

1.流域の概要

揖保川は、その源を兵庫県宍粟市藤無山(標高 1,139m)に発し、山間部を流下し宍粟市曲里地先で引原川と合流した後、伊沢川、菅野川、栗栖川などを合わせて播州平野を流下し、さらに林田川と合流した後河口付近で中川を分派し、姫路市網干区で瀬戸内海播磨灘に注ぐ幹川流路延長 70km、流域面積 810km²の一級河川である。

その流域は、たつの市をはじめとする 3 市 2 町からなり、土地利用は山地が 84%、農地が 11%、宅地等市街地が 5%となっている。

流域内の交通としては、山陽新幹線、JR 山陽本線、JR 姫新線などの鉄道や、山陽自動車道、中国縦貫自動車道、国道 2 号、250 号、太子竜野バイパスなどの道路が揖保川を横断しているとともに、姫路市と鳥取市を結ぶ国道 29 号が揖保川沿いに縦断している。また、河口部の姫路港は特定重要港湾に指定されており、本流域は陸海交通の要衝となっている。臨海部は播磨工業地帯の一郭として鉄鋼、化学などの重化学工業が集積しているほか、沿川ではうすくち醤油、手延べ素麺、播州皮革などの揖保川の清流や伏流水に依存した地場産業が現在も地域に息づいており、全国的にも名を馳せている。流域は「瀬戸内海国立公園」に隣接し、「氷ノ山後山那岐山国立公園」をはじめ三つの県立自然公園が指定され、豊かな自然景観を呈している。龍野は城下町として栄え歴史文化遺産をとどめており「播磨の小京都」と呼ばれているほか、童謡「赤とんぼ」の作詞で有名な三木露風の生誕地に因み「童謡の里」として文化情報発信地となっている。

このようなことから、揖保川流域は西播磨の社会、経済、文化の基盤をなしているとともに豊かな自然環境に恵まれていることから、本水系の治水、利水、環境についての意義は極めて大きい。

揖保川流域は南北に細長い形状となっており、上流部に広がる急峻な山地部と下流部に広がる播州平野に大別できる。流域の地質は白亜紀～古第三紀の流紋岩類を主体とするが、上流部には安山岩類も多く認められる。流域中央にある山崎断層は東西延長約 70km に及ぶ断層である。また、下流部は揖保川が形成した沖積層となっている。

河床勾配は、上流部で約 1/100、中流部で約 1/200～1/300、下流部で約 1/350～1/500、河口部では約 1/1,000 である。

流域の年間降水量は、上流部では約 2,200mm と多く、冬季の降雪量も多い。中流部は約 1,700mm、下流部では約 1,400mm と少なく瀬戸内海型気候となっている。

2. 治水事業の経緯

揖保川の治水事業の歴史は古く、元禄時代（1700年頃）に岩村源兵衛村行が、堤防強化のため980本の松苗を堤防に植えた記録がある。本格的な治水事業は、昭和16年8月洪水、昭和20年9月枕崎台風、同年10月阿久根台風と相次いだ出水により大きな被害を受けたことが契機となり、昭和21年より揖保川改良工事に着手した。その後、昭和28年に「揖保川総合開発事業」の決定に伴い、龍野地点において基本高水流量 $3,300\text{m}^3/\text{s}$ 、引原ダム（昭和33年竣工）による洪水調節量 $400\text{m}^3/\text{s}$ 、計画高水流量 $2,900\text{m}^3/\text{s}$ とする総体計画が策定された。昭和41年には一級河川に指定され、総体計画を踏襲した工事実施基本計画を策定した。昭和30～40年代の高度経済成長期に、中・下流部の人口・資産の増大、産業の発展が著しく進む一方、昭和45年8月、昭和51年9月洪水と相次ぐ水害に見舞われたことから、龍野地点において基本高水流量 $3,900\text{m}^3/\text{s}$ 、計画高水流量 $3,300\text{m}^3/\text{s}$ とした工事実施基本計画が昭和63年3月に改定され、中・下流部及び分派河川の築堤・護岸工事が行われるとともに、有堤部地域の内水対策を行った。支川林田川では、沿川の治水対策として安富ダムが昭和60年に竣工している。

昭和30年代には壘が堤防の機能を発揮するように工夫した壘堤がたつの市など下流の3箇所

3. 既往洪水の概要

揖保川における水害は、明治25年7月の台風により全川にわたり氾濫した洪水があり、7月23日の篠首における日雨量は417mmであり、龍野地点の推定流量は約3,700～4,500m³/sに達する最大出水となっている。この洪水により各地で堤防の決壊が生じ、浸水家屋数約11,000戸、浸水面積は約900haに及んだ。戦後の洪水としては、昭和45年8月の台風10号や昭和51年9月の台風17号および秋雨前線による洪水がある。

近年において、比較的大きな被害をもたらした著名な洪水を以下に示す。

表3-1 既往洪水の概要

発生年月日	発生原因	龍野上流 12hr雨量 (mm/12hr)	龍野地点 流量 (m ³ /s)	被害状況
明治25年7月	台風	篠首:417mm/日	約3,700 ~4,500	ほぼ全川にわたり氾濫 浸水家屋 10,793戸 浸水面積 約900ha
昭和16年8月	台風14号	神戸:95mm/日 山崎:90mm/日	不明	揖保川町正条堤防決壊 浸水家屋 250戸 浸水面積 約1,000ha
昭和45年8月	台風10号	169.9	3,400	浸水家屋 1,079戸 (床上:162戸、床下:917戸) 浸水面積 318ha
昭和51年9月	秋雨前線 台風17号	147.6	2,200	浸水家屋 3,034戸 (床上:1,457戸、床下:1,577戸) 浸水面積 2,782ha
平成2年9月	台風19号	181.6	2,600	家屋浸水 656戸 (床上:59戸、床下:597戸) 浸水面積 155ha
平成16年8月	台風16号	142.7	2,000	家屋浸水 22戸 (床上:2戸、床下:20戸) 浸水面積 0.6ha
平成16年9月	台風21号	134.7	2,100	家屋浸水 476戸 (床上:49戸、床下:427戸) 浸水面積 10ha

出典:「水害統計」および「兵庫県災害誌」

龍野地点流量はダム・氾濫戻し流量である

M25.7は推定流量

主要な洪水の基準地点龍野における洪水到達時間は、7～10時間（角屋の式）である。

4. 基本高水の検討

4.1 工事実施基本計画の概要

昭和 63 年に策定した工事実施基本計画（以下「既定計画」という）では以下に示すとおり、龍野地点において基本高水のピーク流量を $3,900\text{m}^3/\text{s}$ と定めている。

