

1. 流域の概要

加古川は、その源を兵庫県朝来市山東町と丹波市青垣町の境界にある栗鹿山（標高 962m）に発し、丹波市山南町において篠山川を合わせ、西脇市において杉原川と野間川を、小野市において東条川、万願寺川を合わせ、さらに三木市において美嚢川を合わせながら播州平野を南下し、加古川市尾上町、高砂市高砂町向島町で瀬戸内海播磨灘へと注ぐ幹線流路延長 96km、流域面積 1,730km²の一級河川である。

加古川流域は、兵庫県の加古川市、小野市、西脇市、篠山市等の主要都市をはじめとする 11 市 3 町からなり、流域市町は上流部の丹波地域、中・下流部の東播磨地域に大別することができ、この地域の社会、経済、文化の基盤をなしている。土地利用は山地が 59%、農地が 26%、宅地等が 11%、その他が 4%となっている。

流域内の交通としては、山陽新幹線、JR 山陽本線等の鉄道や、山陽自動車道、中国縦貫自動車道、国道 2 号、国道 250 号、加古川バイパス等の道路が加古川を横断しているとともに、JR 加古川線、JR 福知山線や北近畿豊岡自動車道、国道 175 号が加古川沿いに並行している。さらに、河口部の重要港湾東播磨港は西側に隣接する特定重要港湾の姫路港とともに播磨工業地帯の中核港湾であり、本流域は陸海交通の要衝となっている。

産業については、加古川市、高砂市等の臨海工業地帯は、播磨工業地帯の東の拠点として重化学工業がめざましく発展している。一方、中流部の西脇市、三木市、小野市等では、播州織と呼ばれる綿織物や繊維染色業、兵庫県の無形文化財に指定されている杉原紙の他、三木金物、播州そろばん等の伝統的産業が発展し、三木市では酒米「山田錦」の生産量が全国一である。

流域内には「瀬戸内海国立公園」をはじめとして、六つの県立自然公園が指定され、豊かな自然環境に恵まれているとともに、加東市には「闘竜灘」と呼ばれる露岩を呈する特異な河川景観が存在するなど観光資源も豊富である。さらに、上流の篠山市は城下町として栄え、今も武家屋敷等城下町の文化的風情が残り、下流の加古川市では、聖徳太子ゆかりの国宝「鶴林寺」があり、歴史的資源にも恵まれている。

このようなことから、加古川流域は丹波、東播磨地域の社会、経済、文化の基盤をなすとともに豊かな自然環境に恵まれている一方、瀬戸内海気候の少雨地域でもあり、全国でもっともため池が多い流域でもあることから、本水系の治水・利水・環境についての意義は極めて大きい。

流域の地形は、上流部では、標高約 700m～1,000m の山地部と、これらの谷間に篠山盆地等のまとまった平地がみられ、中流部では標高 200m 以下の丘陵地、下流部では沖積平野が広がり、河口部周辺では重化学工業の立地する埋立地が広がる。

河床勾配は、源流から篠山川合流点までの上流部は約 1/40～1/600、篠山川合流点から美嚢川合流点までの中流部は約 1/1,000、美嚢川合流点から古新堰堤までの下流部は約

1/1,000、古新堰堤から河口までの感潮域は約 1/1,000～1/2,000 の緩流河川である。

流域の地質は、上・中流部の山地の大部分が有馬層群と呼ばれる白亜紀後期の流紋岩質溶結凝灰岩から成り、中・下流部の丘陵地と台地には有馬層群、古第三紀の神戸層群、鮮新世後期～更新世中期の大阪層群等が分布し、河川沿いには段丘堆積層が形成されている。また、上流部には河川争奪によって形成された谷中分水界が 4 箇所あり、丹波市氷上町石生^{いそう}「水分れ」^{みわか}では標高 95m と全国一低い中央分水嶺として有名である。

