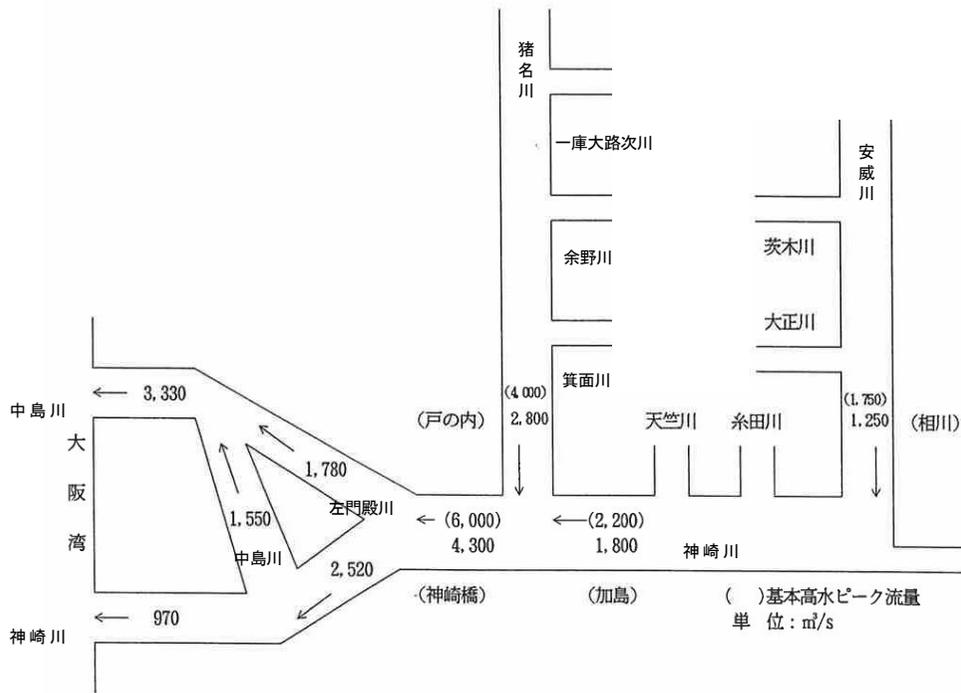


基本高水ピーク流量

基準点と確率	洪水型	基本高水ピーク流量 m ³ /s			
		神崎橋	戸の内	加島	相川
神崎橋 1/200	S28.9	5,878	3,897	1,981	1,841
戸の内 1/200	S28.9	-	3,961	-	-
加島 1/150	S28.9	-	-	2,024	1,848

計画高水流量

基準点	神崎橋	戸の内	加島	相川	神崎川の計画高水流量はダムにより洪水調節を行い、下水道計画との調整をとって、淀川からの流入量は0 m ³ /sとする。
計画高水流量	4,300	2,800	1,800	1,250	



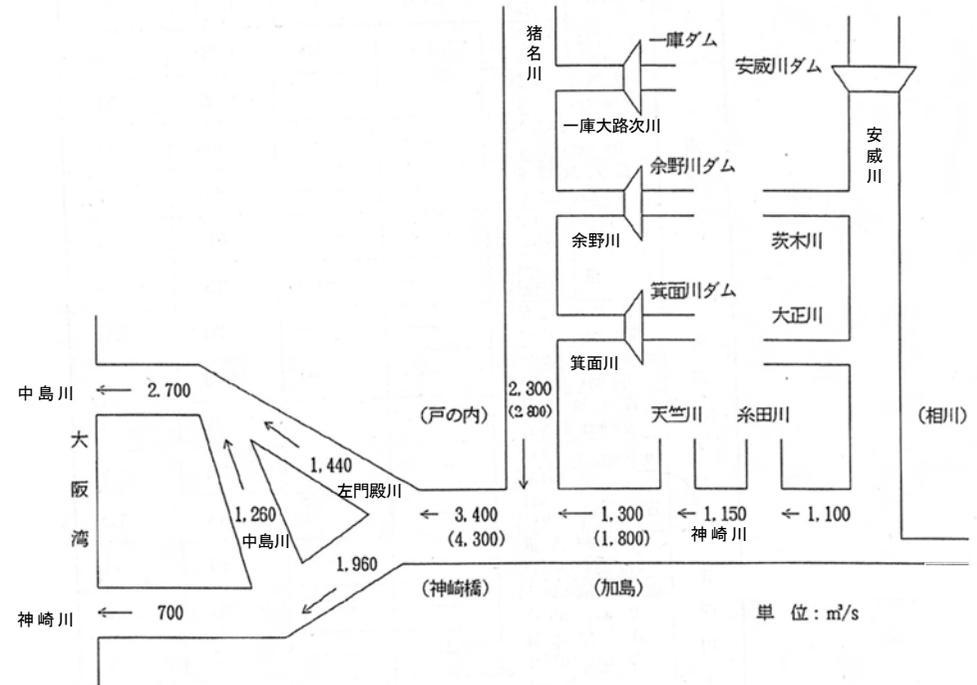
戸の内 2,800、加島 1,800、神崎橋 4,300：工事実施基本計画 計画高水流量配分

図-2.4 基本高水ピーク流量と計画高水流量 流量配分図

4. 1/40 確率河川改修計画

計画規模 1/40 年確率とする根拠	早期に治水安全度の向上を図る。支川猪名川が、余野川ダム完成後概ね 1/40 で整備される予定。				
全体計画流量の検討	安威川ダムと余野川ダムの完成後に検討する。				
流出モデル	将来計画と同じモデル				
確率雨量	工事実施基本計画に従い、確率雨量評価は日雨量とし、実績降雨を倍率引伸ばし。				
ダムの洪水調節方式	ダム名	調節方式	治水容量 ×10 千 m ³	流入量	調節量
	安威川ダム	自然調節方式	13,800	720m ³ /s	600m ³ /s
	一庫ダム	650m ³ /s 一定量放流	17,500	1,320m ³ /s	670m ³ /s
	余野川ダム	自然調節方式	11,200	280m ³ /s	270m ³ /s
全体計画流量	箕面川ダム	20m ³ /s の一定量放流	1,500	125m ³ /s	105m ³ /s
	神崎橋	3,400m ³ /s	戸の内	2,280m ³ /s	
	加島	1,300m ³ /s			

ダムの洪水調節方式等の記載は平成9年神崎川全体計画書による。
安威川ダム・余野川ダムは完成。
猪名川は新総合治水対策流量。十八条排水機 82.0m³/s を考慮。



戸の内 (2,800)、加島 (1,800)、神崎橋 (4,300)：工事実施基本計画 計画高水流量配分

図-2.5 神崎川 1/40 確率計画流量配分図

■ 3 「淀川水系河川整備基本方針」平成 19 年 8 月策定 国土交通省河川局

淀川水系における河川整備基本方針が、平成 19 年 8 月に策定されました。
河川整備の基本となる事項において、猪名川における基本高水並びにその河道及び洪水調節への配分に関する事項、及び、主要な地点における計画高水流量に関する事項が定められています。

河川整備の基本となるべき事項

(1) 基本高水並びにその河道及び洪水調節施設への配分に関する事項

ロ. 猪名川

基本高水は、昭和58年9月洪水、平成16年10月洪水等の既往洪水について検討した結果、そのピーク流量を基準地点小戸において3,500m³/sとし、このうち流域内の洪水調節施設により1,200m³/sを調節して、河道への配分流量を2,300m³/sとする。

基本高水のピーク流量等一覧表

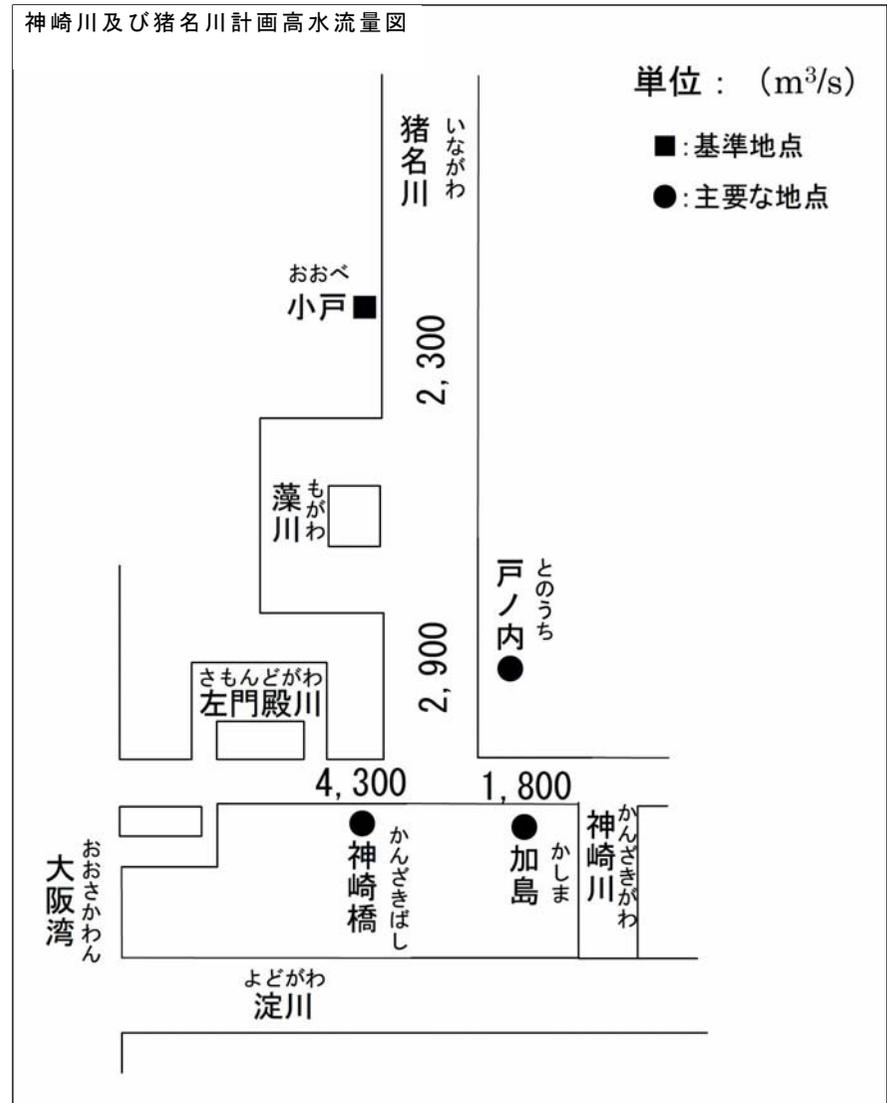
河川名	基準地点	基本高水のピーク流量 m ³ /s	洪水調節施設による調節流量 m ³ /s	河道への配分流量 m ³ /s
猪名川	小戸	3,500	1,200	2,300