(1) 計画規模の設定

昭和 45 年 8 月、昭和 51 年 9 月などの既往大洪水の流量規模および流域の社会的・経済的な重要性等を総合的に勘案して、1/100 と設定した。

(2) 計画降雨量の設定

計画降雨継続時間は、実績降雨の継続時間等を考慮して、日を採用した。

明治 32 年～昭和 60 年の年最大日雨量を確率処理し、1/100 確率規模の計画降雨量を龍野地点で $196\text{mm}/\text{日}$ と決定した。

(3) 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）を作成し、流域の過去の主要洪水における降雨分布特性により、モデルの定数を同定した。

(4) 基本高水のピーク流量の決定

基本高水のピーク流量は、流域の過去の主要洪水における降雨波形を計画降雨量まで引伸ばし、流出計算モデルにより流出量を算定した。流出計算結果のうち、基準地点龍野において計算ピーク流量が最大となる $3,900\text{m}^3/\text{s}$ と決定した。

4.2 基本高水の検討

(1) 計画降雨量の設定

計画降雨継続時間は、洪水の到達時間や洪水のピーク流量と短時間雨量との相関係数などを考慮して12時間を採用した。

昭和38年～平成17年までの43年間の年最大12時間雨量を確率処理し、1/100確率規模の計画降雨量を龍野地点で197mmと決定した。

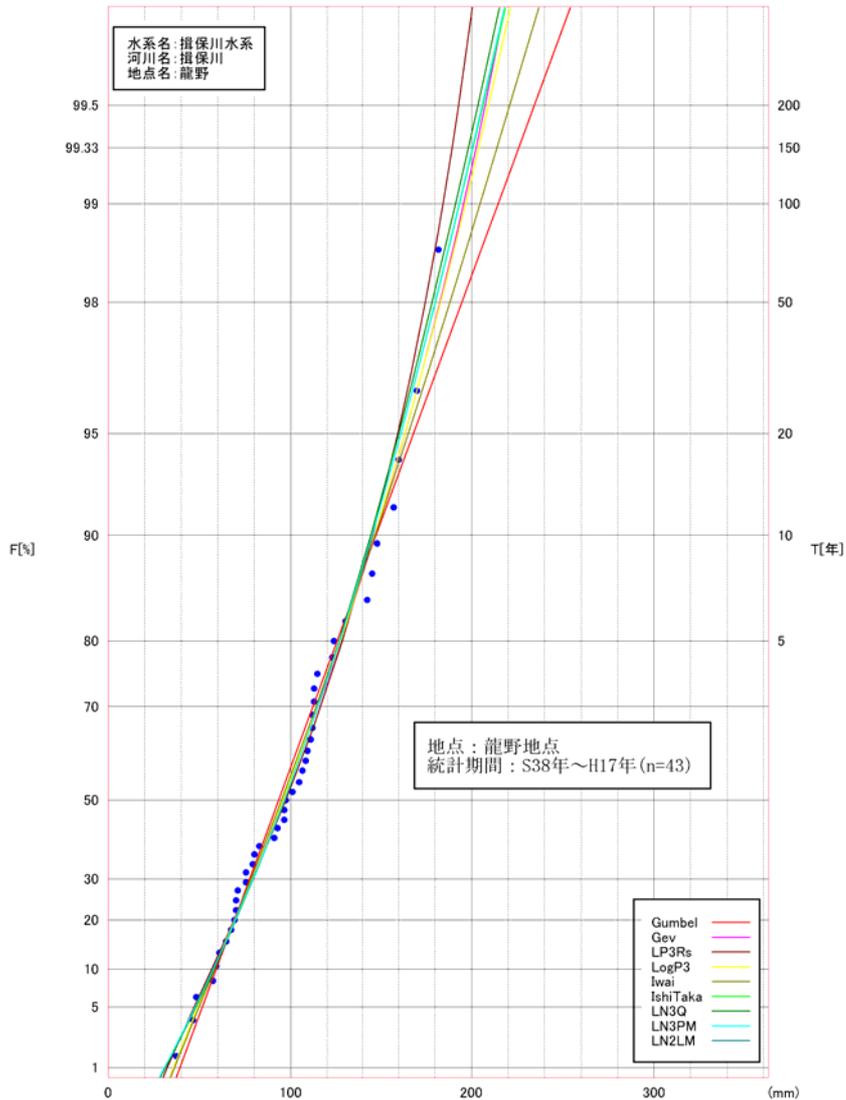


図4-1 龍野地点における雨量確率評価

(昭和38年～平成17年：43カ年)

表4-1 1/100確率規模降雨量

	龍野
1/100	197mm/12時間

(2) 流出解析モデルの設定

既定計画策定後の雨量・流量観測所設置状況を踏まえ、流域および河道の分割を行い、近年洪水も含めた主要洪水により再現性を検証し、モデル定数 (K 、 P) を設定した。

