

1 . 流域の概要

紀の川^{きのかわ}は、その源を奈良県吉野郡川上村の大台ヶ原^{おおだいがはら}（標高 1,695m）に発し、中央構造線に沿って紀伊半島の中央を貫流し、高見川^{たかみがわ}、大和丹生川^{やまとにゅうがわ}、紀伊丹生川^{きいにゅうがわ}、貴志川^{きしがわ}等を合わせ、さらに紀伊平野に出て、和歌山市において紀伊水道に注ぐ、幹川流路延長 136 km、流域面積 1,750km²の一級河川である。

その流域は、奈良、和歌山両県にまたがり、和歌山市をはじめ 5 市 17 町 5 村からなり、流域の土地利用は山林等が約 76%、水田や果樹園等の農地が約 17%、宅地等市街地が約 7%となっている。

農業が盛んな中下流は、生産量が日本一である柿をはじめ果樹の主要な生産地となっている。下流部の和歌山市は、流域内人口の半数が集中する都市となっている。

紀の川は、中央構造線に沿って流れる細長い河川である。上中流部の河床勾配は 1/300～1/600 と急勾配であり、川沿いに迫る山地にかけて河岸段丘を形成している。また、和歌山市が位置する下流部は沖積平野であり 1/1000～1/3000 といった緩勾配である。流域の平均年間降水量は、上流域では約 2,200mm であり日本有数の多雨地帯であるが、中下流域では約 1,500mm であり、流域全体としては約 1,700mm となっている。

源流の大台ヶ原は、国の天然記念物に指定されている「三ノ公トガサワラ原始林^{さんのかみ}」をはじめとした原始林が分布している。橋本市から岩出井堰^{いわでいぜき}までの中流部には多くの農業用井堰が見られるほか、アユが生息する瀬が多く存在する。下流部の紀の川大堰の湛水域には直川ワンドを始めとした浅い水域があり、オイカワ等の仔稚魚の成育場となっている。紀の川大堰から河口にいたる汽水域では、干潟が形成されており、生息数が近畿地方最大であるシオマネキが見られる。

紀の川と人々との関わりは古く、奈良時代には紀の川沿いの南海道が人々の往来で栄えていた。また船岡山^{ふねおかやま}と呼ばれる中州をはじめとした紀の川の景観は万葉集に多く詠まれている。平成 16 年には、人々との営みと自然との結びつきを背景として『紀伊山地の霊場と参詣道』が世界文化遺産として登録されており、紀の川沿いでは『吉野・大峯^{おおみね}』と『高野山』の 2 つの霊場とそれらをつなぐ参詣道が存在している。

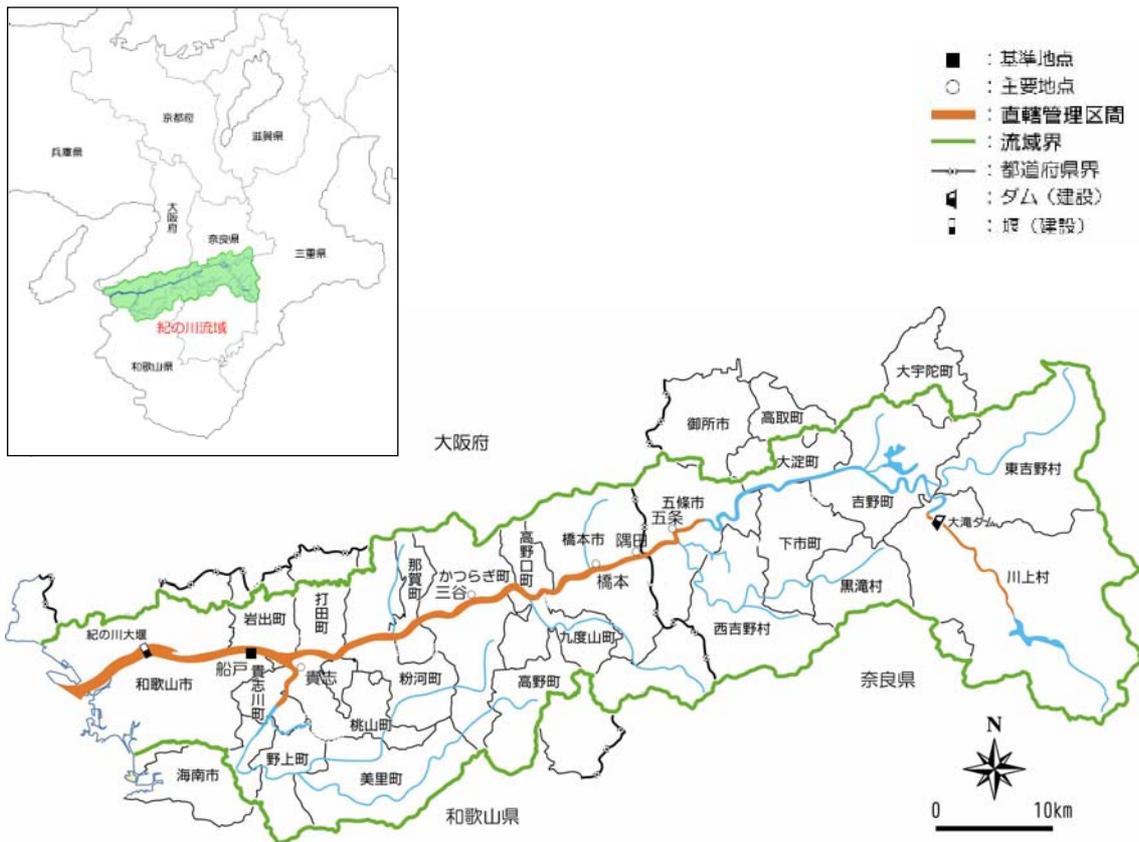


図 1 - 1 紀の川流域の概要

表 1 - 1 紀の川流域の概要

項目	諸元	備考
流路延長	136km	全国 27 位
流域面積	1,750km ²	全国 38 位
流域市町村	5 市 17 町 5 村	和歌山市、海南市、橋本市、五條市、御所市、野上町、美里町、打田町、粉河町、那賀町、桃山町、貴志川町、岩出町、かつらぎ町、高野口町、九度山町、高野町、大宇陀町、高取町、吉野町、大淀町、下市町、黒滝村、西吉野村、天川村、川上村、東吉野村
流域内人口	約 68 万人	
支川数	181	