(2) 主要な地点における計画高水流量に関する事項

ニ. 神崎川及び猪名川

計画高水流量は、猪名川の戸ノ内地点において2,300m³/sとし、戸ノ内地点において2,900m³/s、神崎川合流後の神崎橋地点において4,300m³/sとする。

神崎川は淀川からの流入量を0m³/sとして安威川等からの流入量を合わせ、加島において1,800m³/sとする。



出典：「淀川水系河川整備基本方針」

平成 19 年 8 月 国土交通省河川局

[貯留施設と河道の分担流量]に関する流出計算結果

表- 流出計算結果（余野川ダムあり）

小戸引伸し 計画雨量：239mm (1/200)

洪水名	実績 9時間雨量 (mm)	降雨 倍率	計算流量(m ³ /s)			一庫ダム		余野川ダム	箕面川ダム	安威川ダム
			小戸	戸ノ内	神崎橋	放流量 (m ³ /s)	使用容量 (m ³)	使用容量 (m ³)	使用容量 (m ³)	使用容量 (m ³)
S28.09.25	138.92	1.72	1,787	2,312	3,635	345	19,124,020	9,411,197	1,163,830	11,218,230
S35.08.29	242.03	1.00	1,751	2,080	2,759	345	18,359,940	7,586,895	884,242	4,802,713
S42.07.09	154.31	1.55	1,874	2,866	5,239	345	5,135,234	7,917,197	1,300,000	9,960,964
S47.09.16	129.91	1.84	1,908	2,319	3,591	345	13,546,280	6,857,835	1,300,000	9,132,233
S58.09.28	133.30	1.79	2,296	2,895	4,152	345	14,754,630	8,932,812	1,300,000	9,607,919
H16.10.20	127.13	1.88	2,052	2,652	3,705	345	13,558,230	6,190,563	646,926	8,423,310

※

加島引伸し 計画雨量：213mm (1/150)

洪水名	実績 9時間雨量 (mm)	降雨 倍率	計算流量(m ³ /s)		安威川ダム
			加島	神崎橋	使用容量 (m ³)
S28.09.25	126.82	1.68	1,298	3,549	11,124,640
S35.08.29	136.80	1.56	1,404	3,763	5,566,717
S42.07.09	155.15	1.37	1,151	4,201	7,607,558
S47.09.16	196.95	1.08	1,610	3,603	6,271,937
S58.09.28	151.73	1.40	1,246	2,585	7,285,709
H16.10.20	134.39	1.58	1,723	4,089	8,368,464

※小戸引き伸ばしの【S42.7洪水】については、神崎橋流量が戸の内地点の計画高水流量（2,900m³/s）と加島地点の計画高水流量（1,800m³/s）の合計（2,900+1,800=4,700m³/s）よりも大きいため採用しない。

数値 各地点の最大流量

出典：関係府県説明資料 淀川水系河川整備基本方針(案)
基本高水等に関する資料【猪名川編】

平成19年7月3日 近畿地方整備局

② 目標とする雨量の設定

神崎川下流ブロックは上流域に洪水を一時的に貯留する施設が含まれています。この場合、降雨が継続する時間（24時間）雨量を取り扱うことが適していると考えられ、日雨量資料が明治以降から近年までの長期にわたり観測が行われていること、時間雨量観測前（昭和26年以前）にも大雨が発生していることから、日雨量を対象に計画雨量を検討します。

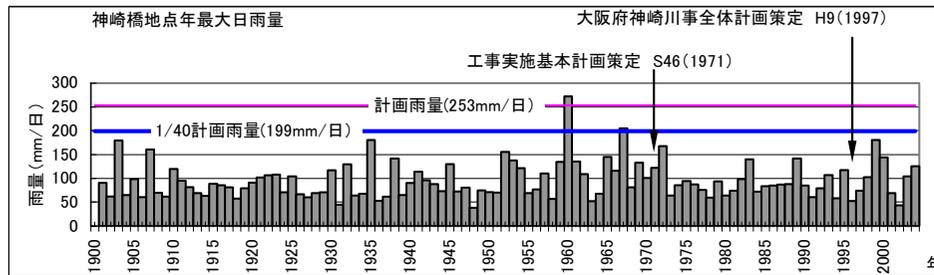
また、平成19年8月策定「淀川水系河川整備基本方針」において猪名川における基本高水は、近年の短時間集中豪雨を考慮した流量のピークに寄与する洪水到達時間雨量により算出された流量に基づいて設定されていることから、本ブロックにおいては神崎橋地点における洪水到達時間雨量についても取り扱うこととします。

日雨量は1901（M34）年から現在（2004（H16）年）までの104ケ年分の日雨量資料を使用します。

降雨波形を任意で捉えられる時間雨量は1952（S27）年からの記録となっており、神崎橋地点における洪水到達時間雨量となる9時間雨量については1952（S27）年より現在（2004（H16）年）までの53ケ年分の時間雨量資料を使用します。

■ 日雨量と9時間雨量の整理

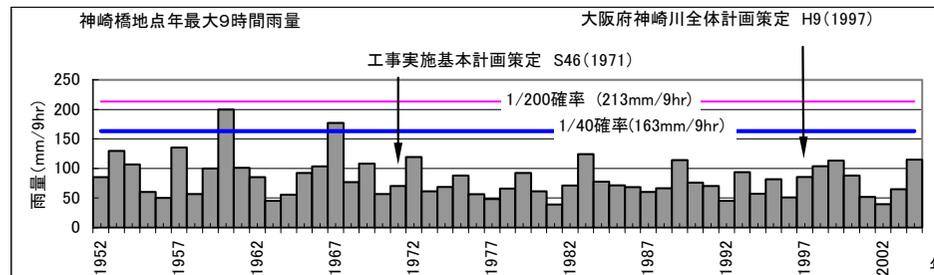
日雨量



M34年～H16年

1位 (S35.8)	2位 (S42.7)	3位 (S10.*)	3位 (H11.6)	5位 (M36.9)
272.1mm	204.4mm	180.1mm	180.1mm	179.2mm

9時間雨量



S27年～H16年

1位 (S35.8)	2位 (S42.7)	3位 (S32.6)	4位 (S28.9)	5位 (S58.9)
199.8mm	176.94mm	135.3mm	129.5mm	124.4mm

神崎橋地点 年最大日雨量				年最大9時間雨量	
年月日	日雨量	年月日	日雨量	年月日	9時間雨量
M34	90.7	S27.7.10	155.3		85.1
M35	61.9	S28.9.25	137.2		129.5
M36	179.2	S29.6.29	121.5		107.1
M37	64.7	S30.8.30	68.9		60.3
M38	98.2	S31.9.26	76.8		50.3
M39	60.6	S32.6.26	110.3		135.3
M40	160.2	S33.10.15	56.9		56.8
M41	69.4	S34.8.13	134.4		99.8
M42	60.9	S35.8.29	272.1		199.8
M43	119.5	S36.10.27	135.1		101.3
M44	94.7	S37.6.9	108.4		85.4
M45	81.4	S38.8.10	51.8		45.2
T2	68.9	S39.9.24	68.1		55.6
T3	63.6	S40.5.26	145.1		92.2
T4	88.7	S41.9.18	115.9		103.5
T5	85.7	S42.7.9	204.4		176.9
T6	80.9	S43.7.15	81.0		76.8
T7	57.4	S44.6.25	132.6		107.9
T8	78.7	S45.6.15	100.4		57.0
T9	91.0	S46.9.6	121.6		70.3
T10	101.6	S47.7.12	167.5		119.2
T11	106.6	S48.10.13	64.0		61.4
T12	107.6	S49.6.17	85.7		68.7
T13	70.7	S50.8.22	94.3		88.0
T14	103.4	S51.9.8	87.0		56.5
T15	66.8	S52.11.16	75.5		48.2
S2	60.2	S53.6.15	59.4		66.0
S3	69.0	S54.9.30	93.4		92.4
S4	70.8	S55.11.21	64.0		61.3
S5	116.7	S56.10.8	73.9		39.1
S6	44.7	S57.8.1	98.2		71.2
S7	128.8	S58.9.27	139.6		124.4
S8	64.1	S59.6.8	71.7		77.9
S9	67.7	S60.9.11	83.1		71.7
S10	180.1	S61.7.20	84.7		68.2
S11	52.9	S62.5.13	86.5		60.2
S12	61.2	S63.6.2	87.6		66.8
S13	141.8	H1.9.2	141.6		114.2
S14	64.7	H2.9.19	84.8		76.0
S15	89.8	H3.7.4	60.8		70.0
S16	114.1	H4.6.23	78.6		45.5
S17	95.8	H5.7.4	107.0		93.5
S18	87.6	H6.9.6	57.7		57.2
S19	72.8	H7.5.11	117.5		81.7
S20	129.6	H8.8.28	52.4		51.0
S21	72.0	H9.7.12	73.9		85.6
S22	80.7	H10.9.22	102.6		104.1
S23	38.2	H11.6.29	180.1		113.3
S24	74.9	H12.9.11	144.2		87.8
S25	71.4	H13.8.21	69.0		52.0
S26	69.8	H14.3.5	43.2		39.5
		H15.8.14	103.6		64.7
		H16.10.20	125.4		115.1

日雨量は9:00から翌日の9:00までの雨量としています。
例えば1月1日の日雨量とは、1月1日9:00から1月2日の9:00の間に降った雨量になります。

1) 流域の日雨量及び9時間雨量の算出

神崎川流域の時間雨量を収集・整理し、神崎橋基準点上流域の流域平均時間雨量を算定します。次に流域平均の日雨量と9時間雨量の年最大値を抽出します。対象とする統計期間は、1952 (S27) 年から2004 (H16) 年の53ケ年とします。対象とする時間は現行の計画降雨継続時間である日雨量と洪水到達時間である9時間とします。

