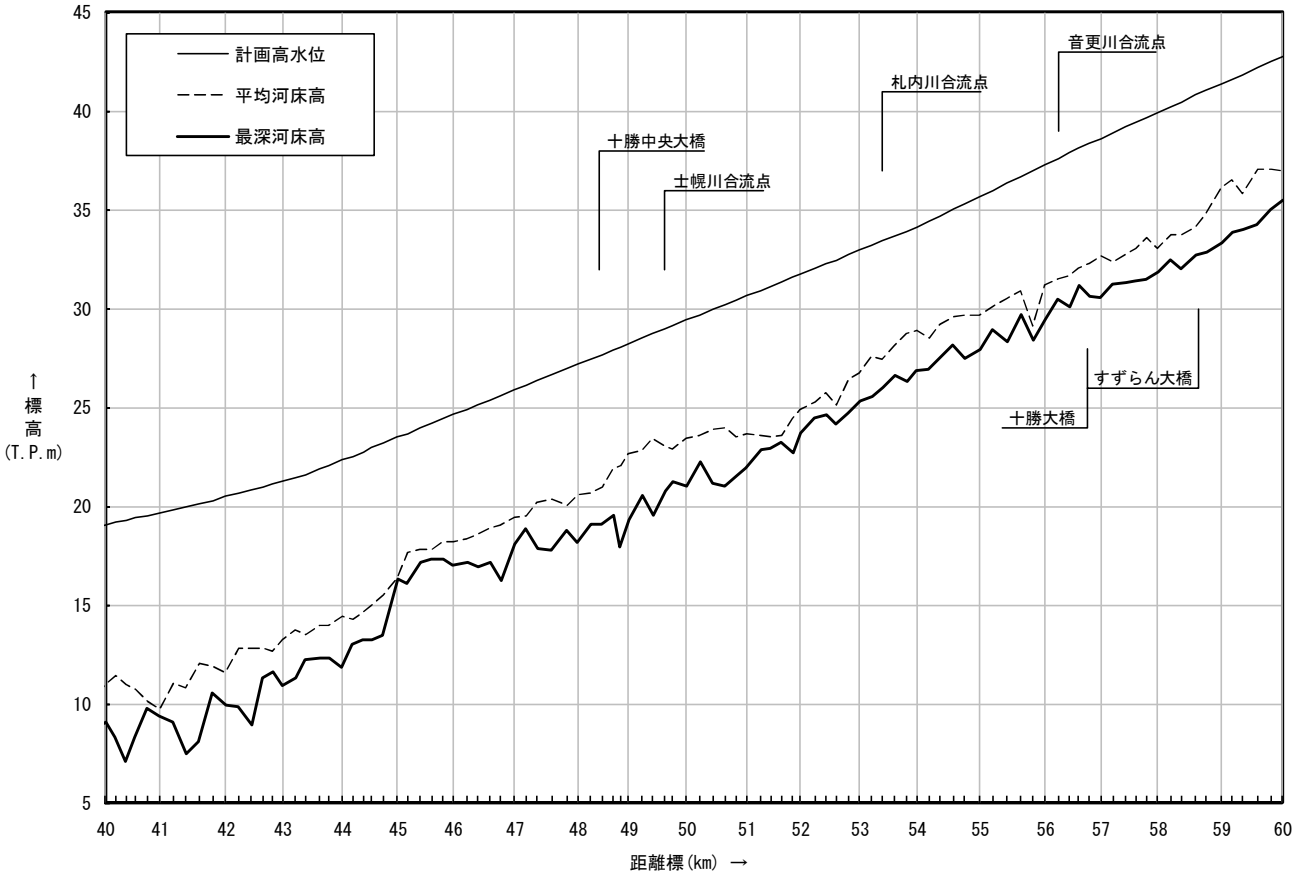
距離標 (km)	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0
計画高水位 (T. P. m)	5.73	6.25	6.78	7.39	7.86	8.10	8.36	8.64	8.86	9.02	9.38	9.74	9.95	10.23	10.51	10.79	11.06	11.34
平均河床高 (T. P. m)	-2.20	-2.71	-2.52	-2.22	-1.25	-1.60	-1.43	-1.18	-1.05	-0.70	-0.96	-0.53	-0.24	0.30	0.22	0.12	0.46	0.81
最深河床高 (T. P. m)	-6.51	-6.94	-6.40	-3.16	-2.32	-3.77	-4.36	-2.33	-1.96	-2.16	-6.40	-2.24	-2.05	-0.87	-2.10	-0.95	-0.12	-0.43

図 5-1 計画縦断図（十勝川）



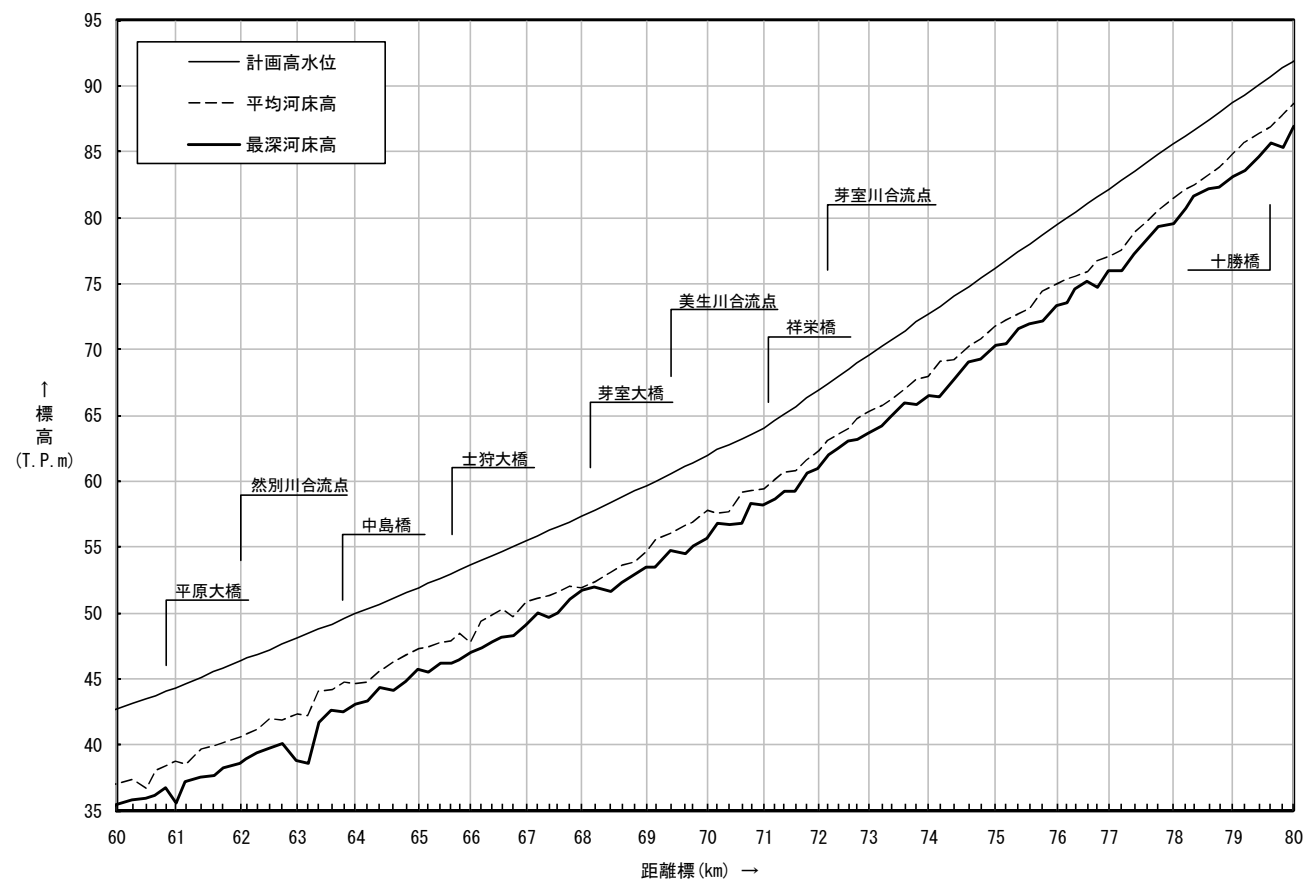
距離標 (km)	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0	39.0	40.0
計画高水位 (T.P. m)	11.61	11.99	12.32	12.67	13.01	13.36	13.70	14.04	14.40	14.74	15.06	15.42	15.75	16.09	16.54	17.00	17.48	17.97	18.63	19.10
平均河床高 (T.P. m)	0.84	1.12	1.77	1.99	2.16	2.62	3.30	3.05	3.20	3.78	3.99	4.42	4.92	5.82	6.39	6.00	7.58	8.97	10.17	11.01
最深河床高 (T.P. m)	-0.37	0.17	0.30	0.27	0.04	0.71	1.35	1.53	2.10	2.84	1.95	2.65	2.82	4.86	4.77	5.60	6.08	7.66	7.07	9.07