平成 17 年 3 月末時点

2 . 治水事業の経緯

紀の川の治水対策の歴史は古く、関ヶ原の合戦以降、堤の補修を行ったとの記録がある。徳川吉宗の時代になると、連続した堤防を直線的に築造し、弯曲部や氾濫原を水田として開拓する工法である紀州流治水工法が行われ、井沢弥惣兵衛、大畑才蔵の活躍は今日の治水事業の礎となった。

紀の川の本格的な治水事業は大正 6 年 10 月の大洪水を契機に、直轄事業として大正 12 年に船戸地点における計画高水流量を $5,600\text{m}^3/\text{s}$ とする紀の川改修計画を策定したことに始まり、和歌山市周辺の洪水防御を主眼として河口から岩出までの区間について掘削、築堤、護岸等を施工している。さらに、昭和 25 年からは岩出から橋本及び貴志川まで工事区間を延長し主要区間について築堤等を施工している。

その後、昭和 28 年及び同 34 年の大出水により、同 35 年、紀の川修正総体計画を策定し、橋本地点の基本高水のピーク流量を $7,100\text{m}^3/\text{s}$ とし、このうち上流の大滝ダムにより $2,600\text{m}^3/\text{s}$ を洪水調節し、計画高水流量を $4,500\text{m}^3/\text{s}$ とした。これにより、河口から橋本まで及び貴志川の再改修と奈良県五條市までの改修を追加することになった。

昭和 40 年 4 月には一級河川の指定を受け、従前の計画を踏襲した工事実施基本計画を策定し、管理も河口から五條市までの 62.4km と貴志川の 6km を県知事から引き継ぐことになった。

しかしながら昭和 40 年、同 47 年と大出水が相次いで発生したこと、および流域における産業の発展、人口及び資産の増大、土地利用の高度化が著しく、治水の安全性を高める必要性が増大したことから、昭和 49 年 3 月に船戸地点における基本高水のピーク流量を $16,000\text{m}^3/\text{s}$ とし、上流ダム群により $4,000\text{m}^3/\text{s}$ を洪水調節して、計画高水流量を $12,000\text{m}^3/\text{s}$ とする現在の工事実施基本計画に改定した。

3 . 既往洪水の概要

紀の川は、紀伊半島が太平洋に突き出しているため台風の影響を受けやすく、特に紀の川の水源である大台ヶ原^{おおだいがはら}一帯は南の湿った風を遮断するため雨量が多く、大きな洪水が発生しやすい。

洪水の記録は、古いものでは、701年の続日本記に紀伊ノ国の被害について記録があり、また、近年では明治22年など過去から洪水被害が多く発生している。特に、戦後昭和28年7月の梅雨前線、昭和28年9月の台風13号、昭和34年9月の伊勢湾台風などでは、大きな洪水被害が発生した。近年では、昭和57年台風10号くずれ低気圧、平成2年台風19号など、破堤による浸水被害はないものの護岸の損傷や内水被害が発生している。

表 3 - 1 既往の主要洪水

洪水発生年月日	流域平均 2日雨量 (船戸上流域)	流量 (船戸)	被害状況
昭和28年7月18日 (前線)	219.1mm	2,700m ³ /s (貴志)	死傷者1,174人、家屋全半壊1,327戸、床上浸水2,103戸、床下浸水8,165戸(那賀郡と伊都郡の合計)
昭和28年9月25日 (台風13号)	305.3mm	9,440m ³ /s	死傷者91人、家屋全半壊1,546戸 床上浸水4,035戸、床下浸水7,473戸
昭和31年9月26日 (台風15号)	307.2mm	5,800m ³ /s	死傷者5人、家屋全半壊44戸 床上浸水1,158戸、床下浸水9,292戸
昭和33年8月25日 (台風17号)	263.2mm	5,690m ³ /s	死傷者3人、家屋全半壊44戸 床上浸水1,158戸、床下浸水9,292戸
昭和34年9月26日 (伊勢湾台風)	313.4mm	11,140m ³ /s	死傷者71人、家屋全半壊347戸 床上浸水3,180戸、床下浸水1,917戸
昭和36年10月28日 (前線)	302.4mm	5,900m ³ /s	家屋全半壊1戸、床上浸水28戸、床下浸水170戸
昭和40年9月17日 (台風24号)	227.4mm	7,930m ³ /s	床上浸水398戸、床下浸水3,588戸
昭和47年9月17日 (台風20号)	186.3mm	6,180m ³ /s	床上浸水22戸、床下浸水2,362戸
昭和57年8月2日 (台風10号くずれ低気圧)	275.1mm	7,630m ³ /s	床上浸水91戸、床下浸水1,458戸
平成2年9月20日 (台風19号)	221.5mm	6,840m ³ /s	床上浸水22戸、床下浸水144戸
平成6年9月30日 (台風26号)	179.9mm	5,300m ³ /s	床下浸水7戸
平成9年7月26日 (台風9号)	194.2mm	4,180m ³ /s	床上浸水2戸、床下浸水9戸

流量は氾濫戻し流量。

被害状況については「和歌山県災害史」および「水害統計」等の値を用いた。

なお、本表では下流の和歌山県分のみを集計した結果を用いる。集計可能なものについては流域内の被害を示し、他は和歌山県全体の被害の集計を示す。

4 . 基本高水の検討

1) 既定計画の概要

昭和49年に策定した工事实施基本計画（以下「既定計画」という）では、以下に示すとおり、基準地点船戸において基本高水のピーク流量を16,000m³/sと定めている。