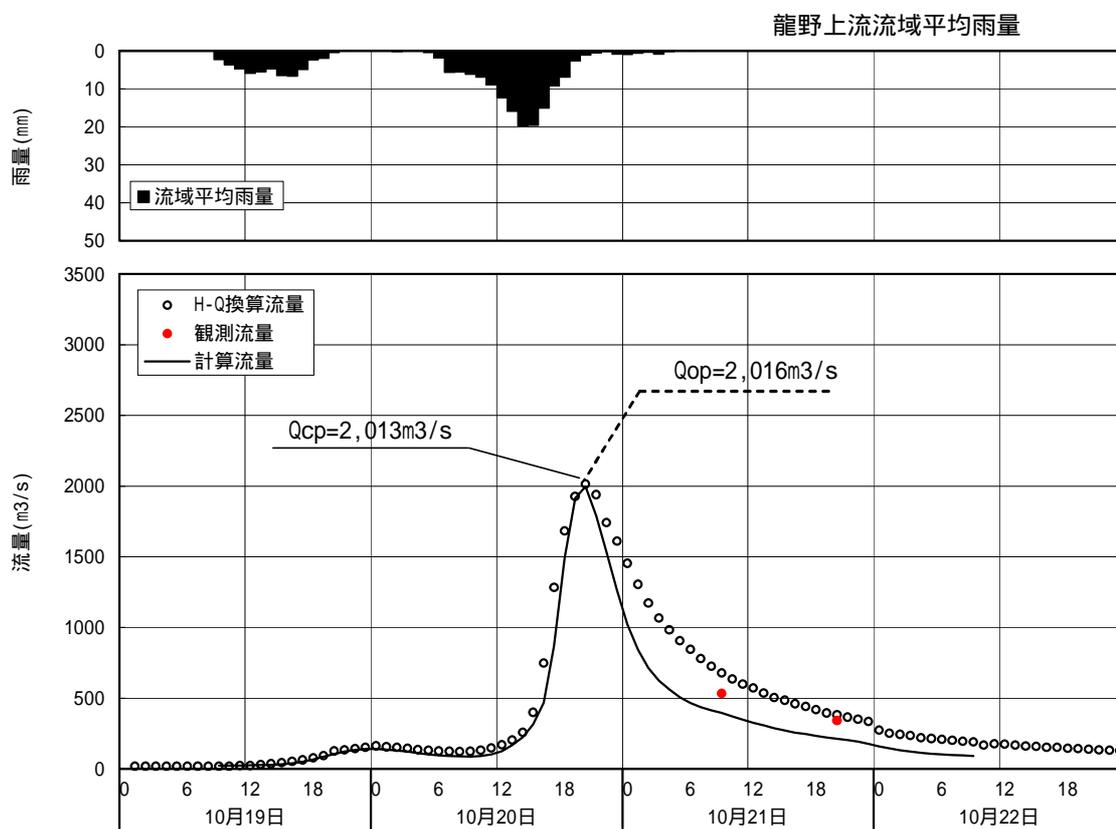


図 4 - 2 平成 16 年 10 月洪水再現計算結果 (龍野地点)

(3) 主要洪水における計画降雨量への引伸ばしと流出計算

流域の過去の主要洪水における降雨波形を 1/100 確率規模降雨量まで引伸ばし、同定された流出計算モデルにより流出量を算出した。

表 4 - 2 ピーク流量一覧（龍野地点）

降雨パターン	実績降雨量 (mm/12hr)	引伸ばし率	計算ピーク流量 (m ³ /s)
S39.08.24	160	1.233	3,300
S43.08.29	112	1.760	3,400
S49.09.09	102	1.937	3,500
S51.09.11	148	1.334	3,100
S58.09.27	109	1.807	3,500
S62.10.17	123	1.603	3,400
H02.09.18	182	1.085	3,500
H04.08.19	117	1.678	2,500
H05.07.28	112	1.758	2,600
H07.07.03	115	1.715	3,400
H09.07.27	157	1.253	2,500
H11.06.30	113	1.741	3,100
H16.10.20	133	1.480	3,900

計画降雨量197mm/12時間

(4) 基本高水のピーク流量の決定

基本高水のピーク流量は上記の流出計算結果から、計算ピーク流量が最大となる降雨パターンを採用し、龍野地点で 3,900m³/s (平成 16 年 10 月型) と決定した。

表 4 - 3 基本高水設定一覧表

河川	地点	超過確率	計画降雨量	基本高水の ピーク流量 (m ³ /s)
揖保川	龍野	1/100	197mm/12 時間	3,900

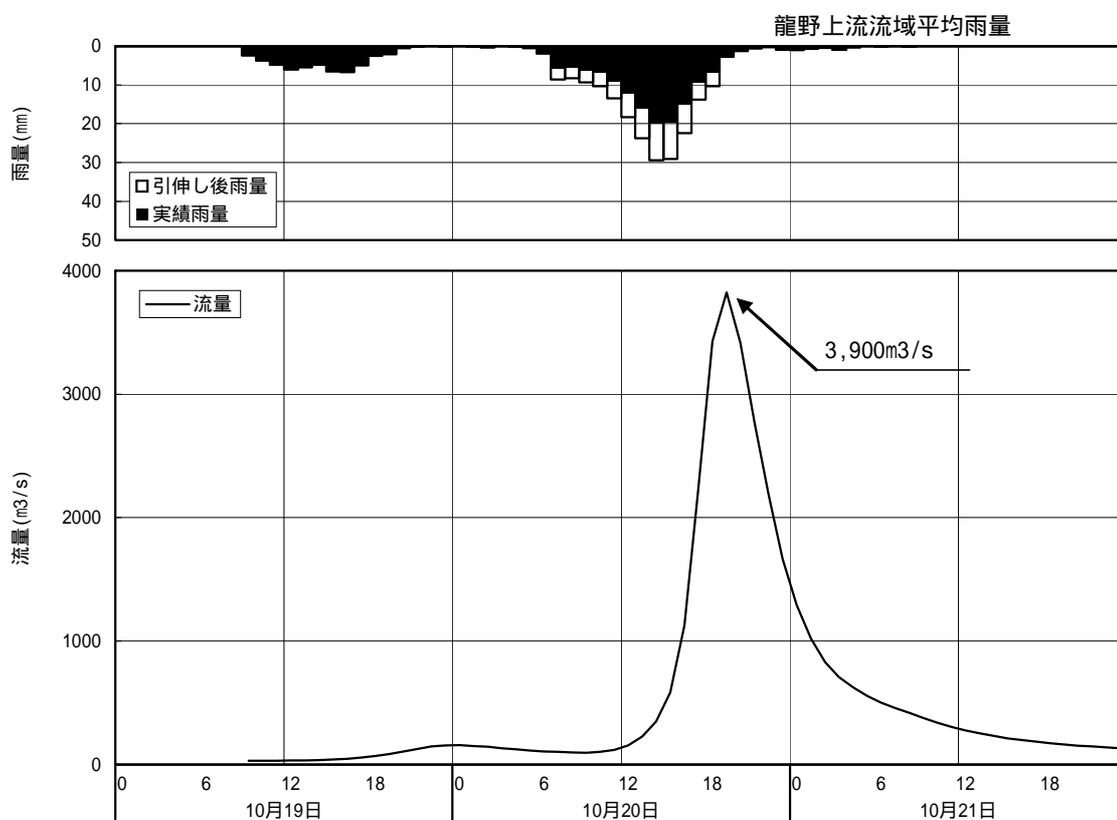


図 4 - 3 平成 16 年 10 月型ハイドログラフ (龍野地点)

4.3 基本高水ピーク流量の妥当性検証

既定計画の策定以降、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。既定計画改定後の水理、水文データの蓄積等を踏まえ、既定計画の基本高水のピーク流量について、以下の観点から検証した。