図 5-2 計画縦断図（十勝川）



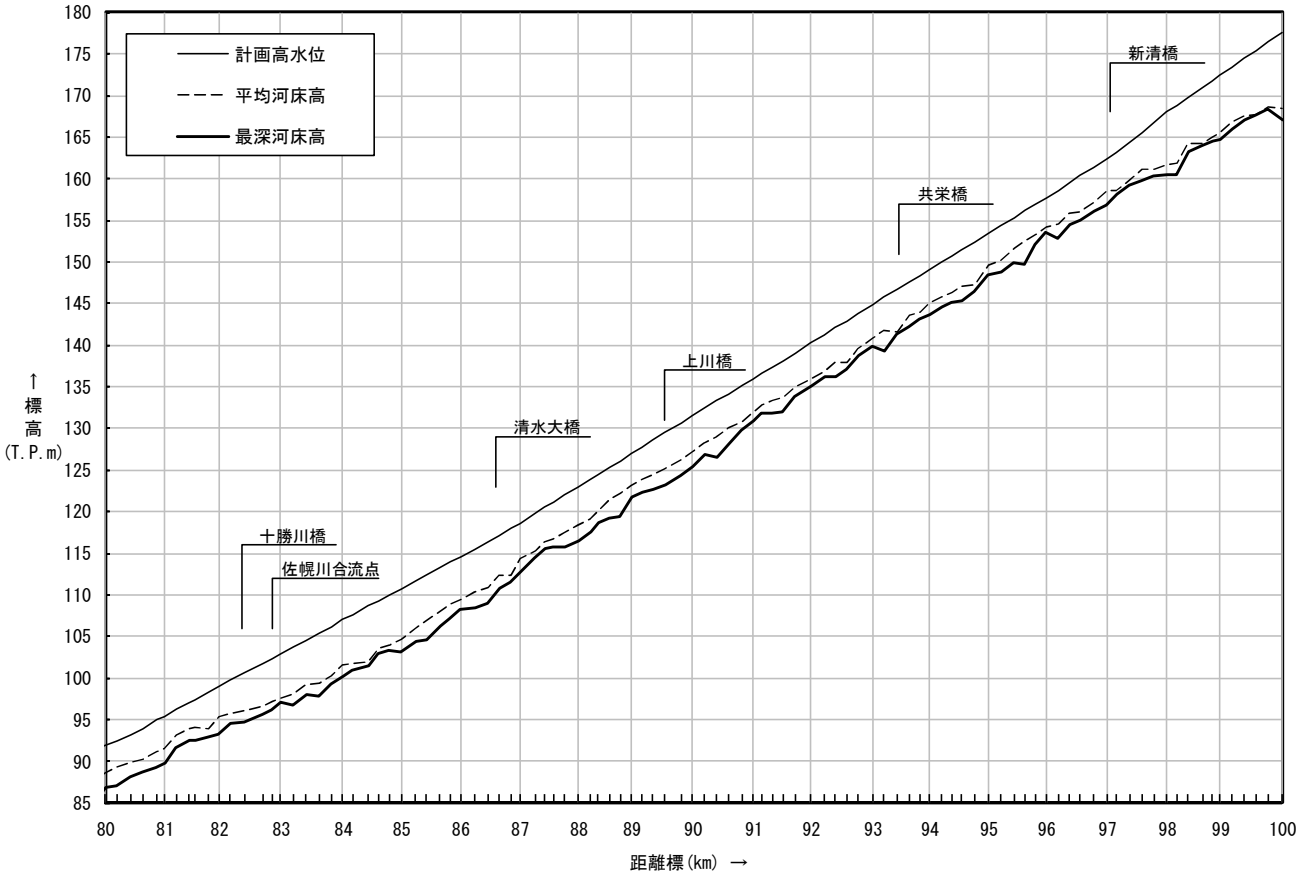
距離標 (km)	41.0	42.0	43.0	44.0	45.0	46.0	47.0	48.0	49.0	50.0	51.0	52.0	53.0	54.0	55.0	56.0	57.0	58.0	59.0	60.0
計画高水位 (T.P. m)	19.68	20.50	21.28	22.35	23.49	24.64	25.90	27.21	28.25	29.43	30.65	31.75	32.96	34.12	35.69	37.30	38.63	39.93	41.37	42.75
平均河床高 (T.P. m)	9.75	11.63	13.31	14.47	16.38	18.24	19.43	20.58	22.65	23.45	23.71	24.87	26.73	28.87	29.70	31.19	32.70	33.09	36.17	37.02
最深河床高 (T.P. m)	9.39	9.94	10.93	11.89	16.32	17.01	18.12	18.19	19.31	21.02	21.95	23.70	25.35	26.85	27.92	29.45	30.57	31.87	33.31	35.51