計画の規模の設定

昭和28年9月、昭和34年9月などの既往洪水の流量規模及び流域の社会的・経済的な重要性等を総合的に勘案して、1/150と設定した。

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、2日を採用した。

明治12年～昭和45年の年最大流域平均2日雨量を確率処理し、1/150確率規模の計画降雨量を船戸地点で440mm/2日と決定した。

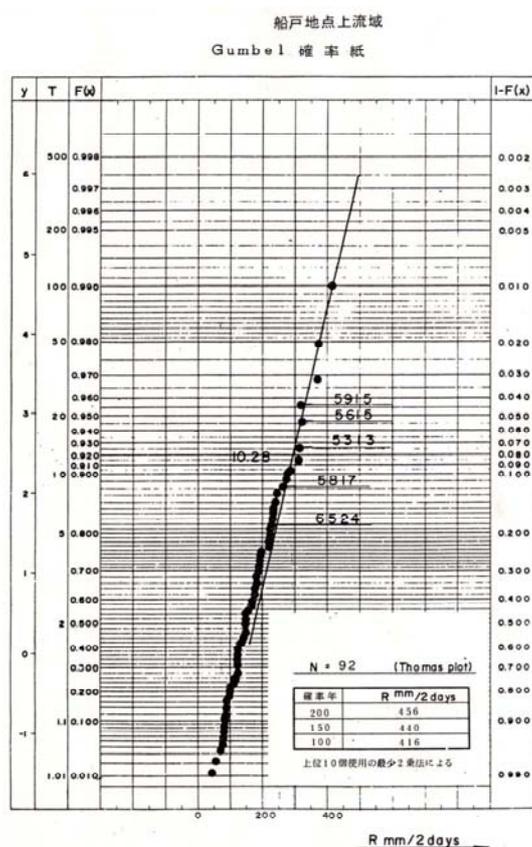


図 4 - 1 船戸地点における雨量確率評価

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。貯留関数法の基礎式は次のとおり。

$$\frac{dS}{dt} = r - Q$$

$$S = kQ^p$$

Q : 流量 (m^3/s) r : 降雨 (mm/hr)
 t : 時間 (hr) S : 貯留量 (mm)
 k, p : モデル定数

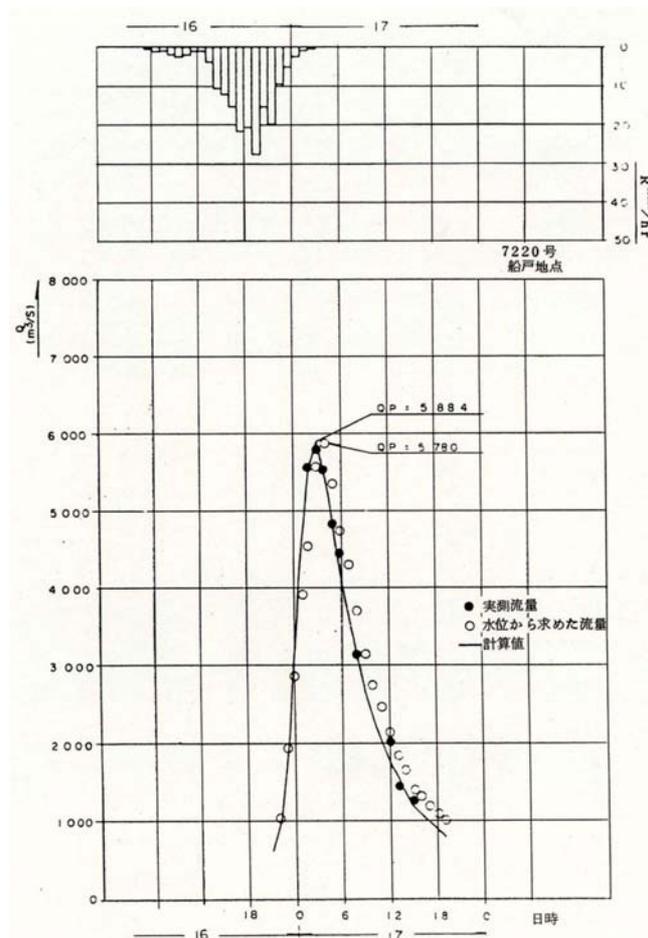


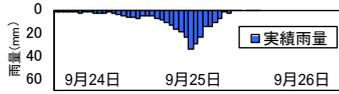
図 4 - 2 昭和47年9月洪水再現計算結果（船戸地点）

主要洪水における計画雨量への引伸ばしと流出計算

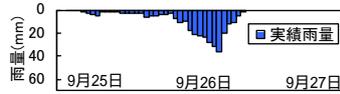
流域の過去の主要洪水における降雨波形を計画降雨量まで引伸ばし、同定された流出計算モデルにより流出量を算定した。

検討対象洪水実績降雨群の選定

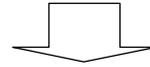
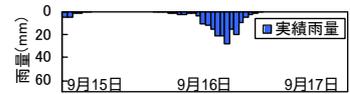
昭和 28 年 9 月洪水



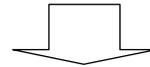
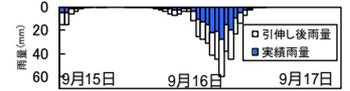
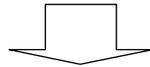
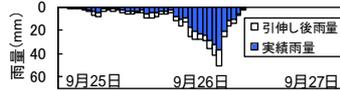
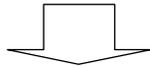
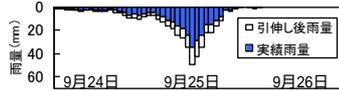
昭和 34 年 9 月洪水