表-2.1 神崎川流域の雨量観測所

No	観測所名	種別	河川名	所轄	所在地(住所等)	標高	観測開始年月日	備考
1	大島	(日)普通 (時)自記	猪名川	建設省	川辺郡猪名川町島宇西尾山	197	S17.5.1	
2	北野	(日)普通 (時)自記	猪名川	建設省	川辺郡猪名川町柏梨宇前ヶ谷	87	S40.5.1	H3.12.31廃止
3	南田原	テレメータ	猪名川	建設省	川辺郡猪名川町南田原	85	S48.4.1	
4	今西	(日)普通 (時)自記	山田川	建設省	豊能郡能勢町今西	224	S34.6.20 H5.1.1	日雨量自記切替え
5	歌垣	(日)普通 (時)自記	田尻川	建設省	豊能郡能勢町歌垣	255	S17.5.1 H5.1.1	日雨量自記切替え
6	見野	(日)普通 (時)自記	猪名川	建設省	川西市見野字大根畑	82	S35.7.6	
7	余野	(日)普通 (時)自記	田尻川	建設省	豊能郡豊能町余野	342	S31.2.1	
8	上池田	(日)普通 (時)自記	猪名川	建設省	池田市上池田	27	S40.9.16	
9	下止々呂美	(日)普通 (時)自記	余野川	建設省	箕面市下止々呂美	160	S55.6.1	
10	園田	自記	藻川	建設省	尼崎市東園田	3	S63.1.1	
11	山辺	テレメータ	山辺川	水資源公団	豊能郡能勢町上山辺	286	S47.6.1	
12	広野	テレメータ	余野川	水資源公団	亀岡市畑野町広野字平	289	S47.6.1	
13	倉垣	テレメータ	田尻川	水資源公団	豊能郡能勢町倉垣	238	S47.6.1	
14	国崎	テレメータ	黒川	水資源公団	川西市国崎字笹ヶ谷	161	S56.9.2	
15	一庫	テレメータ	一庫大路次川	水資源公団	川西市一庫上ノ畑	155	S57.4.1	
16	西能勢	自記 テレメータ	一庫大路次川	大阪府	豊能郡能勢町大里133 能勢出張所内	326	S10~ S47.4.1	テレメータ切替え
17	東能勢	自記 テレメータ	余野川	大阪府	豊能郡豊能町 豊能町役場内	342	S15~ S59.1.1	テレメータ切替え
18	東郷・地黄	自記 テレメータ	野間川	大阪府	豊能郡能勢町地黄 東郷小学校校庭	641	S24~ S59.1.1	テレメータ切替え
19	東郷(妙)	自記	—	大阪府	豊能郡能勢町 能勢妙見山事務所内		S24~S38	
20	池田	自記 テレメータ	猪名川	大阪府	池田市城南町1-1-1 池田土木事務所内	24	S11~ S59.1.1	テレメータ切替え
21	高山	自記 テレメータ	—	大阪府	豊能郡豊能町高山 北摂霊園内	575	S59.1.1	テレメータ切替え
22	能勢	テレメータ	山辺川	気象庁	豊能郡能勢町地黄	235	S49.11.1	
23	箕面	テレメータ	箕面川	気象庁	箕面市粟生外院	130	S49.11.1	
24	豊中	テレメータ	千里川	気象庁	豊中市蛸池西町	9	S49.11.1	
25	見山	自記 テレメータ	安威川	大阪府	茨木市長谷	320	S10~ S59.1.1	テレメータ切替え
26	茨木	自記 テレメータ	大正川	大阪府	茨木市中穂積 茨木土木事務所内	20	S14~ S57.4.1	テレメータ切替え
27	千里	テレメータ	天竺川	大阪府	吹田市竹見台4-5	65	H5.3.24	
28	春日橋	テレメータ	千里川	大阪府	豊中市本町9丁目	15	H4.4.7	
29	三国	自記 テレメータ	神崎川	大阪府	大阪市淀川区新高5丁目	1	S34~ H1.10.1	テレメータ切替え
30	東別院	自記	安威川	京都府	—	283	S36	
31	枚方	自記	—	建設省(淀)	枚方市桜町3-32 淀川工事事務所枚方出張所内	25	S7.4	
32	西別院	自記 テレメータ	—	建設省(淀)	亀岡市西別院抽原 西別院小学校	—	S30	
33	櫻田	自記	安威川	大阪府	高槻市櫻田 高槻市役所櫻田支所内	—	S36	
34	原	自記	—	大阪府	高槻市原 林英蔵宅内	180	S30	
35	小花	—	—	建設省	川西市小花	15	S16.1.10 ~S48	
36	天王	—	—	気象庁	能勢町天王 天王小学校内	489	M34.4.1~ S52.3.31	
37	羽東川	—	—	気象庁	三田市小楠 関西電力羽東川発電所内	235	S31.3.2~ S49.3.31	

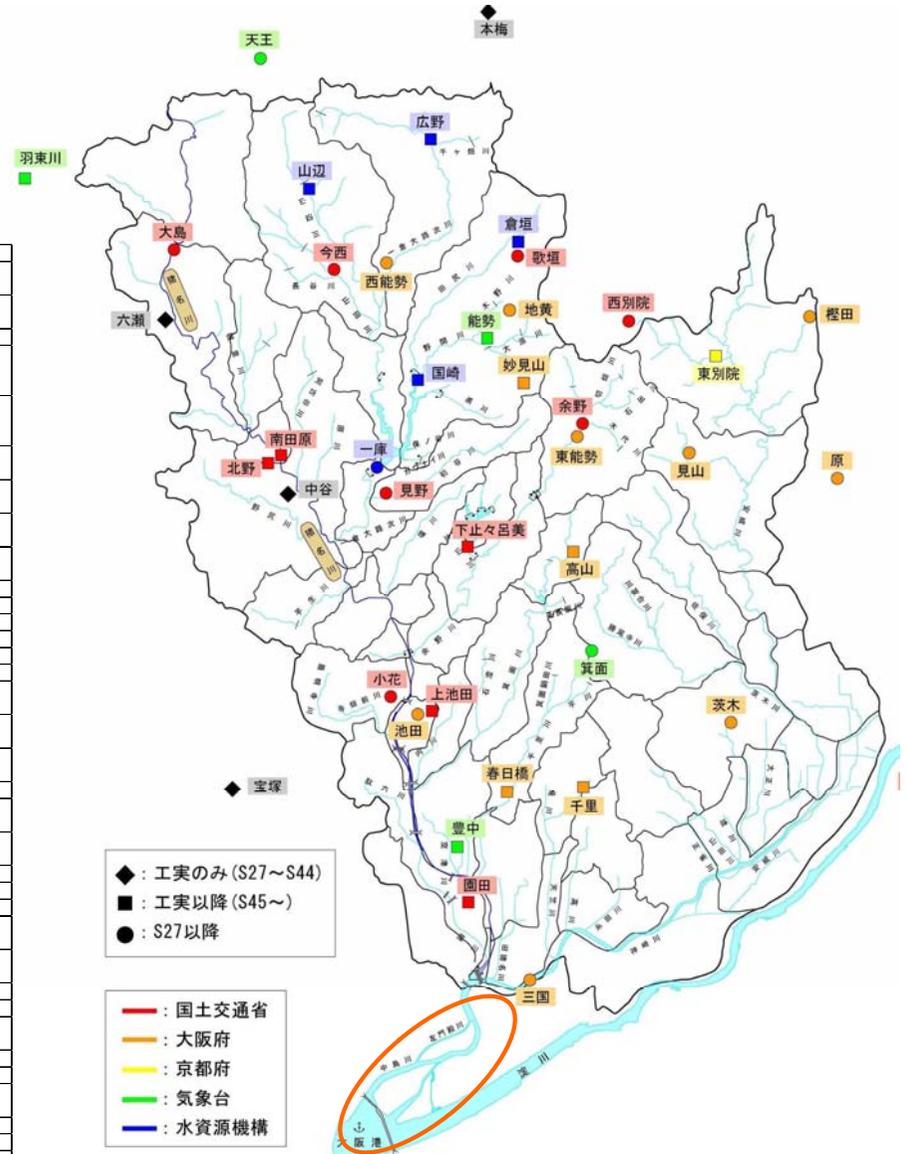


図-2.6 神崎川下流ブロックとその上流域の雨量観測所位置

2) 流域平均雨量の算定

神崎橋地点の流域平均雨量を算定するため、ティーセン法によって各観測所の支配面積を設定します。各観測所が支配するエリアをティーセン分割図と呼びます。

ティーセン法

流域の降雨の特性に地域差がある場合、基準点の他に主要地点やダム計画地点等で流域を分割し、各地点上流における流域平均雨量をティーセン法により算定します。なお、流域平均雨量の算定に際し、年代や欠測によって観測がない雨量観測所があります。この場合は、観測が得られている観測所のデータを用いて流域平均雨量を算定します。

日雨量の扱い

明治から昭和の年代においては日雨量観測の期間があり、9時～9時合計による日単位の測定となっている観測所があります。神崎川下流ブロックの上流域においてはデータ数100以上となる雨量統計を行なうため、時間データが得られている期間においても9時～9時合計により日雨量を集計し、ティーセン法により流域平均日雨量を算定します。

時間雨量を扱う期間

流域平均時間雨量については、多くの観測所で時間雨量が観測されているS27年以降の雨量データを集計し、ティーセン法により流域平均時間雨量を算定します。

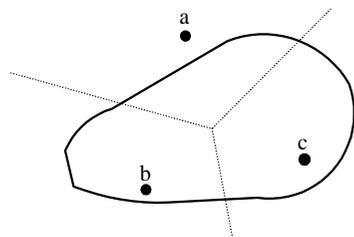


図-2.7 ティーセン分割

分割した小流域単位で、流域内のある点から最も近い雨量観測所をその点の雨量とします。左図のように観測地点間の垂直二等分線で区分してできる領域毎に観測地点と同じ降雨があるとみなします。

小流域の平均雨量は、観測所毎の支配面積と観測所雨量の積和を流域面積で除し求めます。すなわち、観測所の支配面積の重みで平均して求めることになります。

このための観測点による分割をティーセン分割と呼び、平均雨量を求める方法をティーセン法と呼びます。

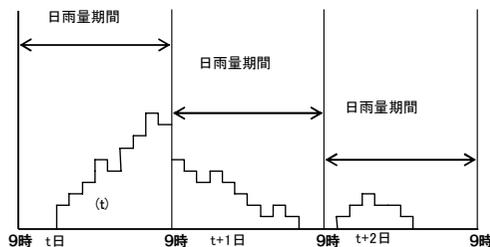
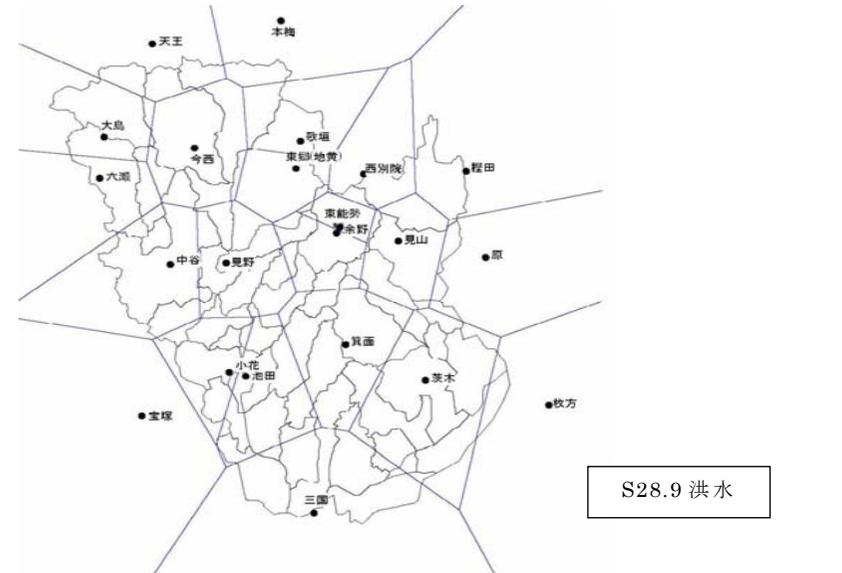