流域の気候は、中・下流部では降雨量が少ない瀬戸内海性気候であり、年間平均降水量は、上流部で約 1,500mm、中・下流部で約 1,100mm である。

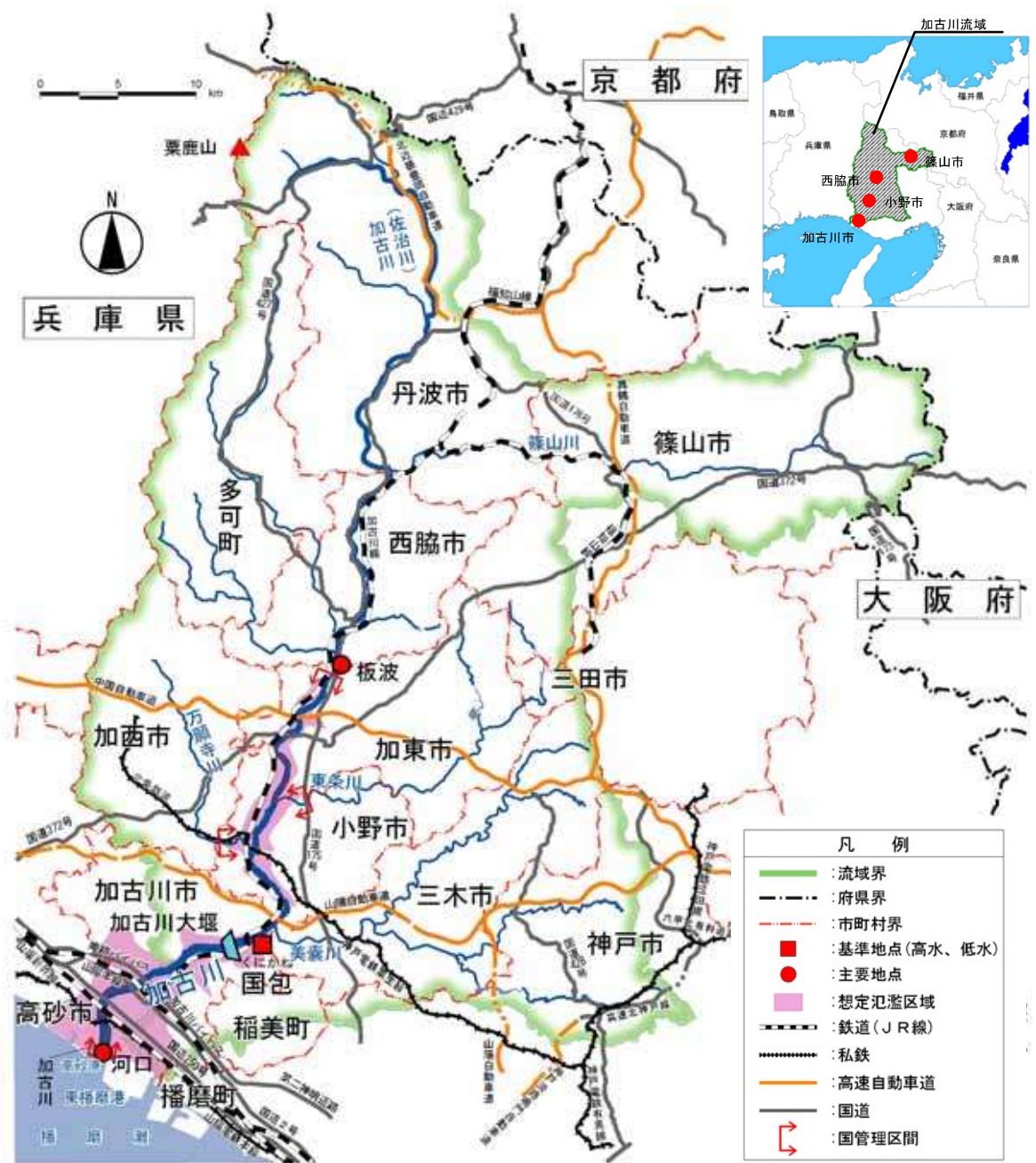


表 1-1 流域の諸元

項目	諸元	備考
幹線流路延長	96km	全国 53 位/109 水系
流域面積	1,730km ²	全国 38 位/109 水系
流域市町	11 市 3 町	丹波市, 篠山市, 西脇市, 三田市, 加東市, 加西市, 小野市, 三木市, 加古川市, 神戸市, 高砂市, 稲美町, 多可町, 播磨町
流域内人口	約 60 万人	
支川数	129 支川	