昭和 47 年 9 月洪水



実績降雨群の計画降雨群への引伸ばし (計画降雨量 440mm/2 日)



ハイドログラフへの変換

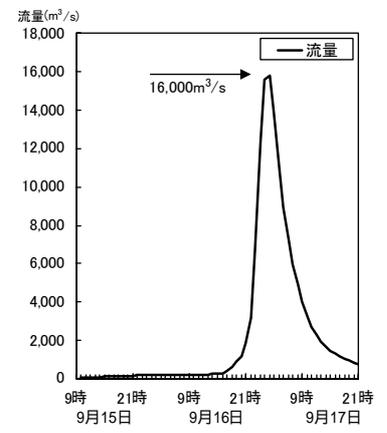
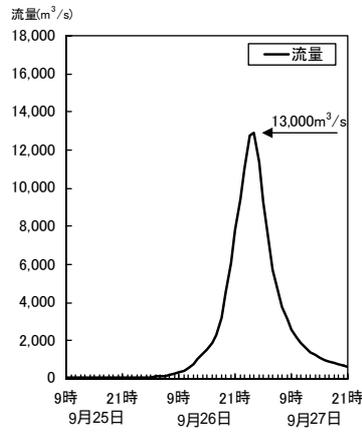
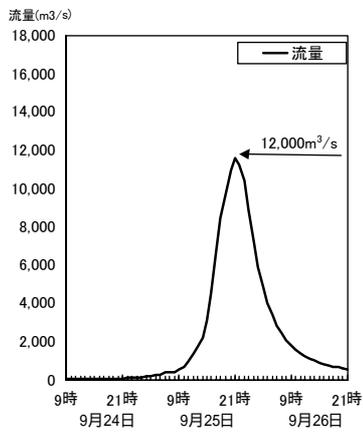


図 4 - 3 ハイドログラフの算定結果

表 4 - 1 ピーク流量一覧 (船戸地点)

降雨パターン	実績降雨量 (mm/2日)	引伸ばし率	計算ピーク流量 (m ³ /s)
S28. 9	306.0	1.438	12,000
S31. 9	315.4	1.395	7,800
S33. 8	265.6	1.657	9,600
S34. 9	316.0	1.392	13,000
S36.10	301.5	1.459	7,100
S40. 9	235.0	1.872	14,000
S47. 9	189.5	2.322	16,000

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、基準地点において計算ピーク流量が最大となる昭和47年9月降雨パターンを採用し、船戸地点16,000m³/sと決定した。

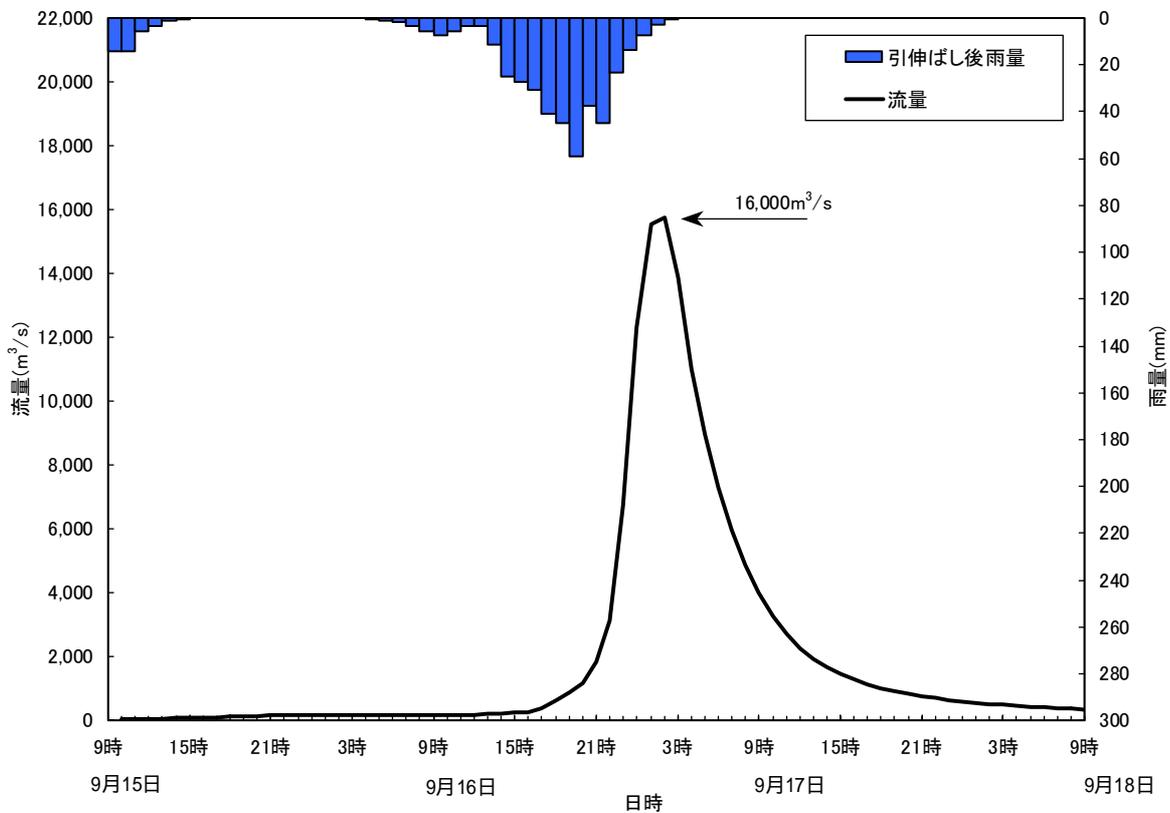


図 4 - 4 昭和47年9月型ハイドログラフ (船戸地点)

2) 現行基本高水のピーク流量の妥当性検証

既定計画を策定した昭和49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。また、既定計画策定後の水理、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。