図 5-3 計画縦断図（十勝川）



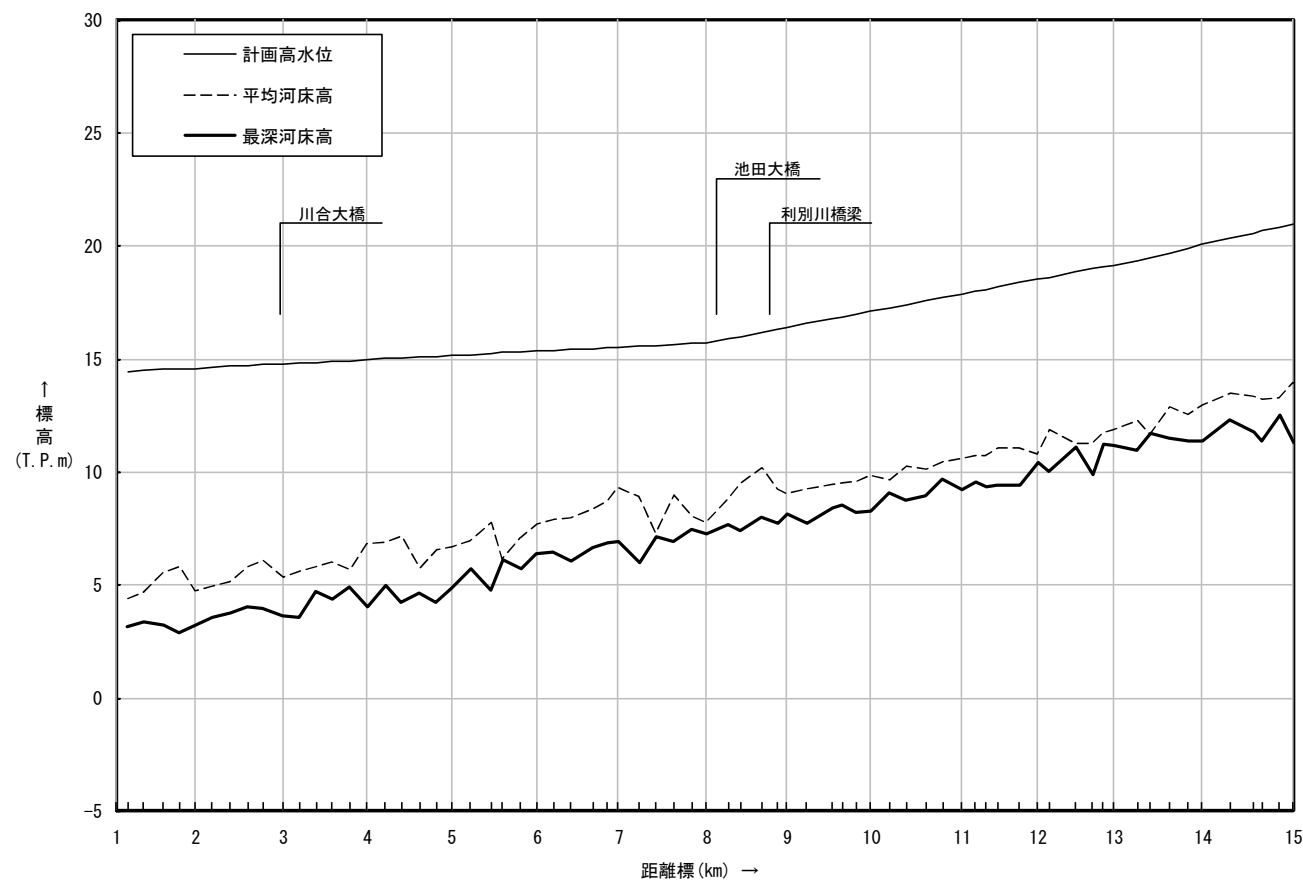
距離標 (km)	61.0	62.0	63.0	64.0	65.0	66.0	67.0	68.0	69.0	70.0	71.0	72.0	73.0	74.0	75.0	76.0	77.0	78.0	79.0	80.0
計画高水位 (T.P.m)	44.37	46.39	48.13	49.96	51.96	53.70	55.51	57.36	59.72	61.96	64.04	66.89	69.55	72.70	76.22	79.48	82.17	85.61	88.73	91.89
平均河床高 (T.P.m)	38.80	40.58	42.41	44.63	47.29	47.78	50.94	52.00	54.66	57.81	59.45	62.31	65.35	67.92	71.78	75.06	77.07	81.44	84.77	88.63
最深河床高 (T.P.m)	35.58	38.57	38.89	43.09	45.72	47.07	49.16	51.76	53.44	55.72	58.19	60.98	63.65	66.52	70.32	73.39	76.03	79.57	83.16	86.97

図 5-4 計画縦断図（十勝川）



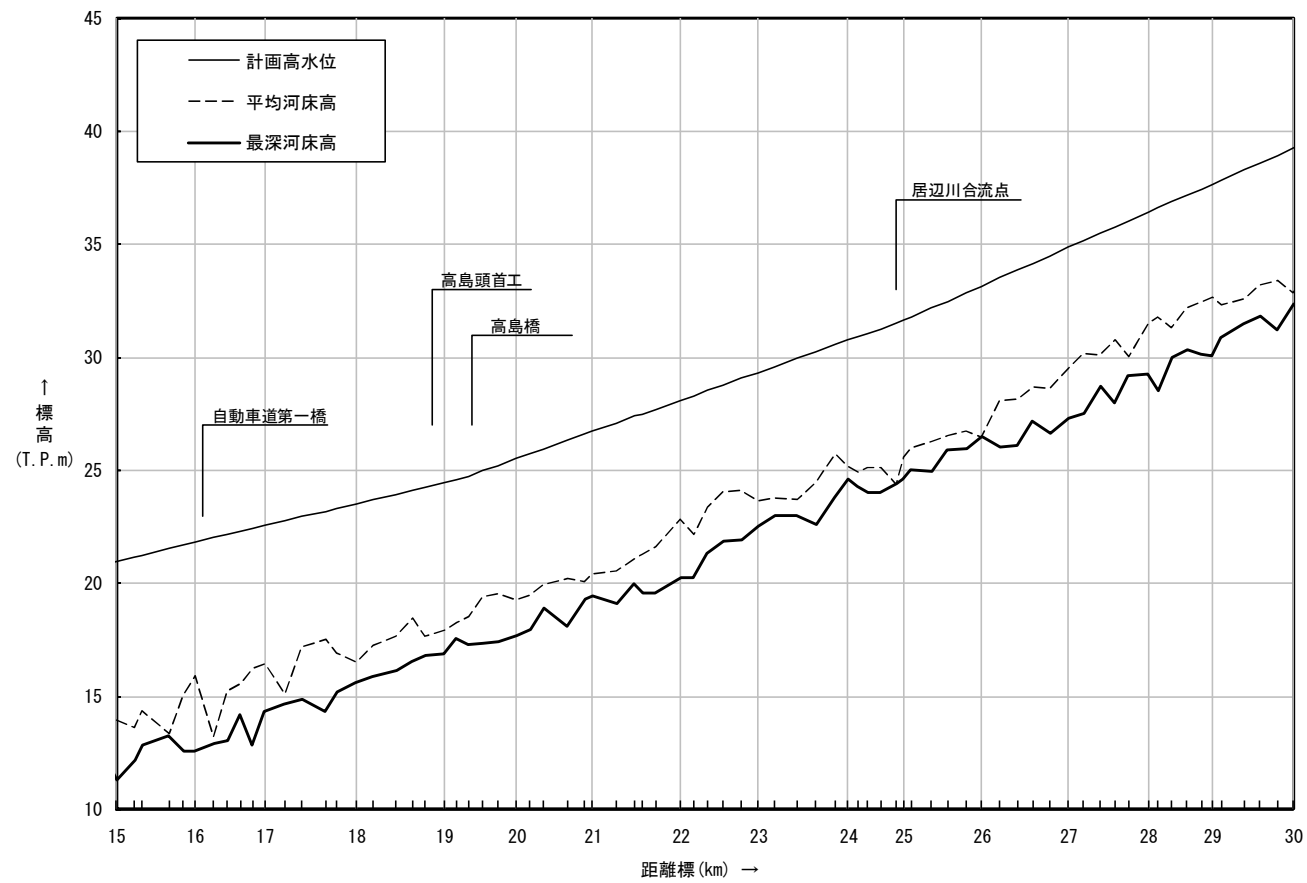
距離標 (km)	81.0	82.0	83.0	84.0	85.0	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0	97.0	98.0	99.0	100.0
計画高水位 (T.P. m)	95.45	98.97	102.96	106.99	110.75	114.61	118.63	123.01	126.95	131.49	136.02	140.27	144.87	149.09	153.46	157.74	162.40	168.02	172.48	177.62
平均河床高 (T.P. m)	91.54	95.34	97.61	101.52	104.77	109.53	114.34	118.32	123.10	127.18	132.00	135.88	140.95	145.13	149.62	154.27	158.57	161.75	165.47	168.40
最深河床高 (T.P. m)	89.88	93.20	97.17	100.27	103.08	108.27	112.70	116.52	121.83	125.44	130.90	135.12	139.90	143.69	148.36	153.51	156.78	160.54	164.78	167.13