図-2.8 日雨量の集計範囲



洪水毎にデータのある観測地点が異なり、年代とともに観測地点は増えています。

図-2.9 日雨量ティーセン分割図の例

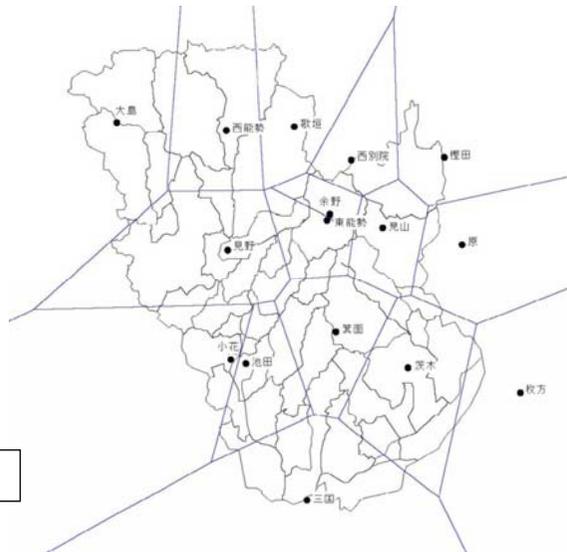
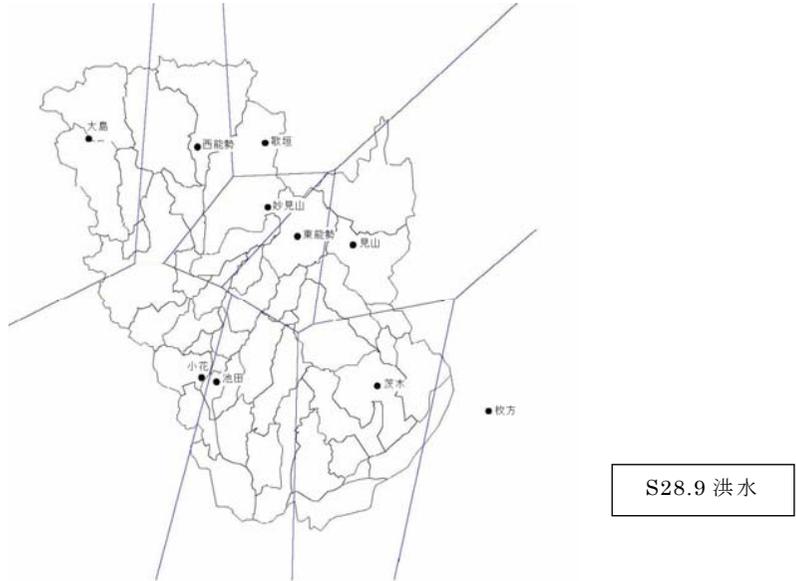


図-2.10 時間雨量ティーン分割図

3) 洪水到達時間

洪水のピーク流量に大きく影響を及ぼす洪水到達時間内雨量を設定します。洪水到達時間内雨量は流量のピークとの相関性が高く、各種経験式が提案されています。ここでは、複数の経験式、ピーク流量との相関性、同程度規模の流域面積をもつ淀川水系内地点の計画降雨継続時間から、神崎川の神崎橋基準点における洪水到達時間を設定します。

この結果、洪水到達時間を9時間と設定します。

■ 河川工学の知見

洪水のピーク流量と洪水到達時間内の雨量に強い関係性がある。

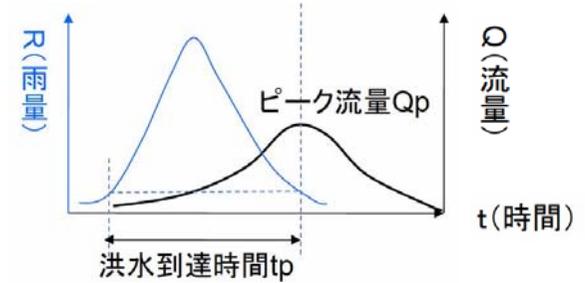


表- 各手法による洪水到達時間結果(神崎橋地点)

手法	対象洪水	平均値	範囲
kinematic wave 理論	3洪水	約9時間	概ね7~11時間
角屋式(実績)	ピーク流量上位7洪水	約5.5時間	概ね4.5~6時間
角屋式(計画)	ピーク流量上位7洪水	約4.5時間	概ね4~5時間
Qp-N時間雨量	S27~H16年の54洪水	7~24時間	猪名川上流小戸地点を参考に相関係数0.8以上

表- 淀川水系内計画降雨継続時間

地点名	流域面積 km ²	計画降雨継続時間 (hr)
枚方	3,491.5	24
羽束師	1,077.9	12
加茂	1,478.1	12
請田	728.0	9
島ヶ原	522.9	9
宇治	369.5	9
小戸	309.8	9

(国土交通省資料より)

※ 神崎橋の流域面積: 591.1km²

●洪水到達時間の設定

主要な洪水における洪水到達時間を、理論式、経験式、ピーク流量との相関性から整理し、洪水到達時間を設定する。

なお、神崎橋地点においては流量の観測が行なわれていないため、ピーク流量の生起時刻については神崎川橋下流の水位観測データにおいて潮位変化を考慮して推定します。

・KinematicWave 理論に基づく推定

ピーク流量生起時刻(t_p)以前の雨量が、ピーク流量生起時刻の雨量と同じになる時刻(τ_p)により、 $T_p = t_p - \tau_p$ として推定する。

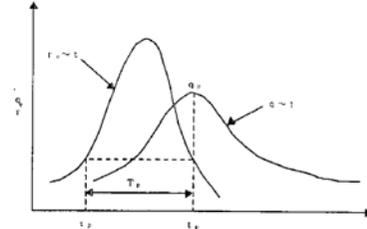


図- KinematicWave 理論によるTp の定義

神崎川の水位観測所：左門橋地点
水位から潮位を差し引いた水位の最高時をピーク流量生起時とみなします。

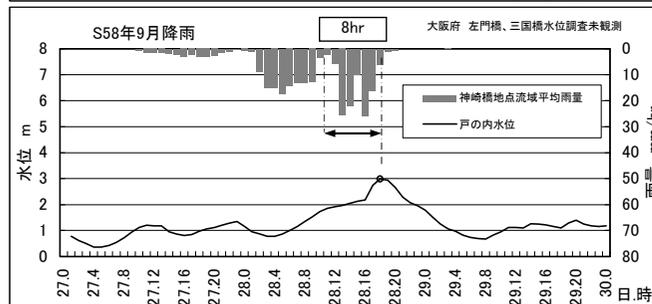
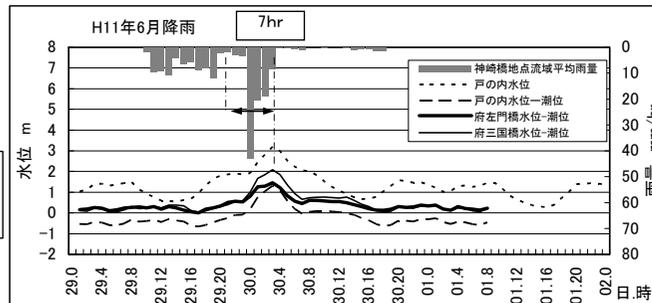
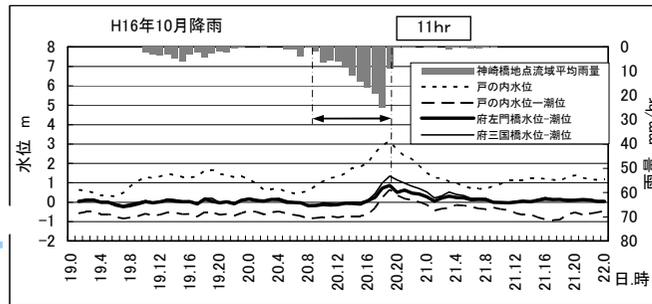
左門橋水位観測所
平成年代以降に観測開始
観測の主要洪水は2例
H11.6、H16.10



- 基準点等
- 国 水位観測所(流量公表) 潮位影響なし
- △ 国 水位観測所(流量公表無し) 潮位影響有り
- ▲ 府 水位観測所(流量公表無し) 潮位影響有り

S58.9 降雨参考推定

戸の内水位のピーク生起時刻から参考推定
猪名川下流点の戸の内地点では S53 年からの水位観測値が公表されている。
H11.6、H16.10 の降雨では左門橋水位と戸の内水位のピーク生起時刻はほぼ同時刻となっている。



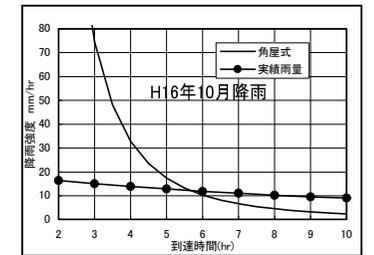
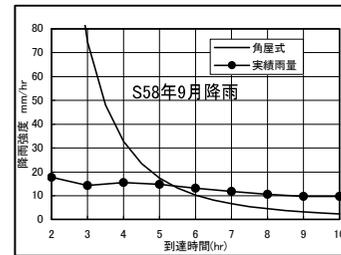
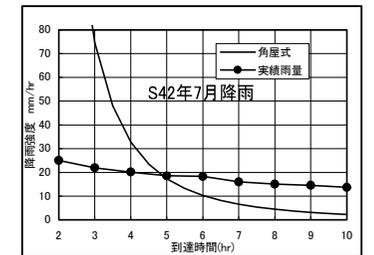
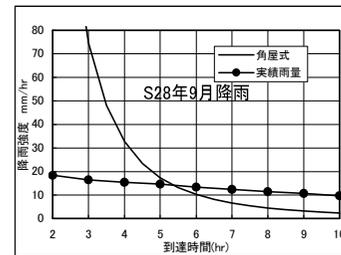
・角屋式による推定