年最大流量及び年最大雨量の経年変化

既定計画を策定した昭和49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。

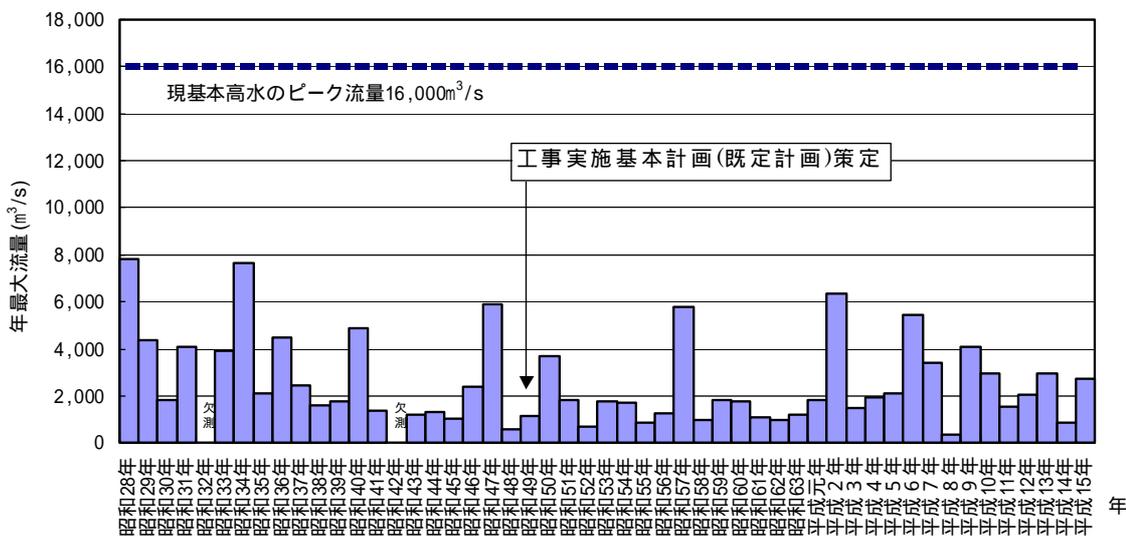


図 4 - 5 年最大流量 (船戸地点)

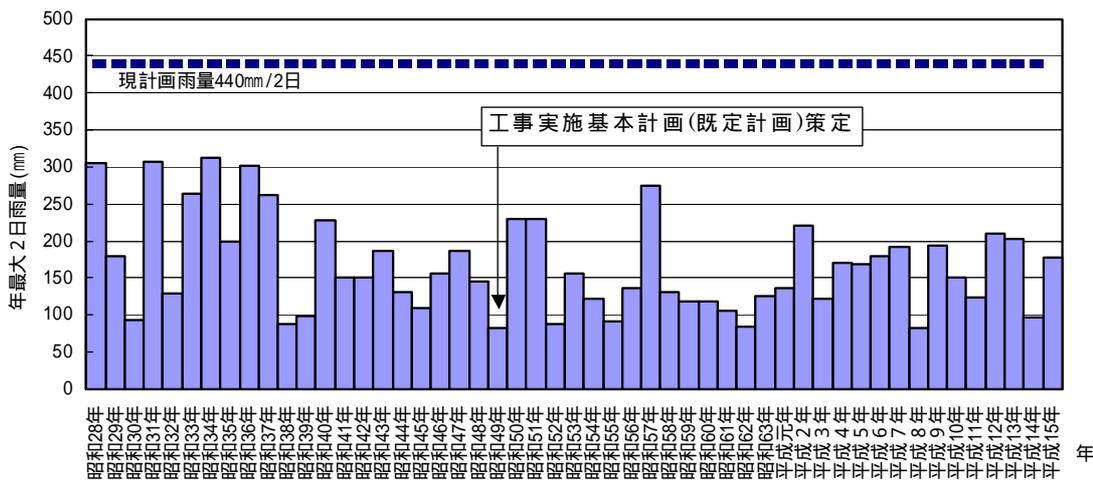


図 4 - 6 年最大2日雨量 (船戸地点上流域平均)

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こと等から、流量データを確率統計処理することにより、基本高水のピーク流量を検証した。流量確率の検討の結果、船戸地点における1/150確率規模の流量は、13,200m³/s～16,900m³/sと推定される。

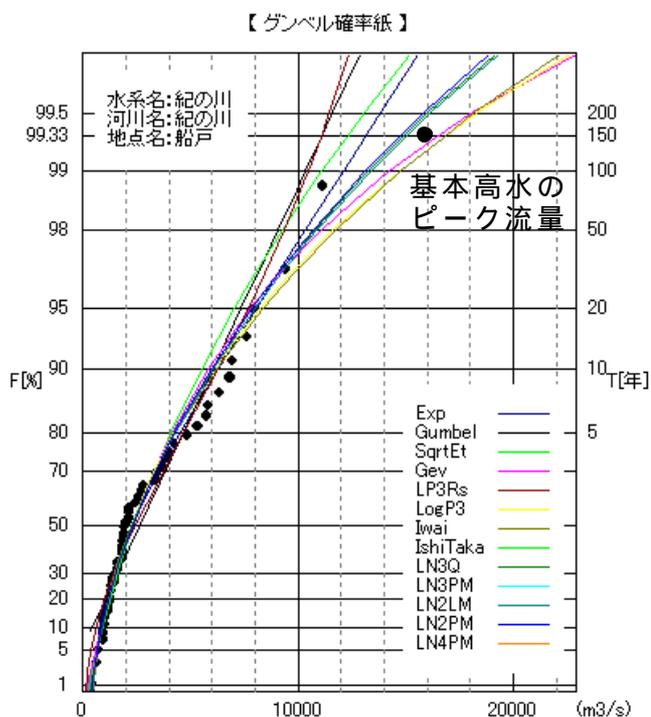


図 4 - 7 船戸地点流量確率計算結果

表 4 - 2 1/150確率流量 (船戸地点)