図 5-5 計画縦断図（十勝川）



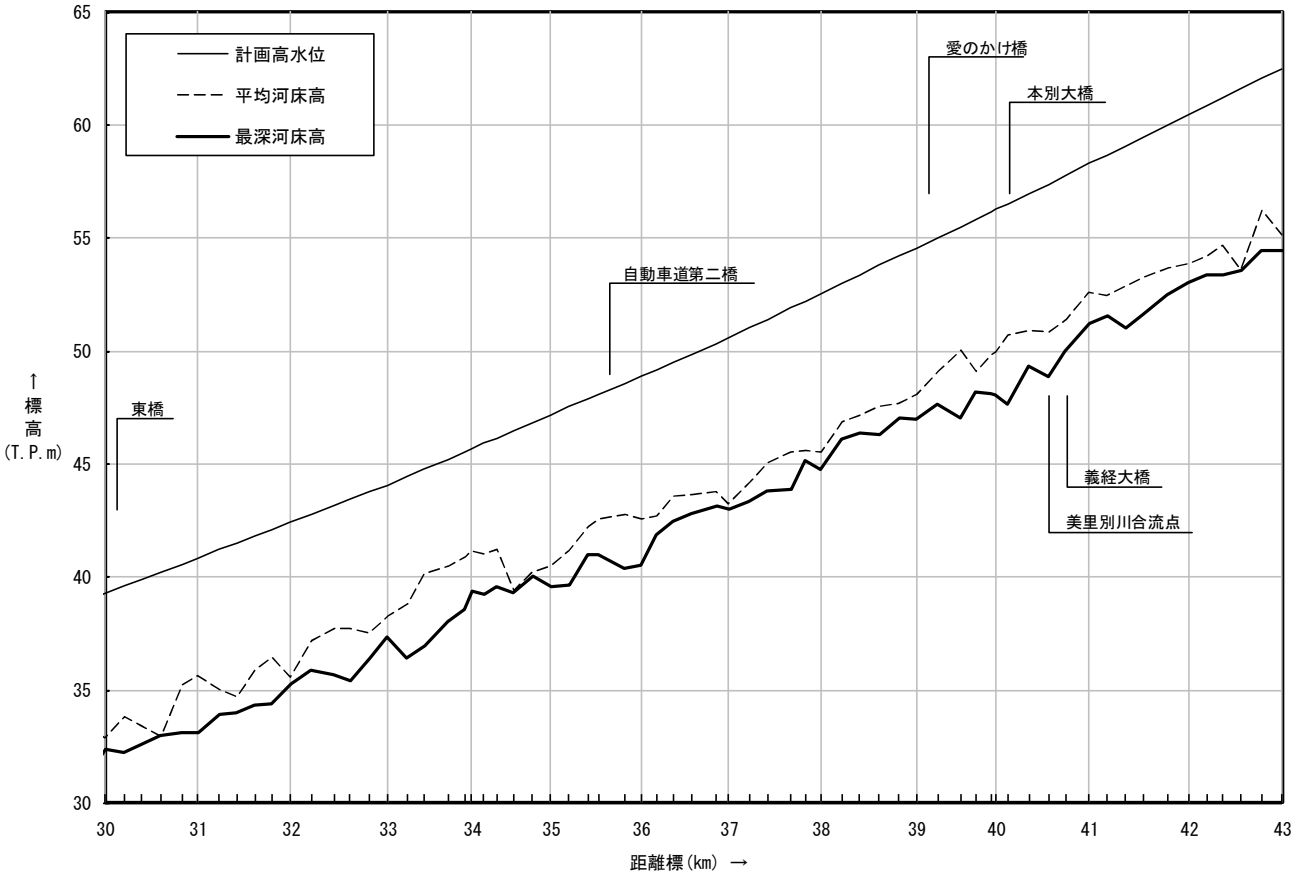
距離標 (km)	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0
計画高水位 (T.P. m)	14.60	14.80	14.98	15.17	15.35	15.53	15.72	16.40	17.12	17.88	18.54	19.18	20.06	20.98
平均河床高 (T.P. m)	4.75	5.36	6.85	6.69	7.70	9.30	7.76	9.05	9.83	10.57	10.79	11.88	12.93	13.94
最深河床高 (T.P. m)	3.21	3.62	4.04	4.86	6.39	6.94	7.25	8.17	8.26	9.22	10.41	11.16	11.38	11.33

図 5-6 計画縦断図（利別川）



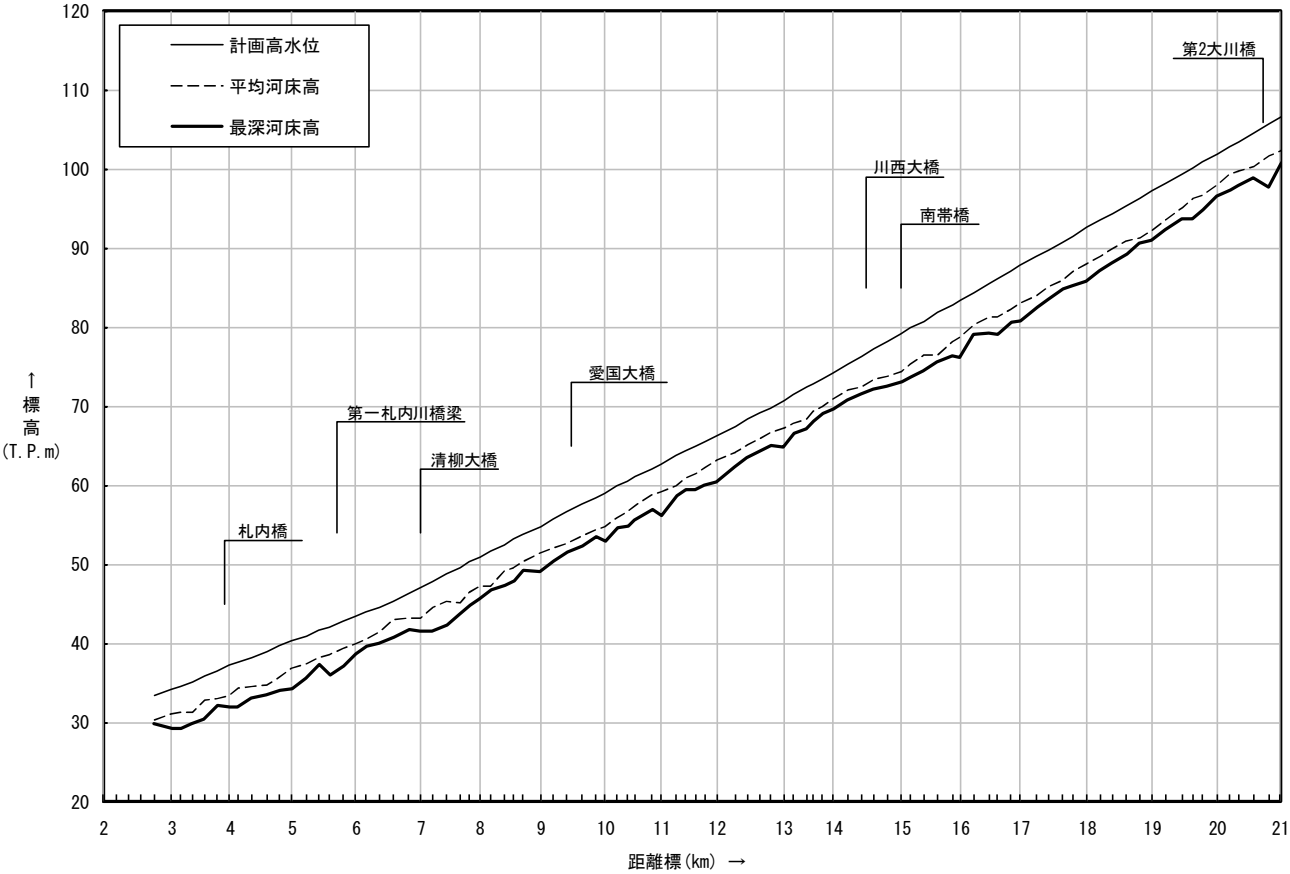
距離標 (km)	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0
計画高水位 (T. P. m)	21.81	22.56	23.52	24.45	25.52	26.72	28.11	29.33	30.76	31.63	33.17	34.86	36.42	37.67	39.26
平均河床高 (T. P. m)	15.91	16.45	16.50	17.93	19.31	20.44	22.84	23.63	25.19	25.58	26.51	29.48	31.55	32.67	32.86
最深河床高 (T. P. m)	12.61	14.33	15.61	16.87	17.68	19.43	20.28	22.51	24.63	24.60	26.50	27.33	29.29	30.06	32.35