(1) 年最大流量および年最大雨量の経年変化

既定計画を改定した昭和63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。

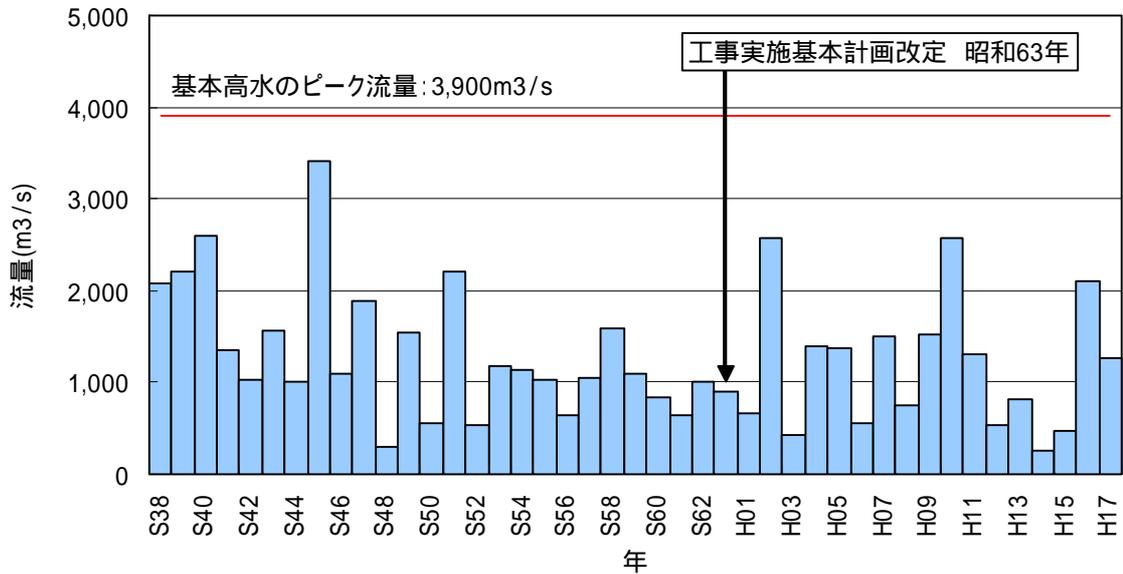


図 4 - 4 龍野地点年最大流量 (ダム氾濫戻し流量)

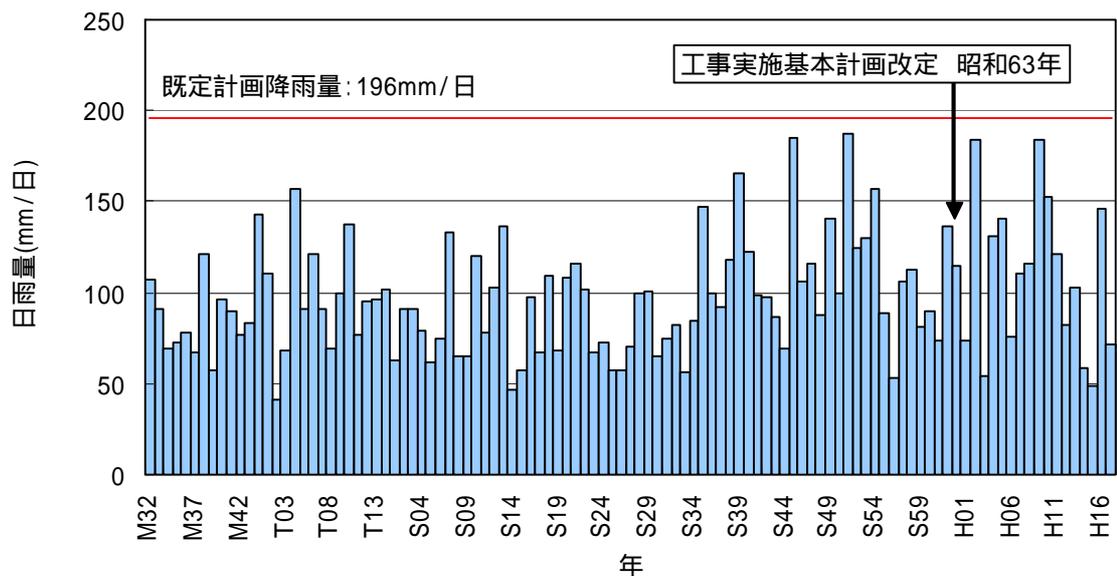


図 4 - 5 龍野地点上流年最大日雨量

(2) 流量確率による検証

相当年数の流量データが蓄積された等から、流量データを確率統計処理することにより、基本高水のピーク流量を検証した。流量確率の検討の結果、龍野地点における 1/100 確率規模の流量は、 $3,200\text{m}^3/\text{s} \sim 4,400\text{m}^3/\text{s}$ と推定される。

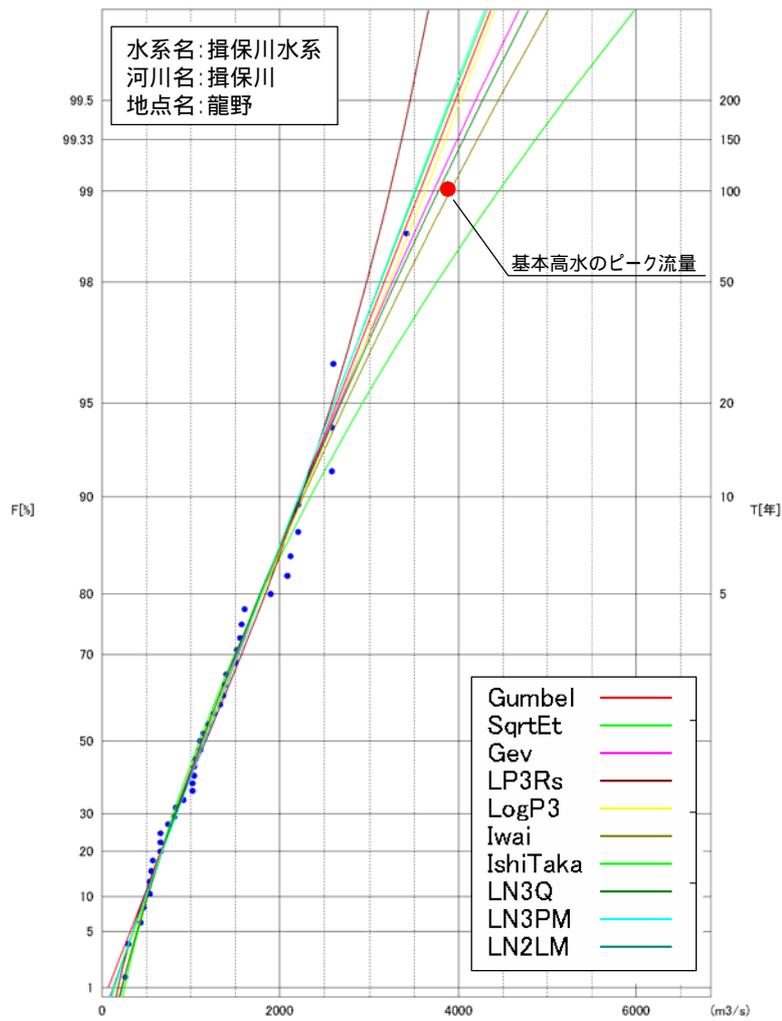


図 4 - 6 龍野地点流量確率計算結果 (S38 ~ H17 : n=43 年間)