KinematicWave 理論の洪水到達時間を表す式に、河道長と地形則を導入した検討である。到達時間と降雨強度の関係を導く次式と、ピーク流量前の雨量ピーク付近の継続時間の関係から整理する。

定義：降雨時間内最大

$$T_p = C \cdot A^{0.22} re^{-0.35}$$

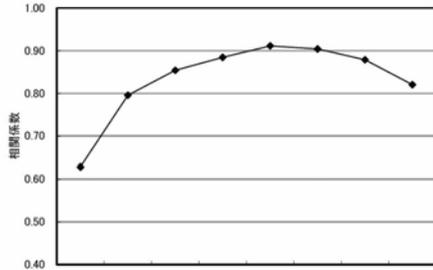
ここに、 T_p : (min)、 A : 流域面積 (km²)、 re : (mm/hr)、 C : 流域特性を表す係数、
丘陵山林地域 : $C=290$ 、放牧地・ゴルフ場 : $C=190 \sim 210$ 、粗造成宅地 : $C=90 \sim 120$ 、
市街化地域 : $C=60 \sim 90$ 。



・ 短時間雨量とピーク流量との相関

神崎橋地点においては実測流量がないため、流域上流において長年月の実測流量がある猪名川直轄区間猪名川基準点である小戸における短時間雨量とピーク流量の相関を参考とします。

小戸地点では短時間雨量とピーク流量とに相関性が高い。
 相関係数 0.8 以上 6~24 時間
 定義：ピーク流量生起時刻前の最大短時間雨量
 時間：1, 3, 6, 9, 12, 18, 24 時間

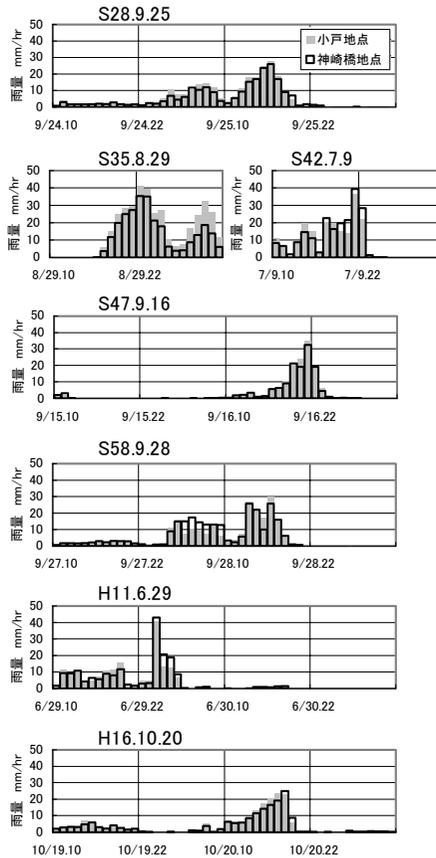


r	1hr	3hr	6hr	9hr	12hr	18hr	24hr	日
相関係数	0.626	0.796	0.854	0.884	0.911	0.904	0.879	0.820

小戸地点から神崎橋地点までの洪水ピークの流下時間を水位、流量の観測から調べると、概ね 1 時間程度である。

神崎橋地点における短時間雨量とピーク流量の関係は小戸地点の関係に対して 1 時間ずれると考え、洪水到達時間は 7 時間~24 時間と推定します。

神崎橋地点と小戸地点の流域平均雨量の時間分布は波形およびピークが重なる。
 : 波形パターンが類似している。

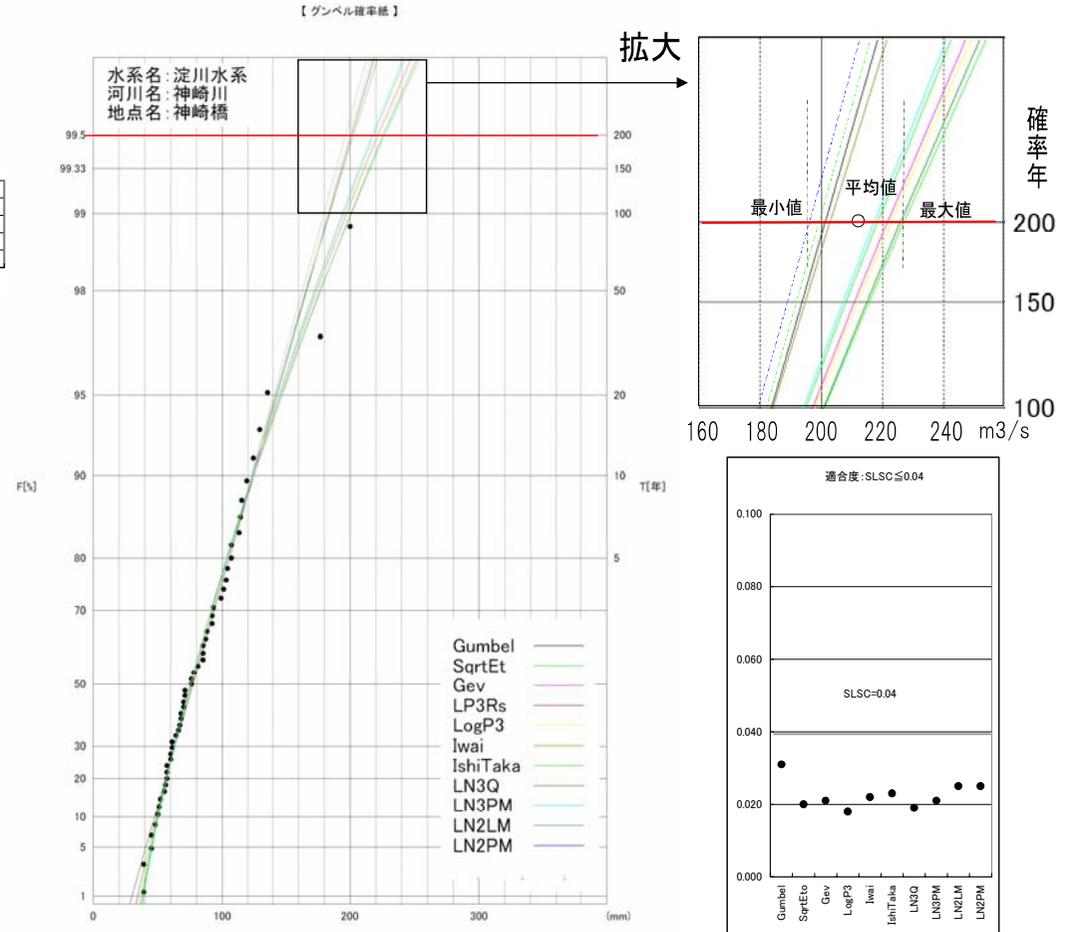


4) 確率雨量の算出

神崎橋基準点における流域平均雨量の 9 時間雨量を標本に確率統計解析を実施し、9 時間雨量の確率雨量を算定します。
 この結果、9 時間雨量は 213mm /9hr となります。

表-神崎橋地点 9 時間雨量確率統計解析結果 (1/200)

分布モデル	Gumbel	SqrtEto	Gev	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM
SLSC	0.031	0.020	0.021	0.018	0.022	0.023	0.019	0.021	0.025	0.025
確率雨量 1/200	200.9	226.6	221.2	222.4	202.5	218.0	225.5	216.9	199.0	196.8



1/200 確率雨量 197~227mm/9hr 平均値 213mm/9hr

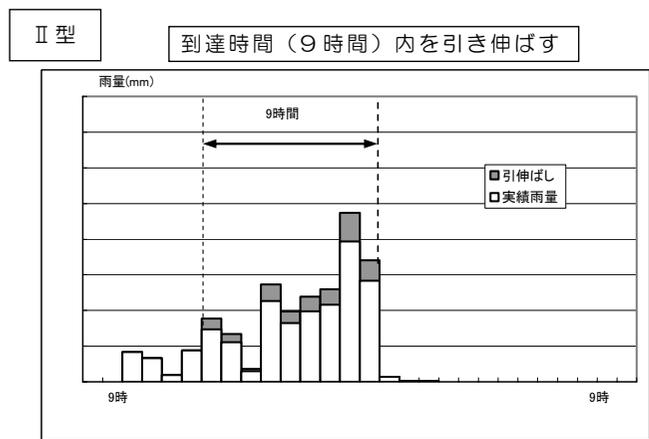
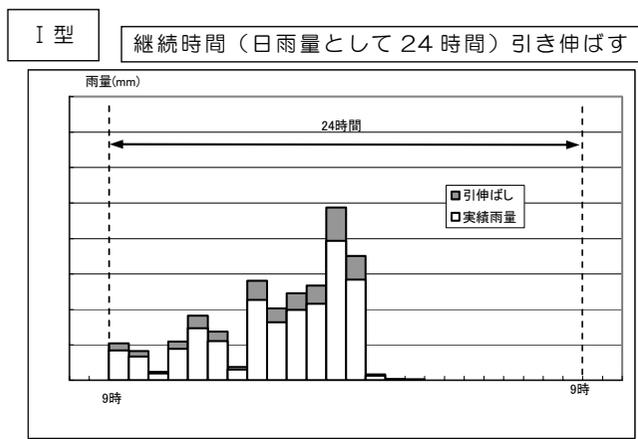
1/40 確率雨量 157~168mm/9hr 平均値 163mm/9hr

③ 計画降雨波形（群）の設定

1) 実績降雨を引伸ばす方法

過去の実績降雨波形をもとに、1/200年確率規模の計画降雨量に相当する降雨波形を設定します。
 計画降雨波形（群）は、日雨量については、神崎川全体計画の対象の2降雨とします。
 9時間雨量については、国が「淀川水系河川整備基本方針」（H19.8策定）に係わる「貯留施設と河道の分担流量に関する流出計算結果」で対象としていた6降雨を対象とします。
 計画降雨の継続時間ならびに洪水到達時間を対象に計画降雨量への引き伸ばしを行います。

- ・ 神崎川下流ブロックの上流域に一時的に貯留する施設を有しており、容量の確認が必要とすることからI型引き伸ばしを行う。
- ・ 近年の短時間集中豪雨を考慮し、9時間雨量についてII型引き伸ばしを行なう。
 I型：計画降雨継続時間（日雨量）を計画雨量に引き伸ばす。
 II型：洪水到達時間（9時間）を計画雨量に引き伸ばす。
- ・ I型で2降雨、II型で6降雨が対象。