図 5-7 計画縦断図（利別川）



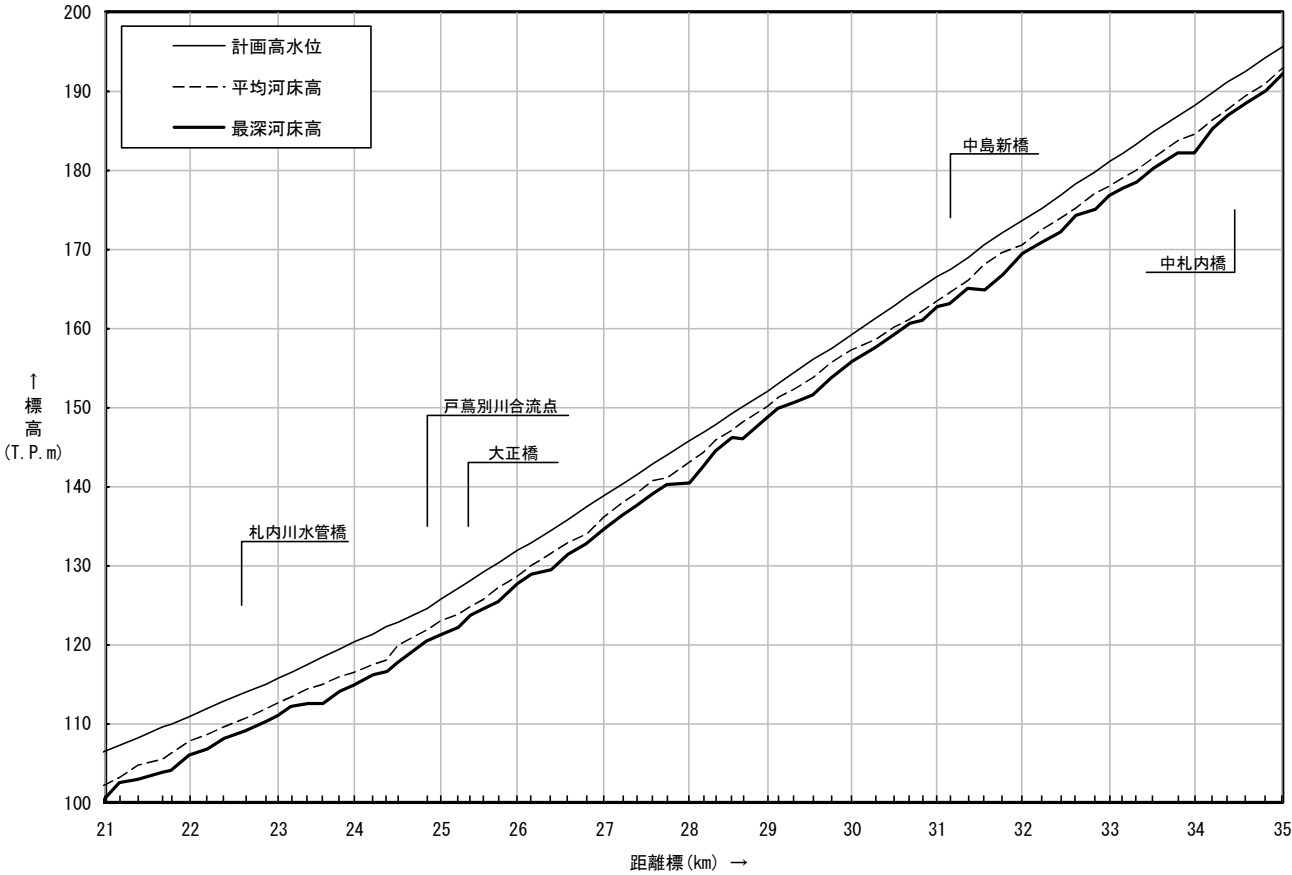
距離標 (km)	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0	39.0	40.0	41.0	42.0	43.0
計画高水位 (T. P. m)	40.84	42.43	44.08	45.68	47.18	48.89	50.59	52.54	54.58	56.27	58.30	60.48	62.50
平均河床高 (T. P. m)	35.62	35.57	38.27	41.13	40.51	42.60	43.27	45.55	48.07	49.95	52.58	53.85	55.15
最深河床高 (T. P. m)	33.14	35.30	37.35	39.35	39.61	40.49	43.01	44.79	46.97	48.05	51.23	53.02	54.47

図 5-8 計画縦断図（利別川）



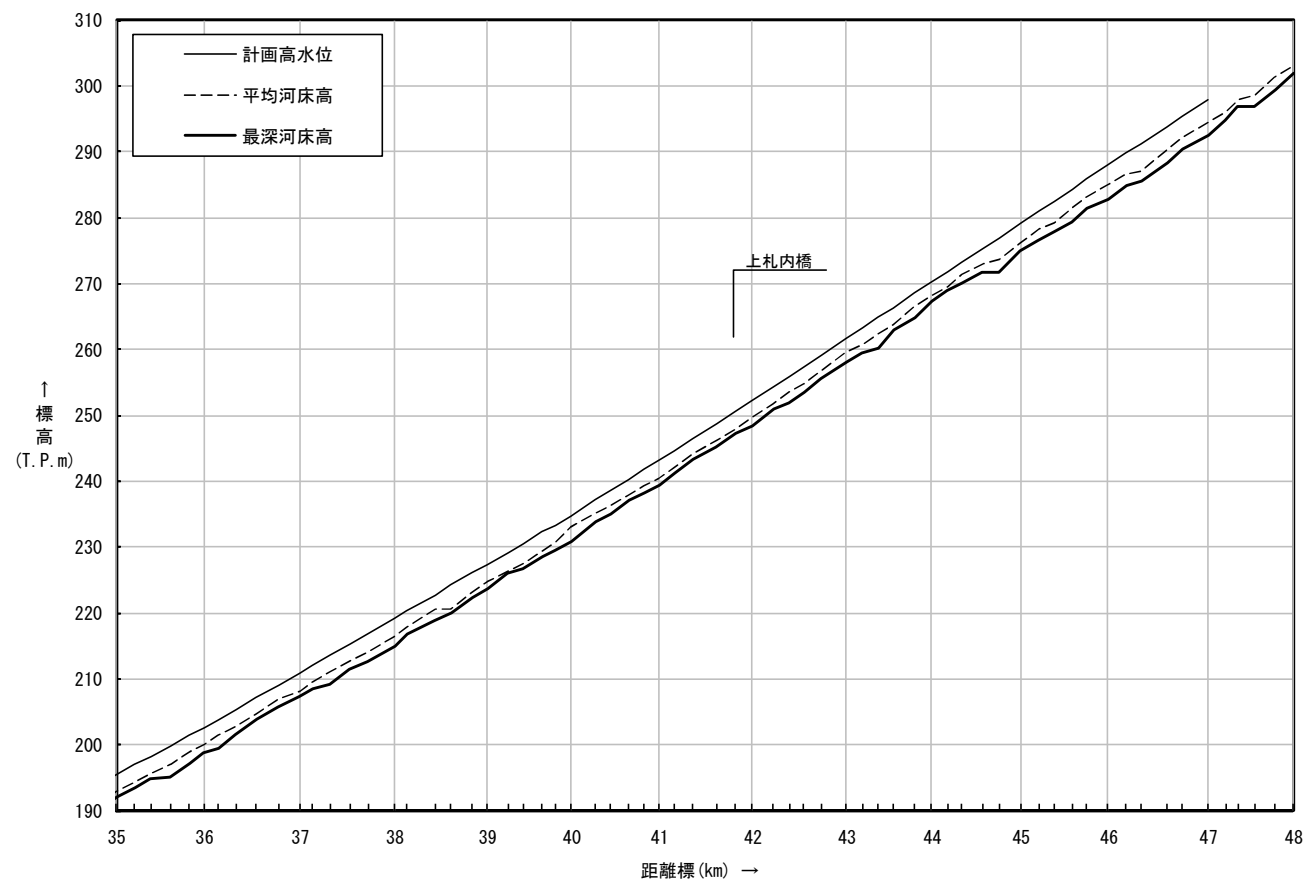
距離標 (km)	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0
計画高水位 (T. P. m)	34.11	37.24	40.30	43.44	47.05	50.90	54.86	59.08	62.74	66.34	70.68	74.28	79.22	83.43	87.78	92.56	97.25	101.94	106.50
平均河床高 (T. P. m)	31.18	33.42	36.92	39.87	43.18	47.19	51.59	54.69	59.23	63.15	67.31	70.93	74.36	78.76	83.13	88.12	92.32	98.00	102.32
最深河床高 (T. P. m)	29.22	31.89	34.26	38.71	41.63	45.72	49.15	53.02	56.28	60.52	64.85	69.73	73.22	76.27	80.78	85.81	91.01	96.57	100.55