確率分布モデル	確率流量 (m ³ /s)
指数分布	13,200
一般化極値分布	16,500
対数ピアソン 型分布	16,900
対数正規分布(岩井法)	16,800
3母数対数正規分布(クォンタイル法)	14,900
2母数対数正規分布(L積率法)	15,100
2母数対数正規分布(積率法)	14,700

既往洪水による検証

過去150年にさかのぼって大規模な浸水被害の記録がある洪水として、明治22年8月洪水を選定した。この洪水では和歌山市内の地先毎の浸水深が記録されており、破堤に伴って当時の和歌山市の3/4が浸水し、浸水深も6～7尺（2m前後）に達したとの記録がある。この記録をもとに浸水実績図を作成するとともに、当時の築堤状況、堤内地状況等を考慮して船戸地点における複数のピーク流量のハイドログラフを用いた氾濫再現計算を実施した結果、船戸地点のピーク流量が16,000m³/sの場合の氾濫計算の結果が、明治22年8月洪水の浸水範囲及び浸水深と概ね一致した。

以上より、明治22年8月洪水の船戸地点ピーク流量は16,000m³/s相当であったと推定した。

以上の検証により、基準地点船戸における既定計画の基本高水のピーク流量は16,000 m³/sが妥当である。

なお、近年の洪水をより忠実に再現できる流出計算方法により最近の降雨による洪水も含めて流量を再現したところ、基準地点船戸におけるピーク流量として既定計画と同様の16,000m³/sが得られた。その場合のハイドログラフは以下のとおりである。

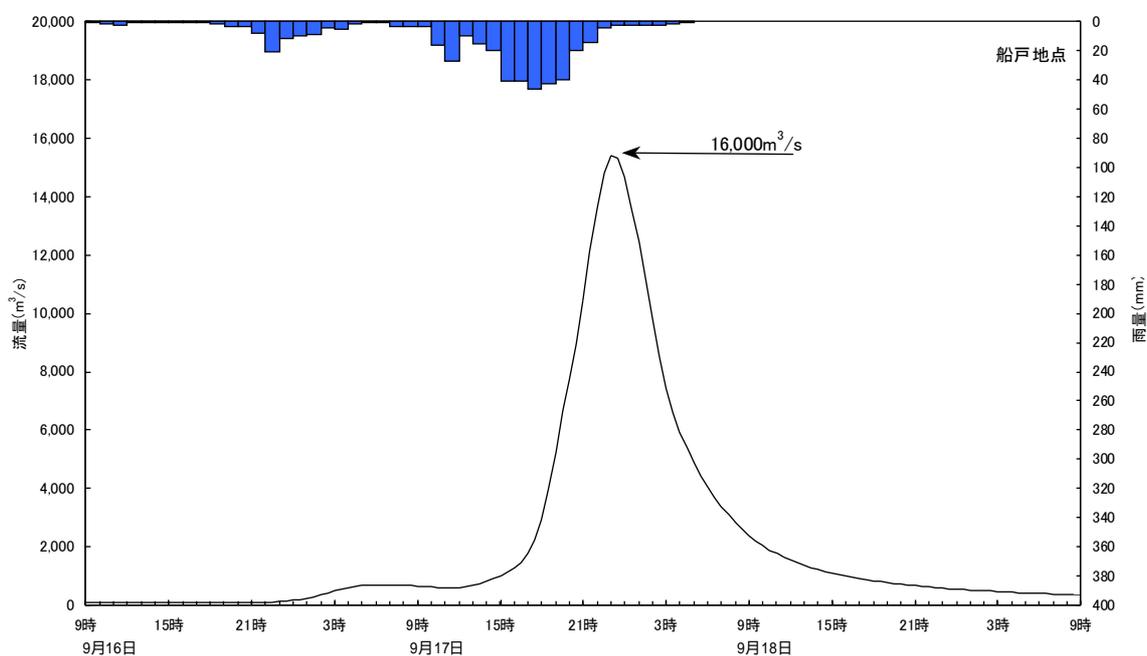


図 4 - 1 0 昭和 40 年 9 月型ハイドログラフ (船戸地点)

5 . 高水処理計画

紀の川の既定計画の基本高水のピーク流量は、基準地点船戸において、16,000 m³/sである。

紀の川の河川改修は、既定計画の船戸：12,000m³/sを目標に実施され、人家が密集する和歌山市をはじめ、堤防高は8割程度確保されている。また、既に紀の川大堰が完成している他、橋梁、樋管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及び大幅な河道掘削による河川環境の改変や将来河道の維持を考慮し、同地点における現在の河道により処理可能な流量は12,000m³/sである。

これらを踏まえ、基準地点船戸の計画高水流量を既定計画と同様に12,000m³/sとする。

6 . 計画高水流量

計画高水流量は、船戸において12,000m³/sとし、その下流は河口まで同流量とする。

(単位：m³/s)