（図化モデル降雨：S42.7降雨）

II型9時間雨量6降雨の（神崎橋地点1/200年確率213mm/hrに引き伸ばし）ブロック上流各地点における引き伸ばし後の9時間雨量

出水名	神崎川下流ブロック		直轄猪名川基準点		猪名川下流地点		神崎川		災害記録 等	
	神崎橋地点		小戸地点		戸の内地点		加島地点		猪名川 流域	神崎川 (加島上流域)
	9時間雨量	降雨倍率	9時間雨量	引伸ばし後雨量	9時間雨量	引伸ばし後雨量	9時間雨量	引伸ばし後雨量		
S28.9.25	129.5	1.645	138.9	228.5	131.1	215.6	126.8	208.6	S28 災害	S28 災害
S35.8.29	199.8	1.066	242.0	258.0	225.5	240.4	155.2	165.5	S35 災害	-
S42.7.09	176.9	1.204	154.3	185.8	165.5	199.3	197.0	237.2	S42 災害	S42 災害
S47.9.16	119.2	1.787	129.9	232.1	123.7	221.0	111.6	199.4	-	S47 災害
S58.9.28	124.4	1.712	133.3	228.2	131.5	225.2	151.7	259.7	S58 災害	S58 災害
H16.10.20	115.1	1.851	127.1	235.2	121.4	224.7	105.6	195.4	近年の災害級の洪水	

2) 計画対象降雨波形

ア. I型引き伸ばし2洪水

日雨量； 計画雨量 253mm/日（全体計画での対象日雨量）

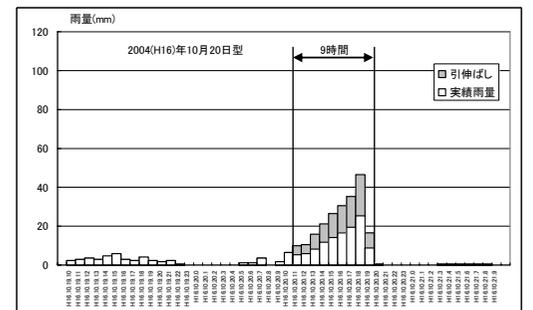
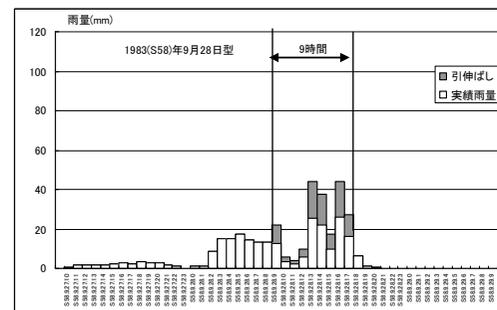
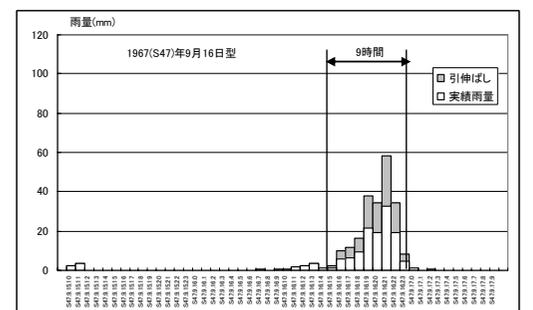
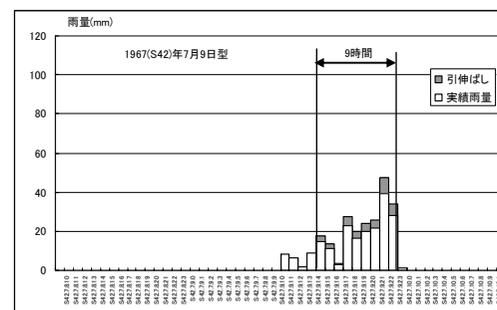
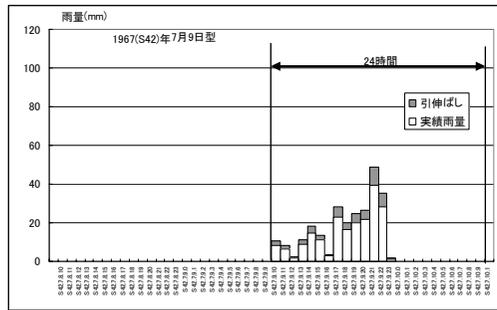
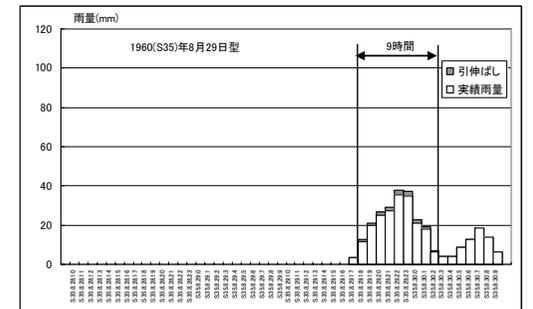
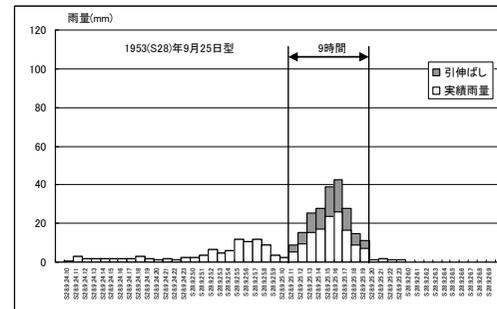
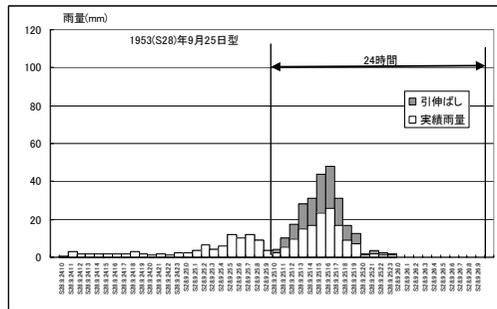
出水名	神崎橋地点実績日雨量	降雨倍率
S28.9.25	137.2	1.84
S42.7.09	204.4	1.24

イ. II型引き伸ばし6洪水

9時間雨量； 計画雨量 213mm/9hr

出水名	神崎橋地点実績9時間雨量	降雨倍率	引伸ばし後の日雨量	計画日雨量
S28.9.25	129.5	1.65	220.7	<253
S35.8.29	199.8	1.07	285.2	>253 *
S42.7.09	176.9	1.20	240.5	<253
S47.9.16	119.2	1.79	224.2	<253
S58.9.28	124.4	1.71	199.1	<253
S16.10.20	115.1	1.85	223.3	<253

*S35.8.29 降雨の実績日雨量は 272.1mm/日で計画日雨量 253mm/日を越えるが参考で計算。



④ 基本とする高水の設定

1) 流出モデルの設定

ア. 流出モデルの作成

神崎川下流ブロックの上流域について、流域の地形や支川に応じて小流域に分割し、小流域毎に斜面平均勾配、延長などを計測してモデルを構築します。

上流域におけるモデル化については、

- ・神崎川（加島）流域モデル：平成 19 年 2 月策定「神崎川ブロック河川整備計画」流域モデルを利用します。
- ・猪名川流域モデル：平成 19 年 8 月策定「淀川水系河川整備基本方針」流域モデルを参考にします。

上記、2つの流域モデルを合わせて神崎橋地点流出量を算出する流出モデルとします。

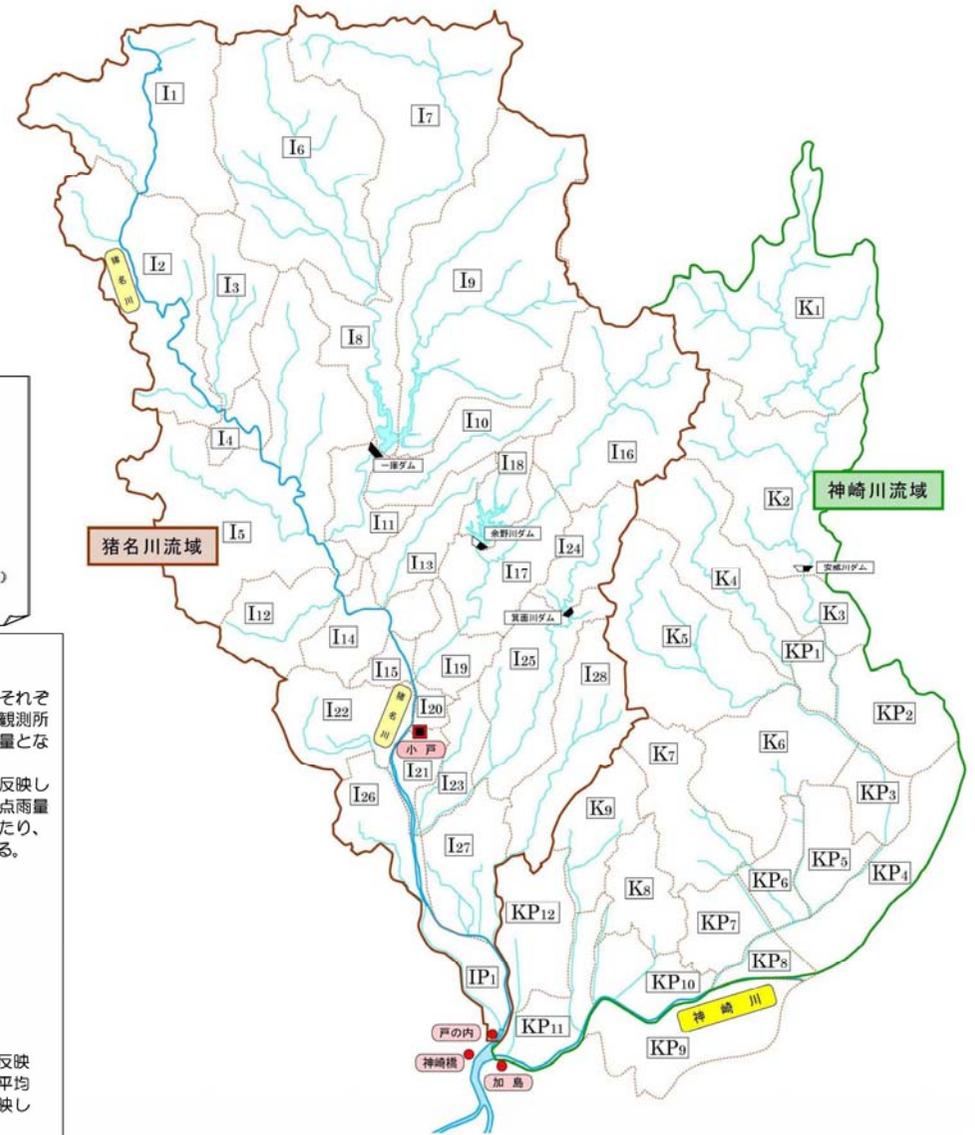
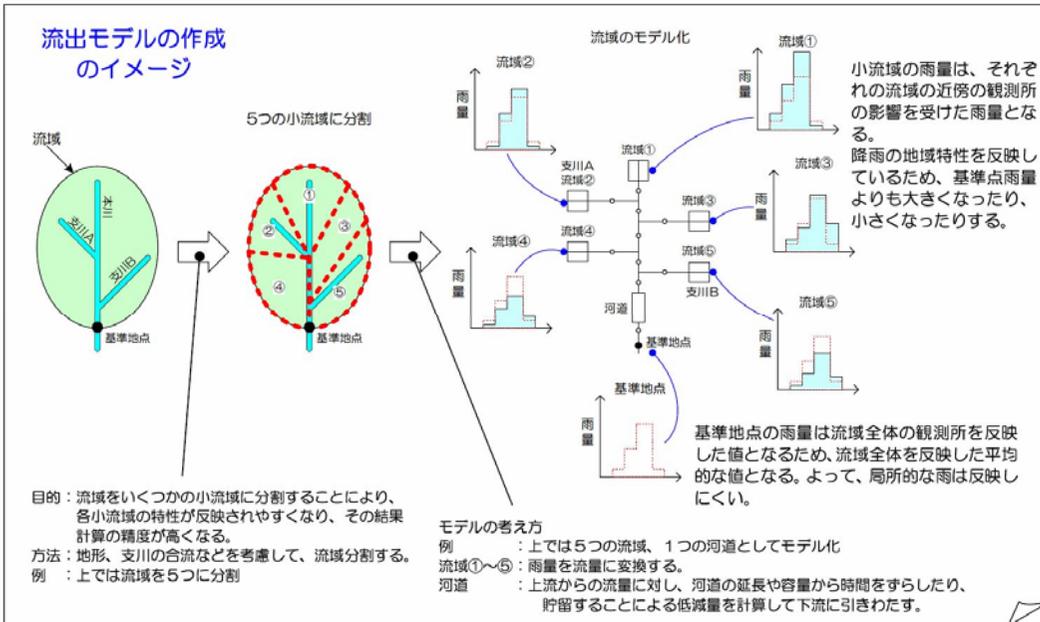
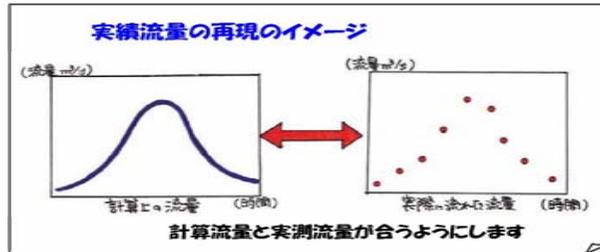
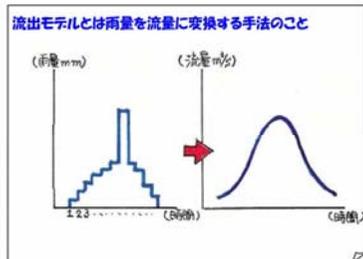