表 4 - 4 1/100 確率流量 (龍野地点)

確率分布モデル	確率流量 (m^3/s)	確率分布モデル	確率流量 (m^3/s)
ゲンベル分布	3,600	対数正規分布 (岩井法)	3,900
平方根指数型最大値分布	4,400	対数正規分布 (石原・高瀬法)	3,500
一般化極値分布	3,700	対数正規分布 3 母数クオンタル	3,800
対数ピアソン 型分布 (LP3Rs)	3,200	対数正規分布 3 母数積率法	3,500
対数ピアソン 型分布 (LogP3)	3,600		

(3) 既往洪水からの検証

過去の洪水の浸水実績等の記録より、明治 25 年 7 月洪水の流量の推定を行った。

- ・ 氾濫計算による推定：明治 25 年洪水当時の流域・河道状況をモデル化し、氾濫計算により氾濫実績および浸水深より流量を推定。

この結果、明治 25 年 7 月洪水は、龍野地点のピーク流量が $3,700\text{m}^3/\text{s} \sim 4,500\text{m}^3/\text{s}$ であり、既定計画の基本高水のピーク流量 $3,900\text{m}^3/\text{s}$ に相当すると推定される。

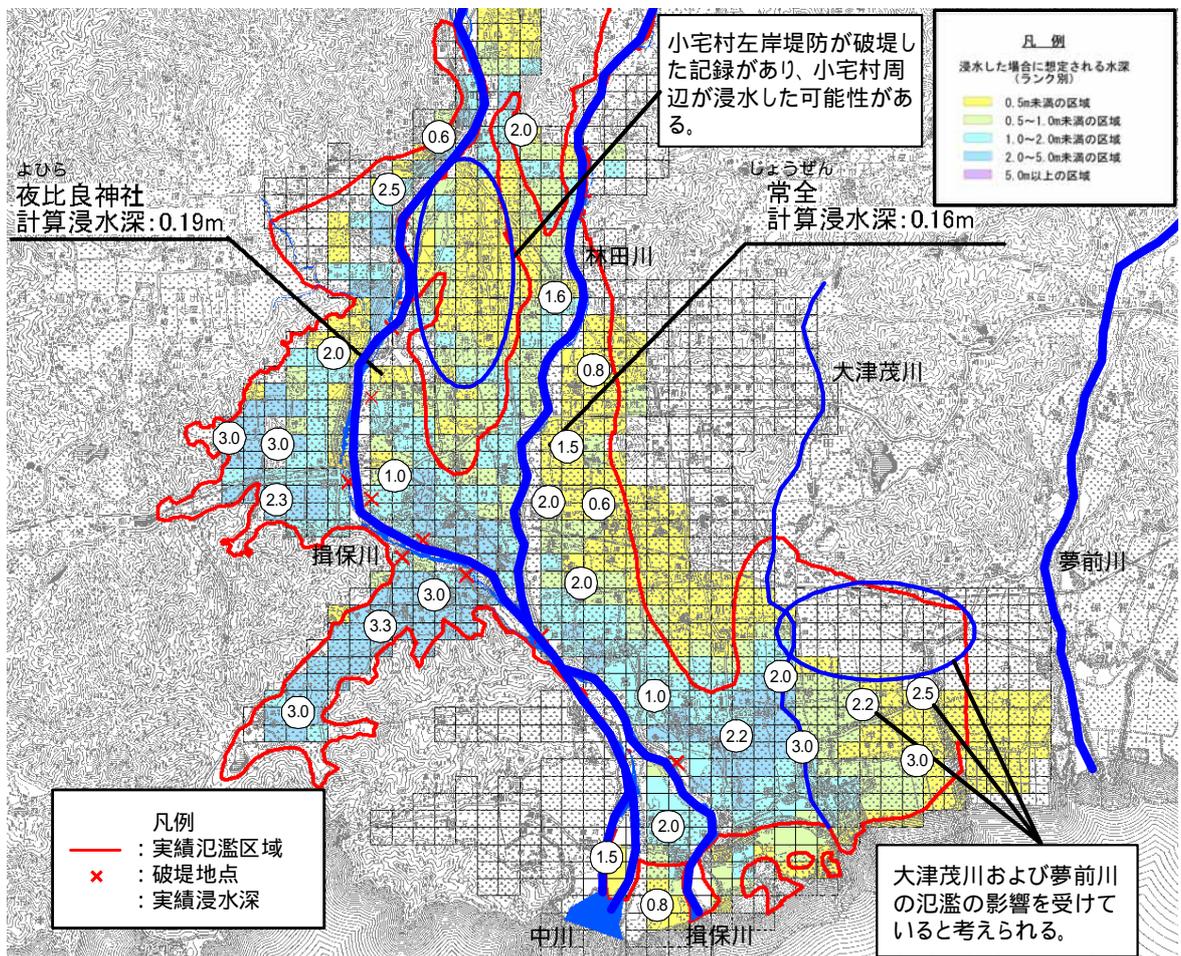


図 4 - 7 明治 25 年 7 月洪水痕跡水位位置図

(4) 基本高水のピーク流量

以上の検証により、基本高水のピーク流量である龍野地点 3,900m³/s は妥当であると判断される。

なお、基本高水のピーク流量の決定にあたり、用いたハイドログラフは以下のとおりである。

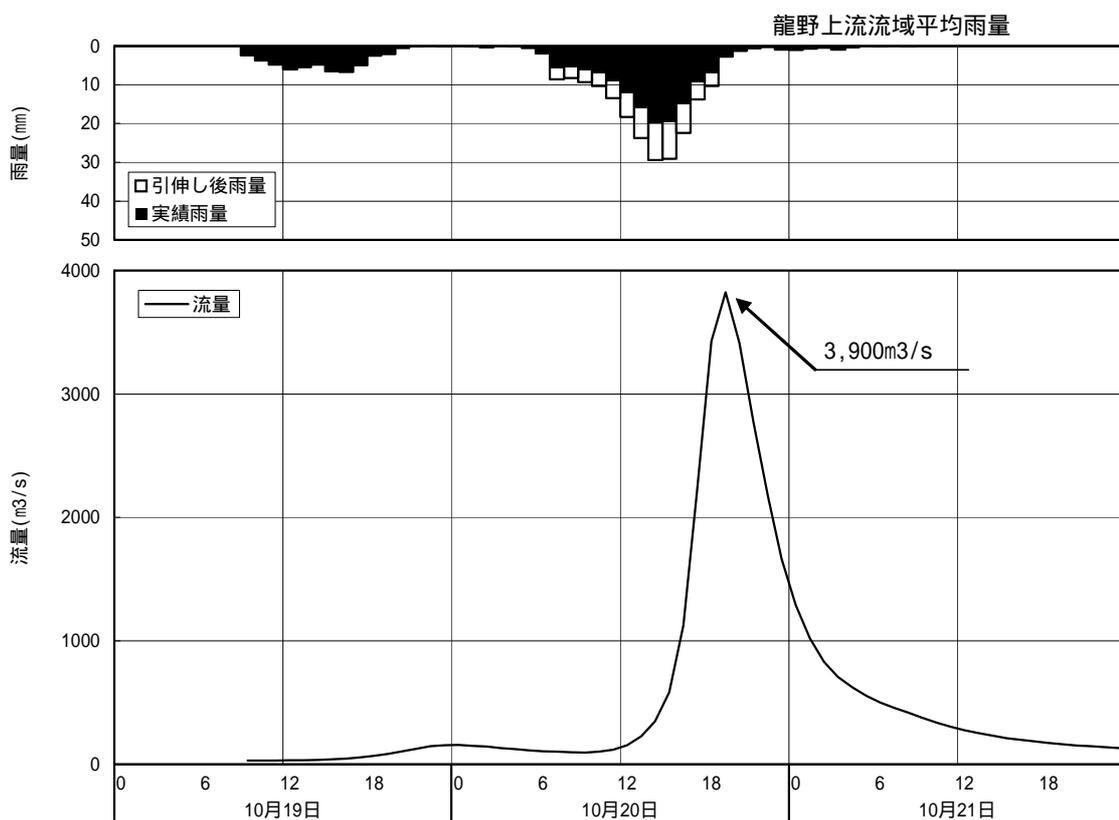


図 4 - 8 平成 16 年 10 月型ハイドログラフ (龍野地点)

5. 高水処理計画

揖保川の既定計画の高水処理は、龍野地点における基本高水のピーク流量 $3,900\text{m}^3/\text{s}$ に対し、洪水調節施設により $600\text{m}^3/\text{s}$ を調節し、 $3,300\text{m}^3/\text{s}$ を河道で処理する計画としている。