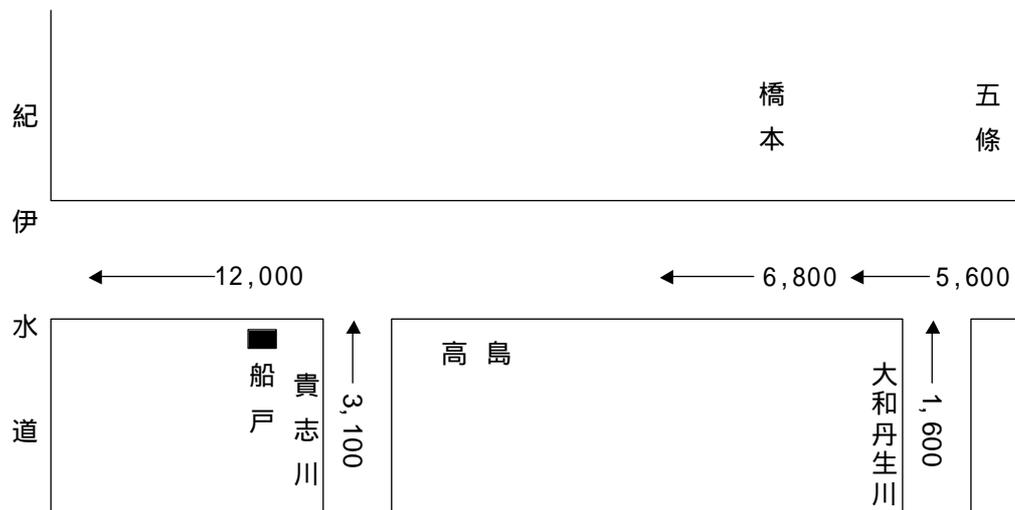


図 6 - 1 紀の川計画高水流量図

7 . 河道計画

計画河道は、以下の理由により、現況の河道法線や縦断勾配を尊重し、流下能力が不足する区間については、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。

直轄管理区間の堤防は全川の約94%にわたって概成（完成、暫定）していること。

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、沿川の市街地の張り付き状況を考慮すると避けるべきであること。

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堤内地での内水被害を助長させることを避けるべきであること。

計画縦断図を図7 - 1、7 - 2に示すとともに、主要地点における計画高水位及び概ねの川幅を表7 - 1に示す。

表7 - 1 主要な地点における計画高水位及び川幅一覧表

河川名	地点名	河口からの 距離 (km)	計画高水位 T.P(m)	川幅 (m)
紀の川	五 條	59.6	101.30	180
紀の川	橋 本	50.0	81.00	260
紀の川	船 戸	16.4	21.10	420
貴志川	高 島	合流点から 1.2	25.61	230

注)T.P.:東京湾中等潮位

8 . 河川管理施設等の整備の現状

紀の川における河川管理施設等の整備状況は、以下のとおりである。

(1) 堤防

堤防の整備の現状(平成17年3月末時点)は下表のとおりである。

	延長(km)
完 成 堤 防	87.4(78.2%)
暫 定 堤 防	17.2(15.4%)
未 施 工 区 間	7.1(6.4%)
堤防不必要区間	26.7
計	138.4

延長は、直轄管理区間(ダム管理区間を除く)の左右岸の計である。

(2) 洪水調節施設

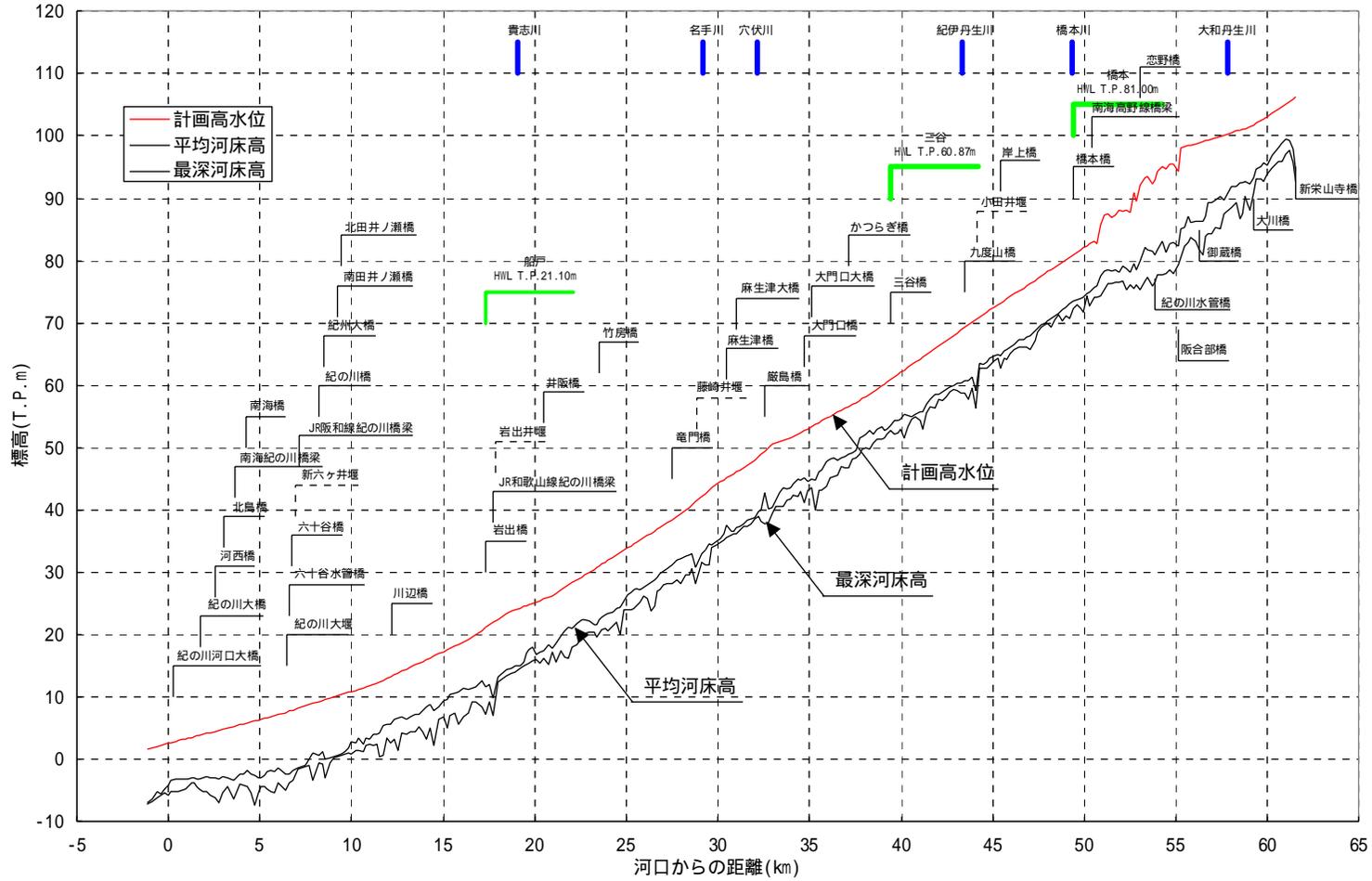
1) 事業中施設：大滝ダム(治水容量：50,800千 m^3) 平成15年本体完成