図-2.11 流域分割図

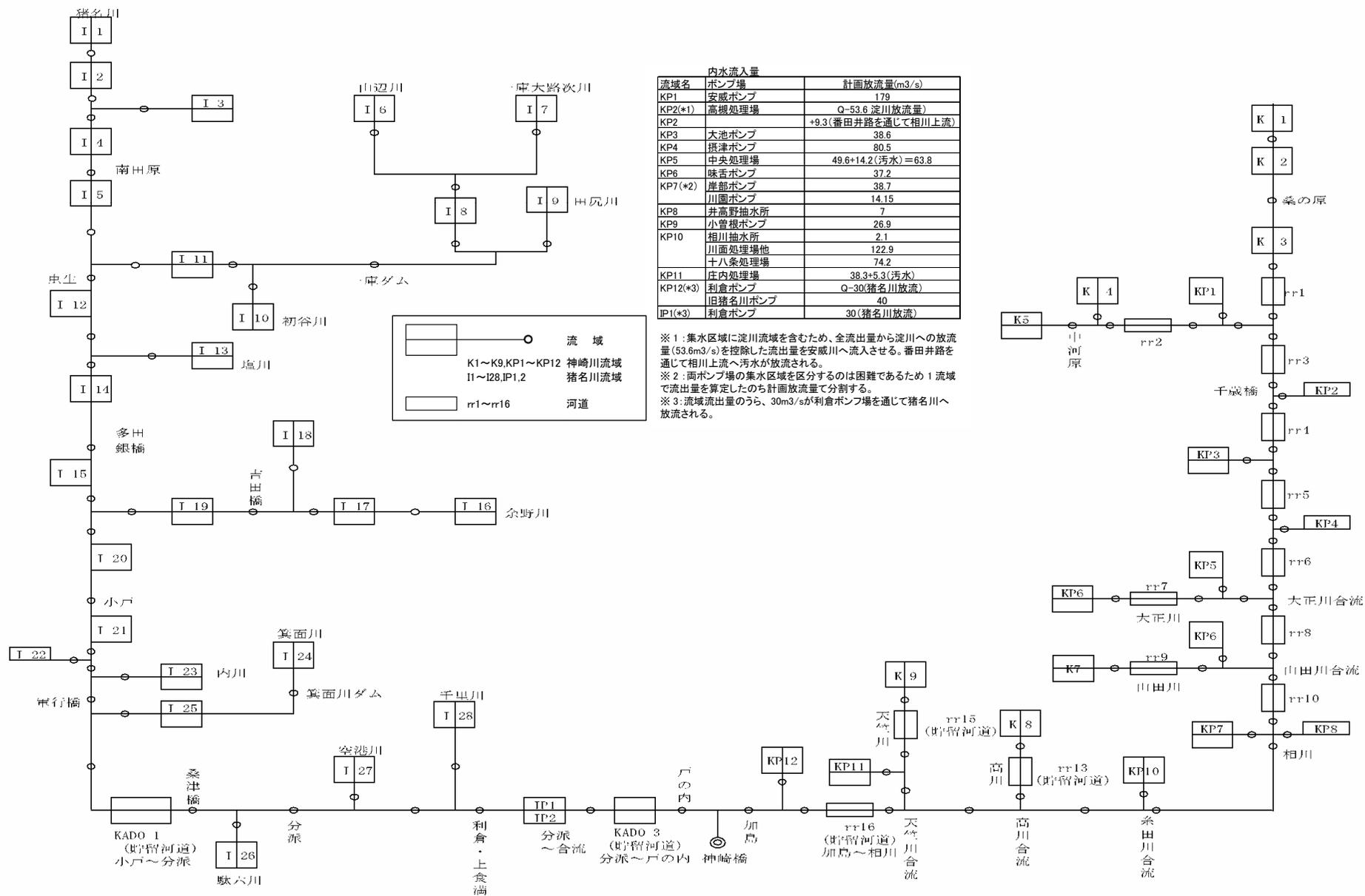


図-2.12 モデル図

イ. 流出解析手法の選定

流出解析手法は、貯留施設などの洪水処理検討が可能である手法の中から、将来の流域開発状況を反映することができる等価粗度法（特性曲線法）を採用します。

表-2.2 中小河川に適用される流出計算手法の比較

	手法	適用と特色	長所	短所
線形モデル	合理式	合理式の特色は流域の最遠点から考慮地点まで雨水が流下集中した時に最大流量が生ずると考え、その時間を洪水到達時間と呼んでいる。 洪水流を全て河道で処理する河川で適用可能である。	ピーク流量算出が最も簡便である。	ハイドログラフを求めることができないので、洪水調節施設の計画に用いることができない。また実測値との検証についても困難である。 流域面積が大きくなると適用が困難である（50km ² 未満を目安）。 内水処理区域や下水道区域が占める割合が大きい場合や低平地河川等で河道貯留が見込める場合には、適用困難である。
	合成合理式	合理式のピーク流量を重ねて結合したものであり、ハイドログラフが作成できる。	簡易にハイドログラフが作成できる	ハイドログラフの項以外、同上。
非線形モデル	貯留関数法	貯留高と流出量との間に比較的簡易な式で非線形性を表現した手法で、日本の殆どの一級河川で使用されている。 10～数100km ² 程度の流域で適用（単流域）されている。 土地利用の変化を考慮した方法も提案されている。	山地流域が卓越し、流域の貯留効果が顕著な場合での適合度が高い。 定数検証は主にKT1の修正で済、比較的容易である。また流域分割、流出係数の巧拙があまり問題にならない方法である。	実用的であるが、定数について水理学的裏付けが弱い。 小出水の際の定数を用いた場合、大出水の再現性に問題がある。 一般に平地や都市域での適合度が劣る。
	準線形貯留型モデル	合理式の到達時間内降雨強度の考え方を取り入れ、非線形性を表現した地目毎の指数単位関数である。 降雨流出の非線形性が扱え、流域の開発等の地目変更に伴う流出変化が扱えることから、開発が著しい流域で適用例が多くなっている。	地目毎の流出計算結果を合成しており、地目の改変や地目毎の貯留、浸透対策等の効果を扱うことが可能である。流域治水を扱う河川に適用性が高い。 流域分割や流出系統の作成の巧拙は特性曲線法ほど精度に影響しない。	計画的に有効なモデルであるが、反面実績の再現性に難点がある場合がある。地目別定数Cについての総合理化の程度に問題を残す。 山地部のように貯留効果が大きいところでは、特に低減部の再現性に難点がある。
	特性曲線法（等価粗度法）	流域を幾つかの矩形斜面と流路が組み合わされたものと見なし、雨水流を水理学的に追跡した計算手法である。	流域の性状を等価粗度で表すことが特徴的で、流域開発の変化を反映させることができる。 比較的表面流が卓越する都市域について適合度が高い。	定数の構成要素が多く、かつそれぞれの要素を比較的高い精度で求める必要があり、手間がかかる。 流域分割や流出系統作成の巧拙により精度が問題となる。

参考

神崎川（加島）流域：平成19年2月策定「神崎川ブロック河川整備計画」適用手法

猪名川流域：平成19年8月策定「淀川水系河川整備方針」適用手法

将来の土地利用状況の変化

市街地面積は、過去の市街地面積の増加傾向を踏まえると今後も増加が予想されます。
市外地面積の増加を見込んだ土地利用状況の設定については、神崎橋より上流の流域における河川整備方針の策定、河川整備計画の策定を踏まえて設定します。