図 5-9 計画縦断図（札内川）



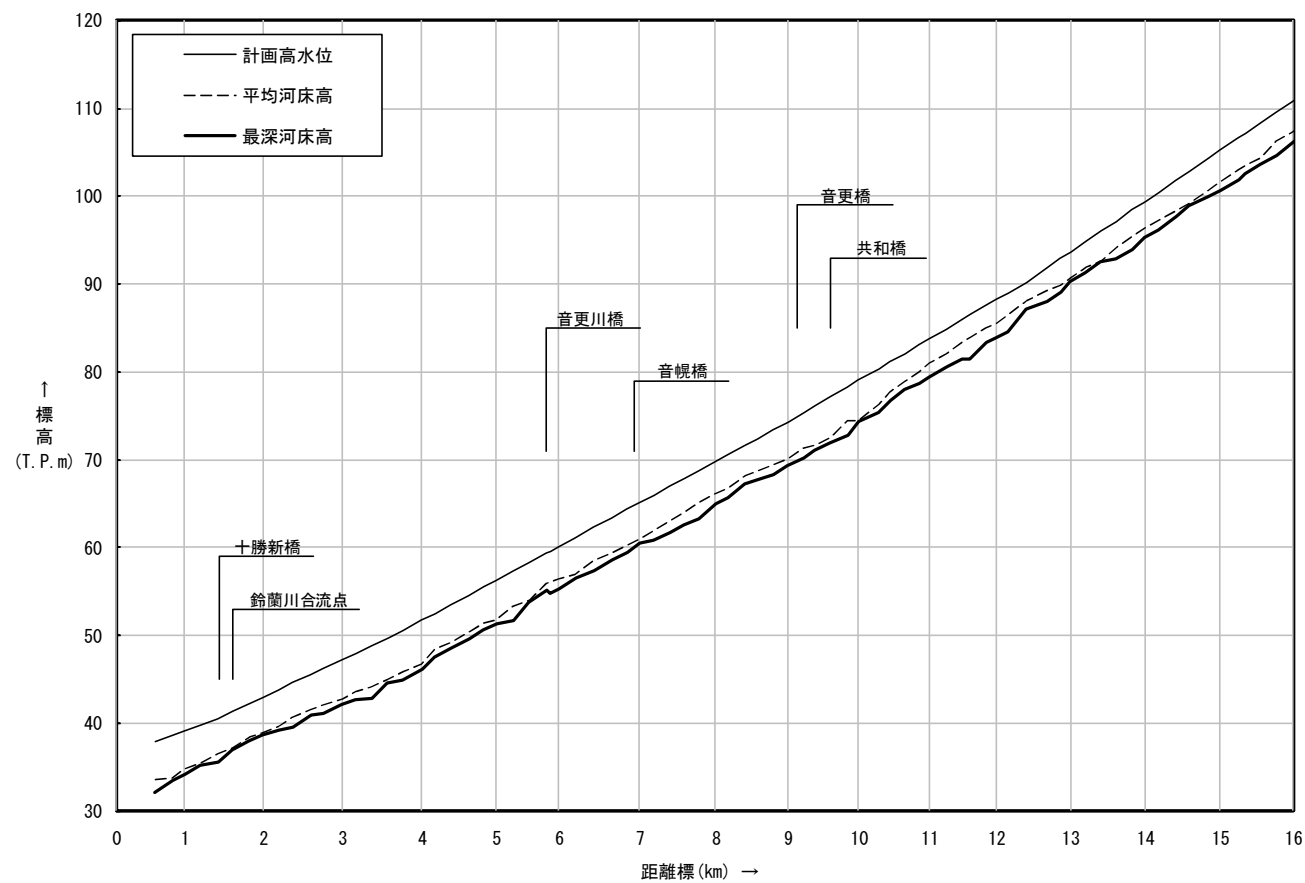
距離標 (km)	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0
計画高水位 (T. P. m)	110.99	115.68	120.26	125.77	131.86	138.81	145.73	152.15	159.27	166.45	173.68	181.04	188.27	195.59
平均河床高 (T. P. m)	107.78	112.65	116.57	123.07	128.67	136.15	143.08	150.17	157.23	163.50	170.61	177.94	184.62	192.93
最深河床高 (T. P. m)	106.00	111.01	114.89	121.17	127.79	134.77	140.38	148.62	155.82	162.71	169.57	176.85	182.14	192.20

図 5-10 計画縦断図（札内川）



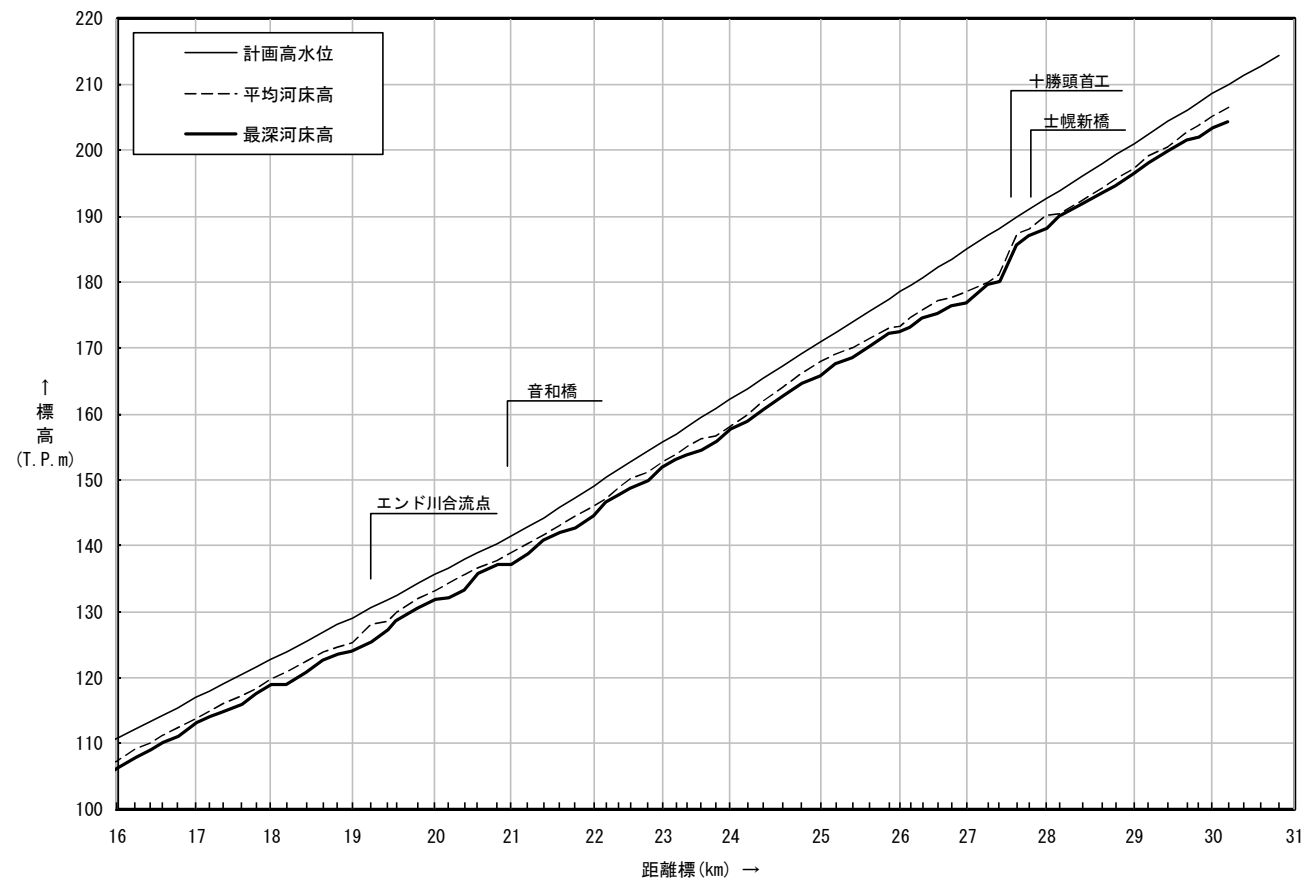
距離標 (km)	36.0	37.0	38.0	39.0	40.0	41.0	42.0	43.0	44.0	45.0	46.0	47.0	48.0
計画高水位 (T.P. m)	202.65	210.94	219.28	227.43	234.83	243.24	252.24	261.70	270.26	279.18	287.99	298.02	-
平均河床高 (T.P. m)	200.14	208.30	216.47	224.77	233.00	240.51	249.68	259.59	268.12	276.17	284.96	294.38	302.98
最深河床高 (T.P. m)	198.92	207.43	214.90	223.77	230.93	239.49	248.49	258.04	267.40	274.98	282.89	292.45	301.90