揖保川の河川改修は、既定計画の龍野 $3,300\text{m}^3/\text{s}$ を目標に実施され、宅地利用が多い龍野下流部では7割以上の区間で堤防が概ね整備されており、既に橋梁、樋門等多くの構造物も完成している。このため、堤防の嵩上げや引堤による社会的影響および大幅な河道掘削による河川環境の改変や将来河道の安定性、維持等を考慮し、同地点の河道により処理可能な流量は $3,400\text{m}^3/\text{s}$ である。

高水処理計画上の洪水処理施設としては、引原ダムの有効活用および新たな流域内洪水調節施設により $500\text{m}^3/\text{s}$ は調節可能である。

これらを踏まえ、龍野地点の計画高水流量を $3,400\text{m}^3/\text{s}$ とし、流域内洪水調節施設による調節量を既定計画と同様に $500\text{m}^3/\text{s}$ とする。

6. 計画高水流量

計画高水流量は、高水処理計画にもとづき、龍野地点において $3,400\text{m}^3/\text{s}$ とする。

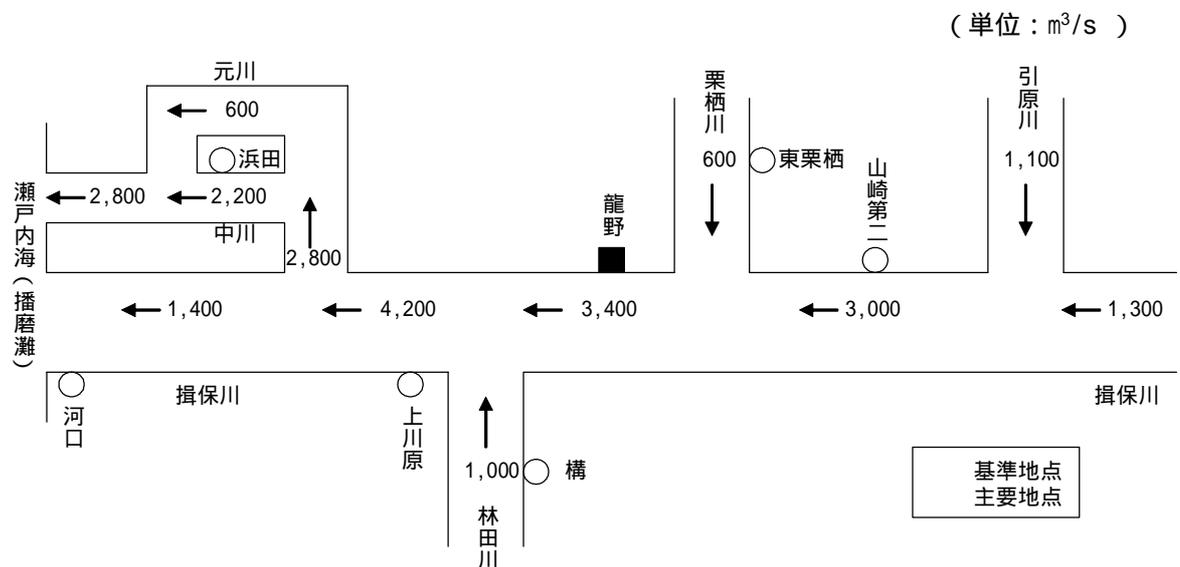


図 6 - 1 揖保川計画高水流量図

7.河道計画

河道計画は、以下の理由により現況の堤防法線・縦断勾配を重視し、流下能力が不足する区間については、動植物の生息・生育環境等に配慮しながら必要な河積（洪水を安全に流すための断面）を確保する。

- (1) 直轄区間の堤防は全川の約7割が概成（完成・暫定）していること
- (2) 計画高水位を上げることは、破堤時における被害を増大させることになるため、沿川の市街地の資産の張り付き状況を考慮すると避けるべきであること
- (3) 既定計画の計画高水位にもとづいて、多数の橋梁や樋門等の構造物が完成していること、また、計画高水位を上げることは堤内地での内水被害を助長させること

計画縦断図を図7-1(1)～(3)に示すとともに、主要地点における計画高水位および概ねの川幅を表7-1に示す。

表7-1 主要な地点における計画高水位および川幅一覧表

河川名	地点名	¹ 河口又は合流点からの距離(km)	計画高水位 T.P. (m)	川幅 (m)
揖保川	山崎第二	29.5	88.10	140
	龍野	12.9	26.87	170
	上川原	4.3	8.38	240
	河口	-0.6	² 2.91	210
林田川	構	0.6	9.96	150
栗栖川	東栗栖	5.5	50.31	70
中川	浜田	1.2	3.13	150