2) 残りの必要容量：29,000～35,000千 m^3

(3) 排水機場等

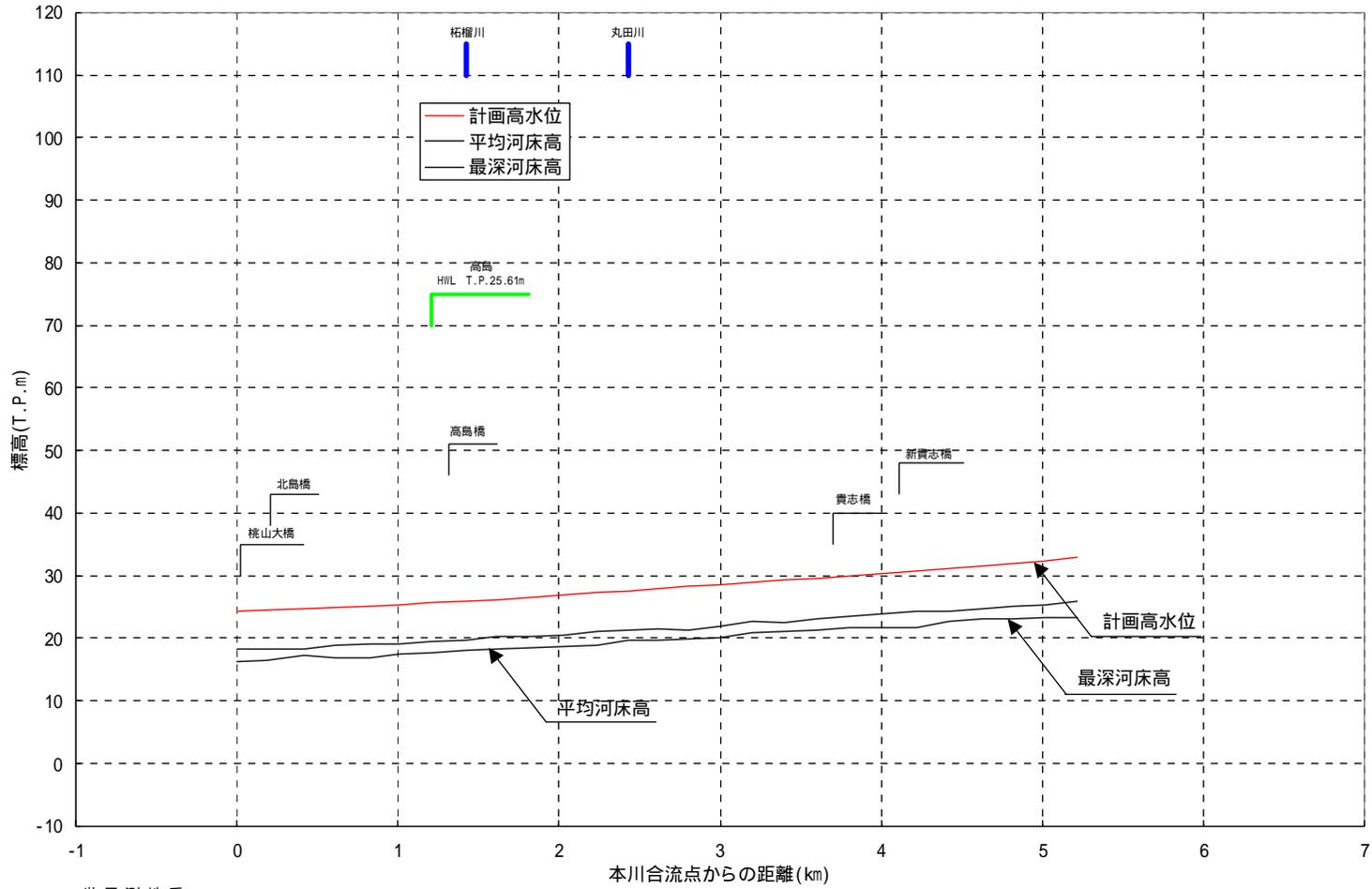
河川管理施設：2 m^3/s

直轄管理区間の施設のみである。



紀の川		世界測地系												
計画高水位 (T.P.m)	2.51	6.38	11.24	18.11	24.58	33.09	43.65	52.37	60.87	71.31	81.00	95.14	101.60	106.20
平均河床高 (T.P.m)	-4.29	-3.01	3.37	10.47	16.89	24.36	34.35	44.82	53.57	63.30	73.49	83.11	93.21	94.52
最深河床高 (T.P.m)	-5.77	-4.30	1.32	7.36	15.14	20.06	33.94	42.99	52.79	62.80	72.25	77.79	90.82	92.59
距離標	0.0K	5.0K	10.0K	15.0K	20.0K	25.0K	30.0K	35.0K	40.0K	45.0K	50.0K	55.0K	60.0K	62.2K

図 7 - 1 紀の川計画縦断図



貴志川		世界測地系	
計画高水位 (T.P. m)	24.21		32.45
平均河床高 (T.P. m)	18.19		25.42
最深河床高 (T.P. m)	16.33		23.26
距離標	0.0K		5.0K

図 7 - 2 貴志川計画縦断