図 5-11 計画縦断図（札内川）



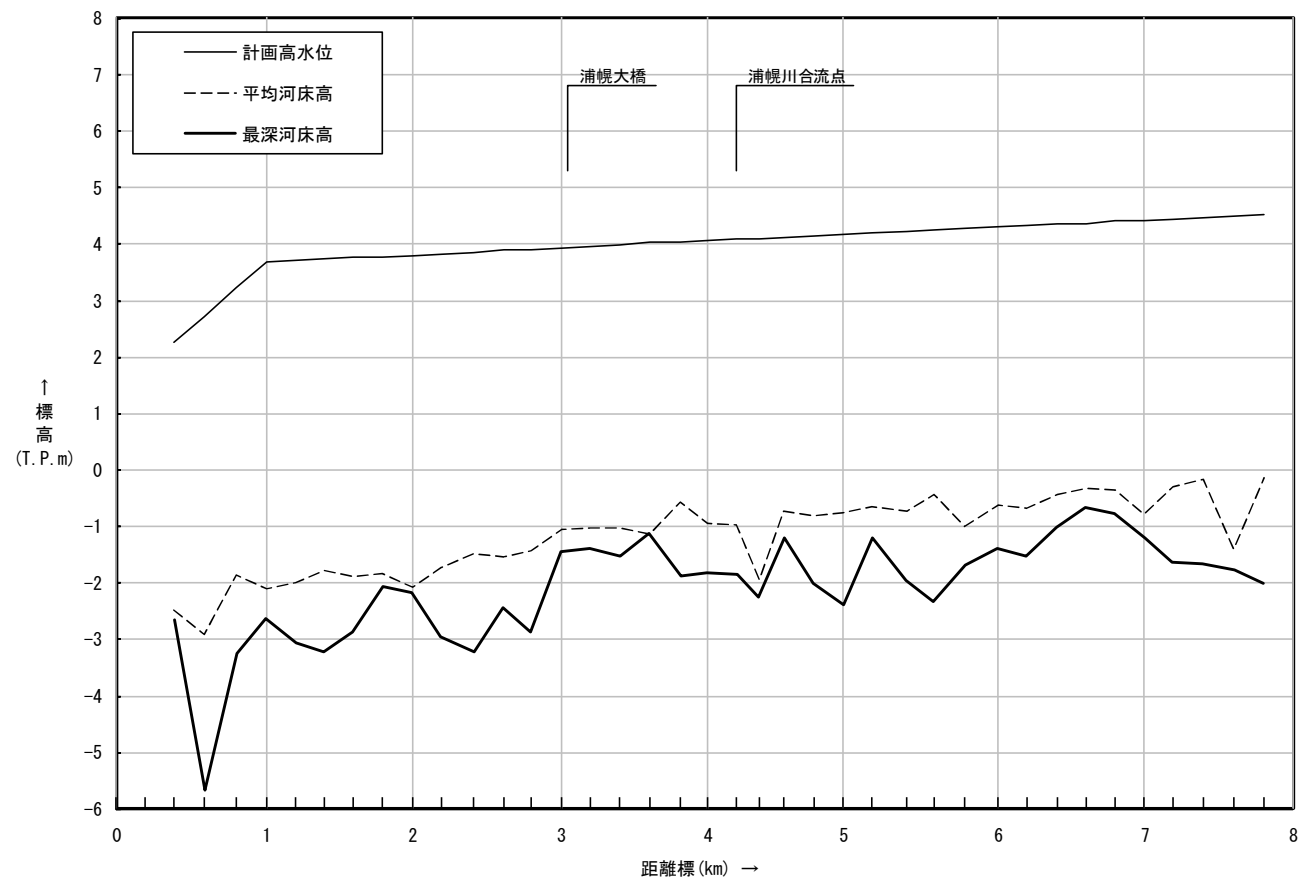
距離標 (km)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0
計画高水位 (T. P. m)	39.14	43.00	47.25	51.69	56.29	60.15	65.13	69.84	74.30	79.04	83.76	88.25	93.65	99.41	105.19	110.81
平均河床高 (T. P. m)	34.77	39.02	42.76	46.81	51.81	56.53	60.92	66.22	70.19	74.53	80.96	85.53	90.73	96.49	101.53	107.32
最深河床高 (T. P. m)	34.29	38.65	42.21	46.12	51.28	55.29	60.44	65.07	69.30	74.42	79.30	83.91	90.33	95.29	100.62	106.26