注 T.P. 東京湾中等潮位

- 1 基点からの距離
- 2 計画高潮位

8.河川管理施設等の整備の現状

揖保川における河川管理施設等の整備の現状は、以下のとおりである。

(1)堤防

堤防の整備の現状（平成 17 年現在）は下表のとおりである。

	延長(km)
完成堤防	39.4(34.3%)
暫定堤防	37.8(32.9%)
未施工区間	37.7(32.8%)
計	114.9

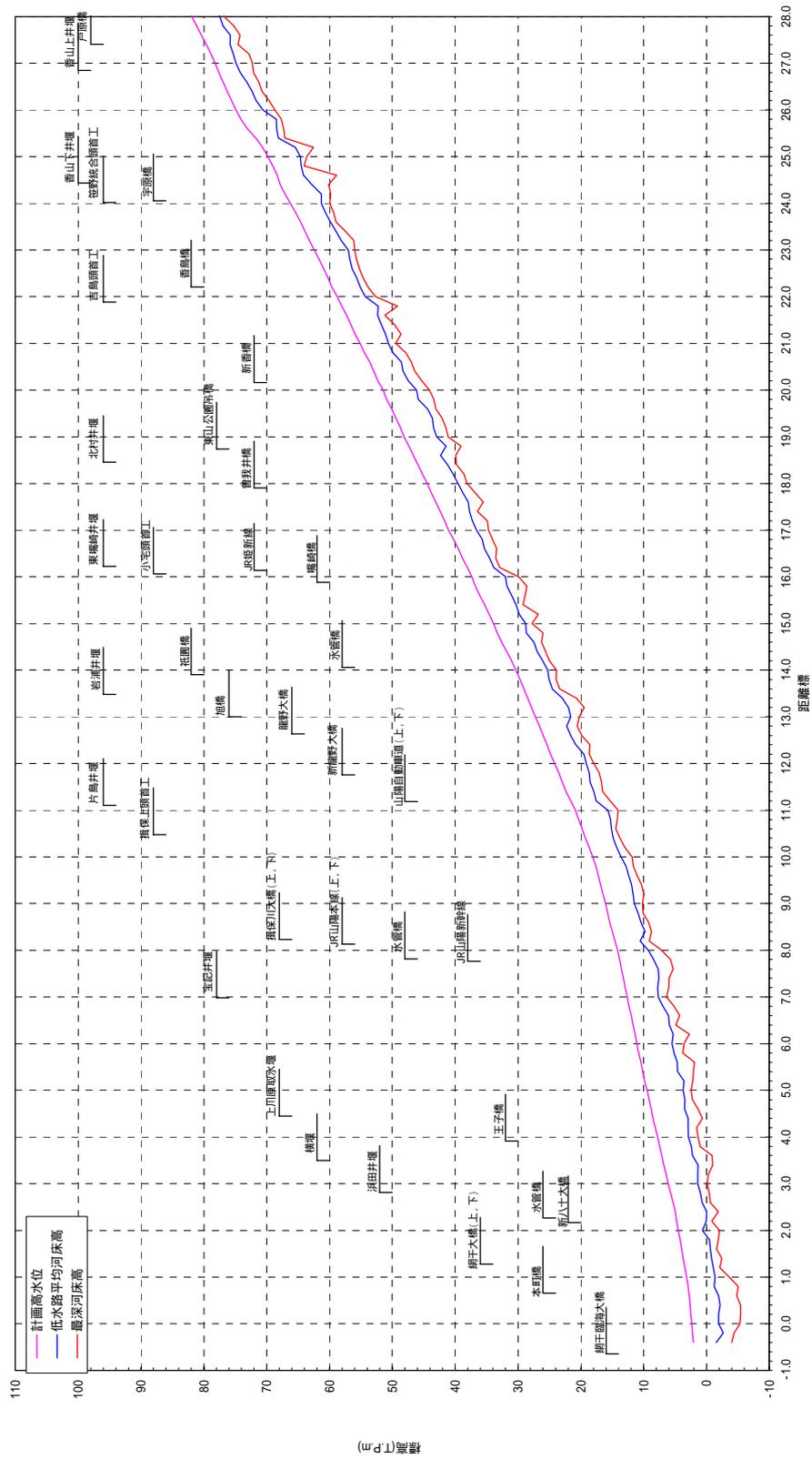
延長は、直轄管理区間の左右岸の計である。

(2)洪水調節施設

完成施設 : 引原ダム（治水容量：5,650 千 m³）
 : 安富ダム（治水容量：1,400 千 m³）
事業中施設 : なし
残りの必要容量 : 治水容量 概ね 10,800 千 m³