神崎橋より上流における河川整備方針の策定、河川整備計画の策定

神崎川流域：平成19年2月策定「神崎川ブロック河川整備計画」

猪名川流域：平成19年8月策定「淀川水系河川整備方針」

市街化面積の増加は以下により設定します。

神崎川流域；市街地化区域の開発を想定（約2.5%増加）

猪名川流域；人口増加傾向に合わせて市街地面積を増加（約2%増加）

猪名川流域の人口増加

尼崎市、豊中市、伊丹市、箕面市、池田市、川西市、猪名川町、豊能町、能勢町

・・・6市3町合計 現状で150万人・・・平成年代に入って安定化

池田市、川西市、猪名川町、豊能町、能勢町

・・・2市2町合計 現状で33万人・・・平成年代以降も増加傾向

市街地面積増加の想定

	猪名川流域	神崎川流域
過去（1975年頃）	79km ²	75km ²
現状（2005年）	93km ²	108km ²
将来（約30年後）	101km ²	125km ²
	近年の市街地面積変化を考慮	市街化区域の市街地化

流域	面積A (km ²)	土地利用状況（将来）				
		水面	水田	山林	丘陵等	市街地
猪名川	383.0	2.6%	6.6%	57.6%	6.1%	25.1%
神崎川	208.1	1.8%	6.1%	27.4%	5.9%	58.9%
合計	591.1	2.3%	6.4%	46.8%	6.0%	37.2%

ウ. 特性曲線法について

特性曲線法では、流域を各一本の流路をもつ矩形の小流域に分割し、各流域の斜面及び流路は一様勾配、土地利用に応じた粗度をもつものとし、このようにモデル化された流域及び流路ごとに運動方程式と連続式により雨水流を水理的に追跡していく手法です。

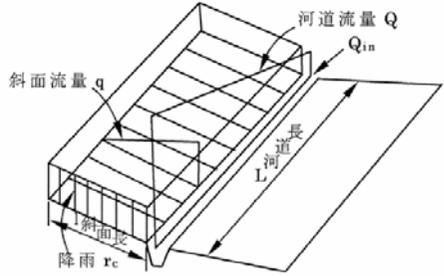


図 - 特性曲線法の流域のモデル

運動方程式と連続式はそれぞれ次のように表現される。

$$\dots\dots\dots i - i_f = 0 \quad (1)$$

$$\dots\dots\dots \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q(t) \quad (2)$$

ここで i は水面勾配、 i_f は摩擦勾配、 A は流水断面積である。運動方程式の解として定常等流における抵抗法則、例えばマンニングの式を代用すれば

$$\dots\dots\dots Q = Av = AR^{2/3}i^{1/2}/n \quad (3)$$

が得られる。

流路における径深と断面積の関係が K_1 および Z を常数として、

$$\dots\dots\dots R = K_1 A_2 \quad (4)$$

と表されると仮定すれば、式(3)は次のように書き換えられる。

$$\dots\dots\dots A = KQ^P \quad (5)$$

ここに、

$$P = 3/(2Z+3) \quad K = (n/i^{1/2}K_1^{2/3})^P$$

である。このように河道内の流れをモデル化すれば、式(2)と式(5)を適当な境界条件、初期条件のもとに解けばよいことになる。

これと同様な考えを流域斜面も適用すれば、その流れは次式で表現できることになる。

$$\dots\dots\dots h = kq^p \quad (6)$$

$$\dots\dots\dots \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = ar_1 \quad (7)$$

ここに、 h は水深、 q は単位流量、 r_1 は有効降雨強度、 a は単位変換定数で r_1 を mm/h、 q を m^2/s とすると $a = (1/3.6) \times 10^{-6}$ 、 p と k は定数で、流れに対して Manning 則が成立するときは、

$$\dots\dots\dots K = (N/\sin\theta)^P, \quad P = 3/5 \quad (8)$$

ここに、 N は等価粗度、 θ は斜面傾斜角である。

・流域定数

当該手法に用いる斜面定数 K_s, P_s は次式で示される。なお、等価粗度係数 N 値は、土地利用ごとの標準的な値を元に、定数検証しながら設定する。

$$K_s = \left(\frac{N}{\sqrt{I}}\right)^{P_s}$$

$$P_s = 0.6$$

ここに、 K_s, P_s : 斜面の定数(添字 s は斜面を示す)、 N : 斜面の粗度係数、 I : 斜面平均勾配(斜面の平均高低差を斜面幅 B で割ったもの)、 B : 流域を矩形にモデル化した場合の斜面幅(m)である。

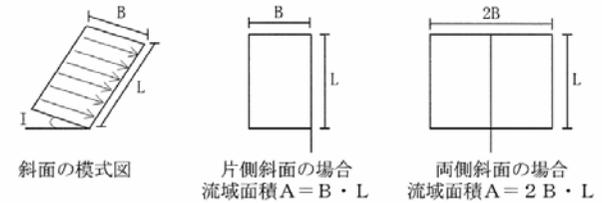


表-2.3 等価粗度

	中小河川手引き ^{※1}	河川砂防技術基準 ^{※2}	論文 ^{※3}	一次假定値
水面	0.0	—	—	0.0
水田	2.0	1.0~3.0	2.0~3.0	2.0
山林	.07	0.4~0.8	0.6~2.0	0.7
丘陵地	0.3	0.1~0.5	0.3~0.5	0.3
市街地	0.03 (0.005~0.1)	0.05~0.2	0.01~0.04	0.03

※ 1 : 中小河川計画の手引き(案)

※ 2 : 改訂新版 河川砂防技術基準(案) 同解説調査編

※ 3 : 農業土木学会誌 48-6, 1980 角屋 睦

・河道定数

特性曲線法では、河道追跡法として kinematic Wave 法が用いられる。

$$A = K'(AR^{2/3})^P \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} K_r &= K'(n/\sqrt{i})^P \\ P_r &= P \end{aligned} \right\} (2)$$

ここに、 K_r, P_r : 河道の定数、 n : 河道の粗度係数、 i : 河道の平均勾配である。

エ. 湿潤状態 (f1, Rsa) の設定

過去の洪水データより、当時の土壌の湿潤状態を検証します。

計画降雨の対象となった実績降雨について、その当時の湿潤状態を検証するために、時間雨量観測以降で実測流量がある小戸地点において、流出解析モデルによる計算値の適合性が良好となるように、一次流出率 (f1) と飽和雨量 (Rsa) の設定を降雨毎に設定します。なお、流域の各ダムの出現は各出水毎に考慮します。このようにして求めた実績降雨毎の一次流出率と飽和雨量を、計画降雨波形群に適用して基本高水と計画高水流量の算出を行います。

湿潤状態の検証対象と地点

対象洪水は、流量データが揃っている直轄管理猪名川基準点小戸地点実績流量において S27 年から H16 年までの 54 年間から降雨上位 25 洪水を収集し、このうち流量上位 12 洪水から、ピーク水位が不明な 1 洪水を除外して 11 洪水を選定します。

飽和雨量

土地状況により、湿潤状況に違いがあるため、飽和雨量を地目別、流域別に与えます。

流域	地目別の飽和雨量 (Rsa) の上限値		備考
	水田、山林、丘陵	市街地	
猪名川本川上流域	200mm	235mm	有降雨量モデル 有効雨量は、累加雨量 (R) と総損失雨量 (R _L) を曲線で表し、土地利用状況ごとに設定します。 $R_L = R - \alpha R^\beta$ α 、 β は、地目別の係数 飽和雨量は、累加雨量がこれ以上になると、それ以降の降雨では損失が生じないとする値です。
一庫上流域	150mm	150mm	

オ. 流域モデル

流出モデルは、流域の開発による土地利用の変化、河道の改修による氾濫状況の変化等を考慮し、開発前流域モデルと現在モデルに分けることにします。
さらに、昭和 56 年より箕面川ダムが、昭和 57 年より一庫ダムが運用されています。よって、流域モデルは 3 種とします。

流域モデル	適用時期	検証選定洪水
開発前流域モデル	S43 洪水まで	S28.9, S34.9, S36.6, S35.8, S36.6, S42.7, S43.8
現在流域モデル ダム無	S57 年洪水以降	S47.7, S47.9
現在流域モデル ダム有	S58 年洪水以降	S58.9, H1.9, H16.10

流域モデルは、過去の流域・地形・土地利用・河道のそれぞれの状況変化に合わせて 3 時期に分けることにより、各洪水発生時における流出現象を表現できるものとしています。

カ. モデル誤差の確認

モデルの誤差は、実測流量のピーク流量に対する誤差比率で評価します。

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_o(i) - Q_c(i)}{Q_{op}} \right)^2$$

ここで

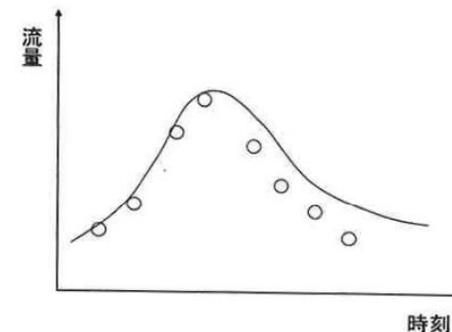
E: 誤差

Q_o(i): i 時の実測流出量

Q_c(i): i 時の計算流出量

Q_{op}: 実測の最大流出量

n: 計算時間数



適合度 (誤差 0.03 以下) を満たすこと: 河川砂防技術基準 (案) による。

表-2.4 洪水別の湿潤状態の検証

直轄管理猪名川基準点小戸地点 (11 洪水)

洪水名	観測値 (m ³ /s)	計算値 (m ³ /s)	f1 (一次流出率)	Rsa (飽和雨量) (mm)				備考
				猪名川本川上流域		一庫上流域		
				水田, 山林, 丘陵	市街地	水田, 山林, 丘陵	市街地	
S28.9	1510	1511	0.751	150	150	150	150	
S34.9	934	937	0.594	120	120	120	120	
S35.8	1360	1931	0.498	235	235	235	235	Rsa 全て上限値
S36.6	809	974	0.609	200	150	235	150	2 山洪水
S42.7	1363	1341	0.748	70	70	70	70	
S43.8	1092	1052	0.854	0	0	0	0	
S47.7	1174	1173	0.808	180	150	180	150	
S47.9	1290	1268	0.724	95	95	95	95	
S58.9	1382	1377	0.706	120	120	120	120	
H1.9	808	810	0.711	80	80	80	80	
H16.10	1014	1033	0.629	100	100	100	100	
平均値*			0.713	約 110		約 120		10 単位で丸め

* S35.8 の洪水は適合度 (誤差 0.03 以下) を満たしていない等により、平均値計算対象から除外して 10 洪水で平均算出しています。

(流出率は他洪水と比べて小さいこと、飽和雨量を全て上限値としても適合度を満たしていないこと、計算流量が観測値に比べて大き過ぎることなどから、当時の雨量、水位、流量の資料等について、精度上の問題があると考えられます。)