図 5-12 計画縦断図（音更川）



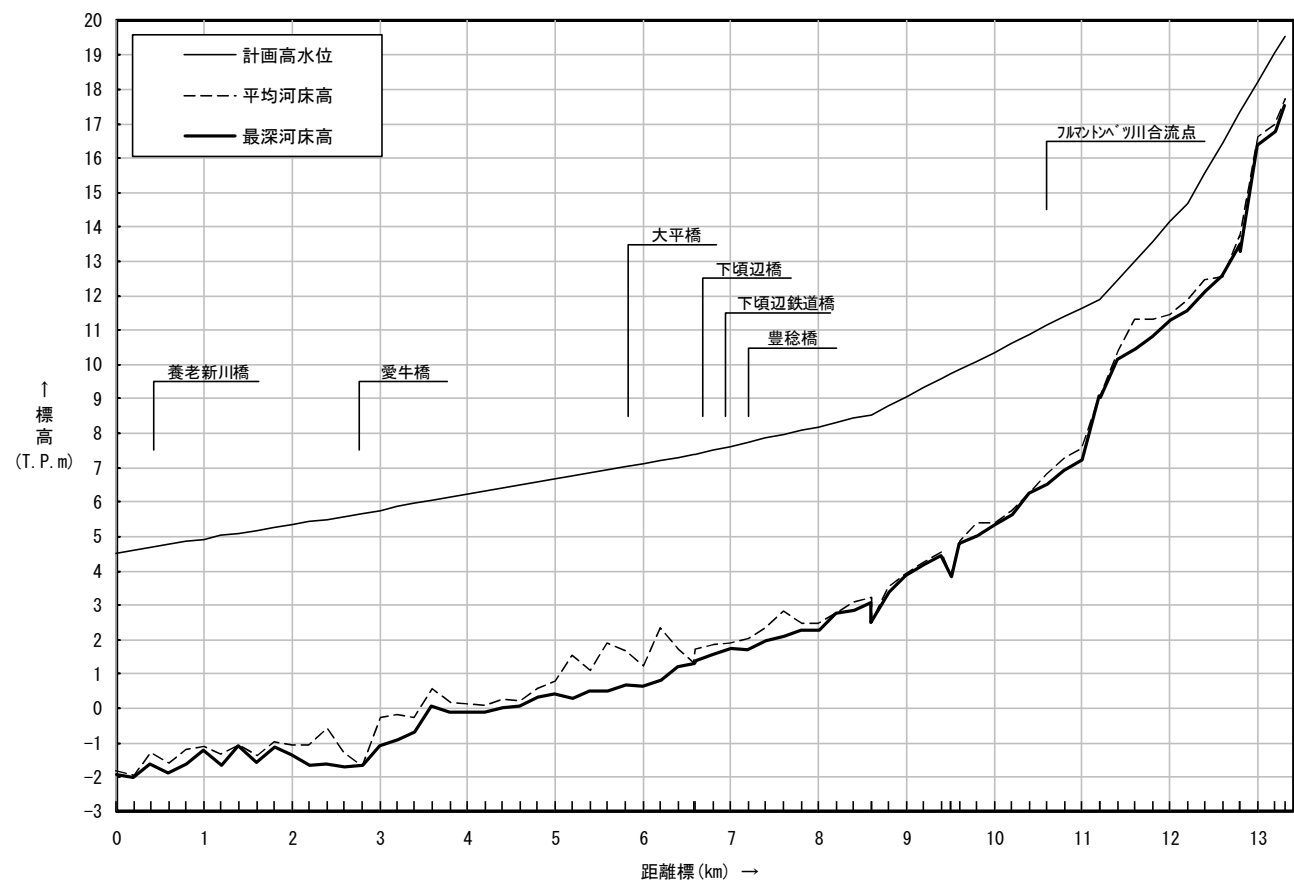
距離標 (km)	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0	30.0	30.8
計画高水位 (T. P. m)	116.98	122.81	129.11	135.62	141.54	149.18	155.81	162.29	170.96	178.62	185.06	192.69	201.10	208.57	214.30
平均河床高 (T. P. m)	113.72	119.73	125.38	133.18	138.93	146.16	152.75	158.07	167.97	173.37	178.55	190.28	197.27	205.16	-
最深河床高 (T. P. m)	113.15	118.95	124.13	131.84	137.12	144.66	151.89	157.76	165.84	172.45	176.80	188.17	196.54	203.35	-

図 5-13 計画縦断図（音更川）



距離標 (km)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	7.8
計画高水位 (T.P. m)	3.69	3.80	3.93	4.06	4.17	4.30	4.42	4.52
平均河床高 (T.P. m)	-2.11	-2.06	-1.05	-0.95	-0.76	-0.62	-0.79	-0.14
最深河床高 (T.P. m)	-2.62	-2.17	-1.45	-1.82	-2.38	-1.40	-1.19	-2.01

図 5-14 計画縦断図（浦幌十勝川）



距離標 (km)	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
計画高水位 (T.P. m)	4.93	5.34	5.77	6.22	6.66	7.11	7.61	8.20	9.07	10.36	11.65	14.14	18.20
平均河床高 (T.P. m)	-1.10	-1.05	-0.28	0.12	0.78	1.24	1.92	2.47	3.93	5.38	7.54	11.47	16.61
最深河床高 (T.P. m)	-1.22	-1.34	-1.07	-0.13	0.40	0.63	1.75	2.29	3.87	5.35	7.24	11.31	16.39

図 5-15 計画縦断図（下頃辺川）

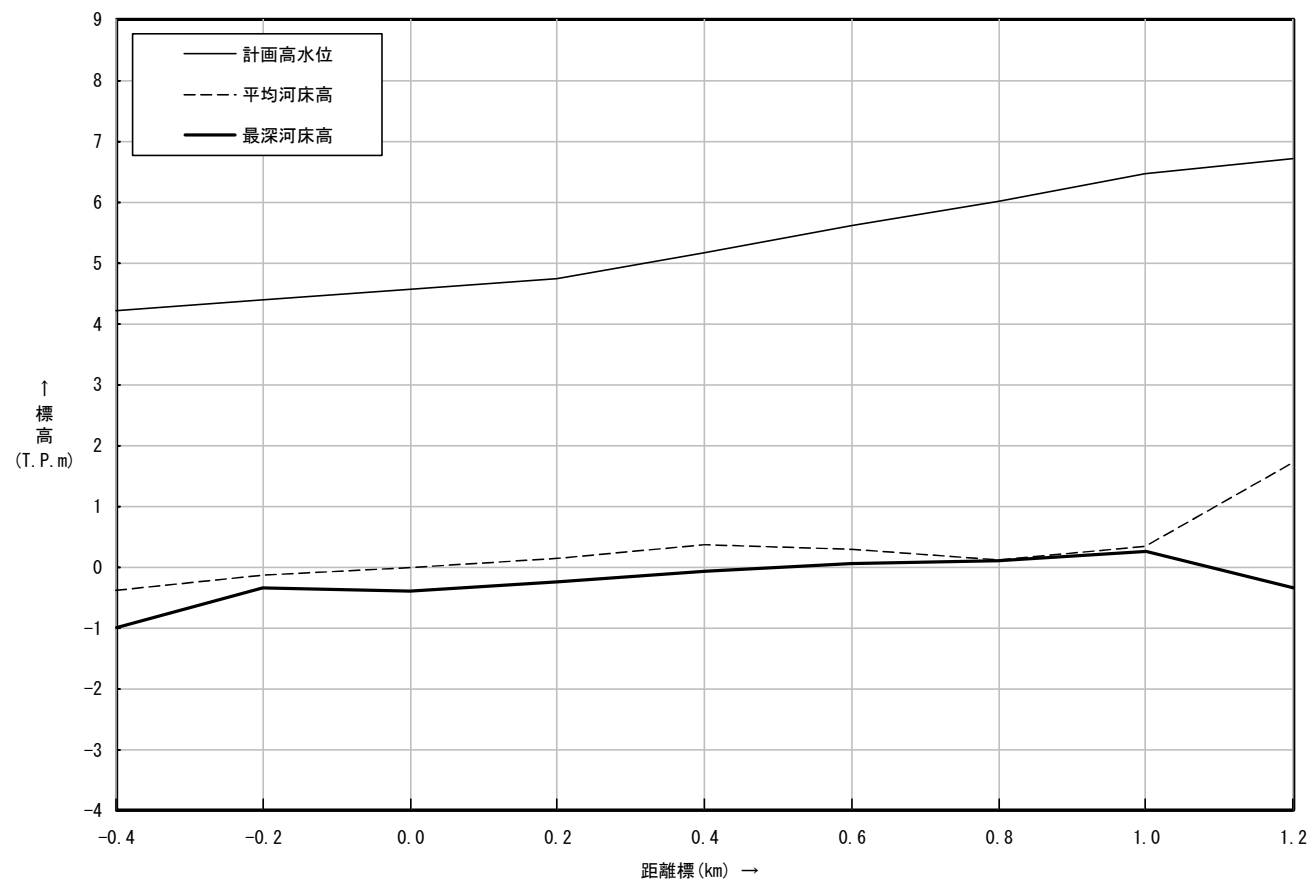


図 5-16 計画縦断図（浦幌川）