(3)排水機場等

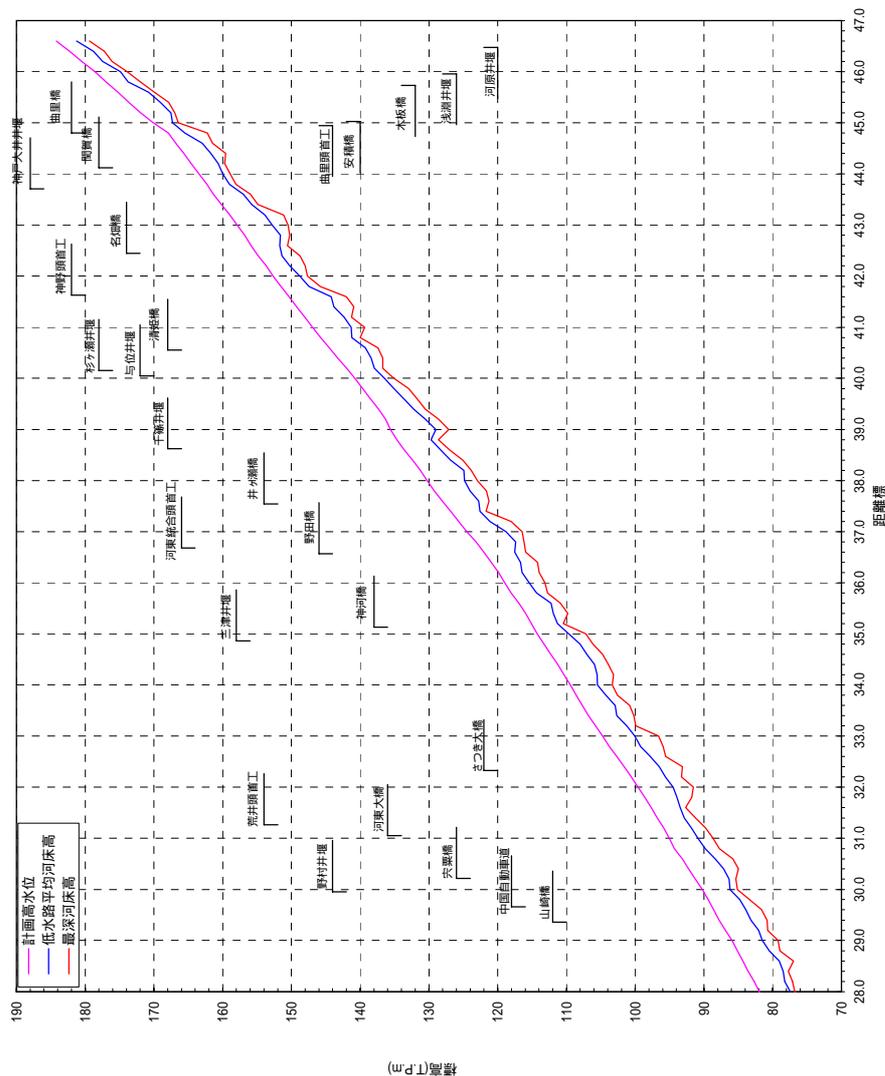
河川管理施設 : 馬路川排水機場 16m³/s



揖保川

計画高水位(T.P.m)	1.91	4.48	7.78	11.06	14.17	18.08	24.16	30.35	37.36	44.45	51.48	58.79	66.21	74.89
距離標	0k0	2k0	4k0	6k0	8k0	10k0	12k0	14k0	16k0	18k0	20k0	22k0	24k0	26k0

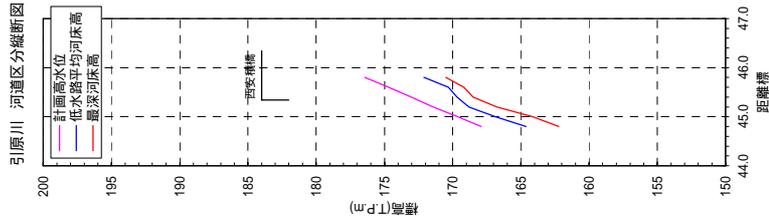
図7-1(1) 揖保川河道区分縦断面図(下流)



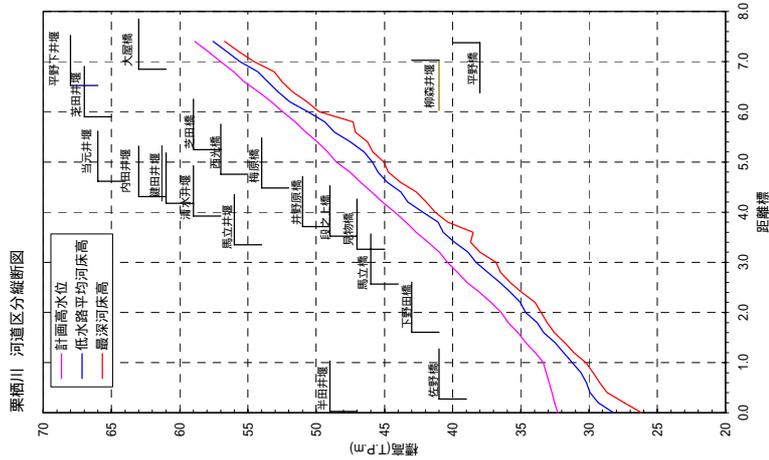
堤保川

許面高水位(T.P.m)	81.21	90.24	99.60	109.41	118.97	130.26	140.82	152.65	163.46	178.58
距離標	28k0	30k0	32k0	34k0	36k0	38k0	40k0	42k0	44k0	46k0

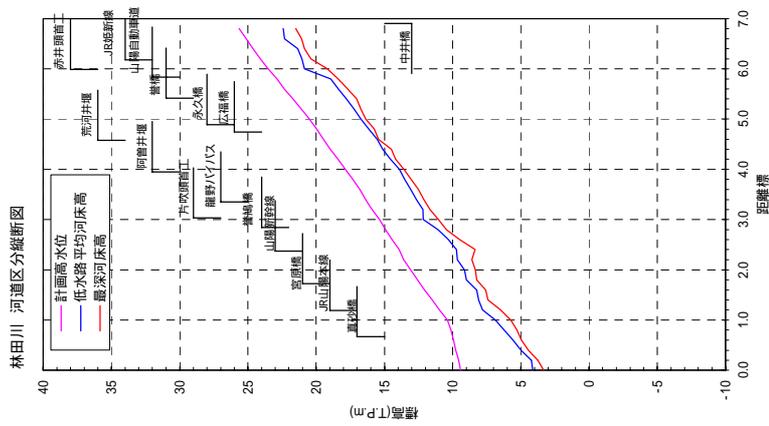
図7-1(2) 堤保川河道区分縦断面図(上流)



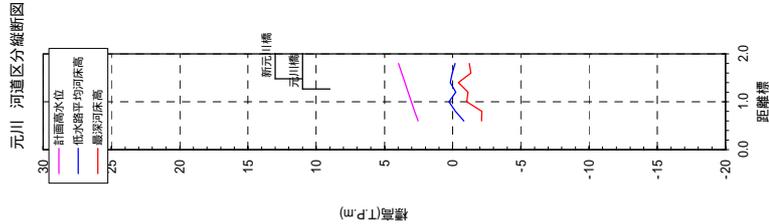
引原川	計画高水位(T.P.m)	169.66
	距離標	45K0



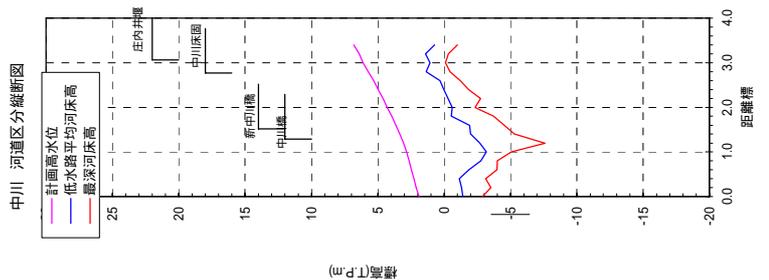
栗栖川	計画高水位(T.P.m)	32.30	36.44	44.23	52.45
	距離標	0K0	2K0	4K0	6K0



林田川	計画高水位(T.P.m)	9.41	13.09	17.86
	距離標	0K0	2K0	4K0



元川	計画高水位(T.P.m)	3.03
	距離標	1K0



中川	計画高水位(T.P.m)	2.91	4.29
	距離標	0K0	2K0

図7-1(3) 揖保川河道区分縦断面(中川, 元川, 林田川, 栗栖川, 引原川)