2. 治水事業の経緯

加古川水系の本格的な治水事業は、明治 40 年 8 月洪水を契機に直轄事業として加古川改修工事（第一期治水計画）が行われたことに始まる。^{くにかね}国包地点における計画高水流量を $4,450\text{m}^3/\text{s}$ と定め、美嚢川合流点下流部における築堤・掘削・護岸等の河川改修計画を策定し、大正 7 年に工事に着手し、昭和 8 年に完了した。昭和 16 年から中小河川改修工事として兵庫県が、美嚢川合流点から上流において、築堤・掘削・護岸等を施工した。

昭和 42 年から一級河川の指定を契機に再び直轄改修事業が進められることになり、従来の計画を踏襲した加古川水系工事実施基本計画を策定した。その後、中・下流部流域内の開発による人口・資産の増大や経済の発展を鑑み、昭和 57 年に国包地点における基本高水流量 $9,000\text{m}^3/\text{s}$ 、このうち上流ダム群により $1,600\text{m}^3/\text{s}$ を調節し、計画高水流量 $7,400\text{m}^3/\text{s}$ とする工事実施基本計画に改定し、平成元年には加古川大堰が竣工している。

加古川における砂防事業は、兵庫県が明治 42 年から砂防堰堤等の整備をしている。

3. 既往洪水の概要

洪水資料の比較的整っている明治以降の著名な洪水について、以下にとりまとめる。既往最大洪水は昭和 20 年 10 月の阿久根^{あくね}台風であり、流量は国包地点で 7,800m³/s～9,050m³/s であったと推定される。また、近年最大洪水は平成 16 年 10 月洪水であり、国包地点の流量は 5,900m³/s（氾濫戻し）であった。

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	国包上流 2日雨量 (mm/2日)	国包地点 流量 (m ³ /s)	被害状況
明治40年8月	台風	190.2	不明	流出家屋:83戸、浸水家屋:2,999戸 浸水面積:14,375ha
大正10年9月	台風	212.5	不明	浸水面積:2,705ha
昭和20年10月	阿久根台風	240.1	7,800～9,050	浸水家屋:不明 浸水面積:不明
昭和40年9月	前線	208.4	3,600	家屋浸水:3,381戸 (床上:651戸、床下:2730戸) 浸水面積:7,904ha
昭和45年6月	梅雨前線	218.6	3,000	家屋浸水:34戸 (床上:9戸、床下:25戸) 浸水面積:818ha
昭和51年9月	台風17号及び 秋雨前線	191.4	2,800	家屋浸水:1,800戸 (床上:143戸、床下:1,657戸) 浸水面積:5,923ha
昭和58年9月	秋雨前線	225.1	4,900	家屋浸水:2,034戸 (床上:368戸、床下:1,666戸) 浸水面積:1,013ha
平成16年10月	台風23号	216.7	5,900	家屋浸水:1,652戸 (床上:430戸、床下:1,222戸) 浸水面積:1,447ha

出典:「水害統計」、「兵庫県災害誌」および「市町村史」

国包地点流量は氾濫戻し流量である

S20.10は推定流量

主要な洪水の基準地点国包における洪水到達時間は、9～15 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 57 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、国包地点において基本高水のピーク流量を $9,000\text{m}^3/\text{s}$ と定めている。

(1) 計画規模の設定

計画規模は全国的なバランス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、1/150 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、2 日を採用した。

明治 32 年～昭和 52 年の年最大 2 日雨量を確率処理し、1/150 確率規模の計画降雨量を国包地点で $271\text{mm}/2$ 日と決定した。

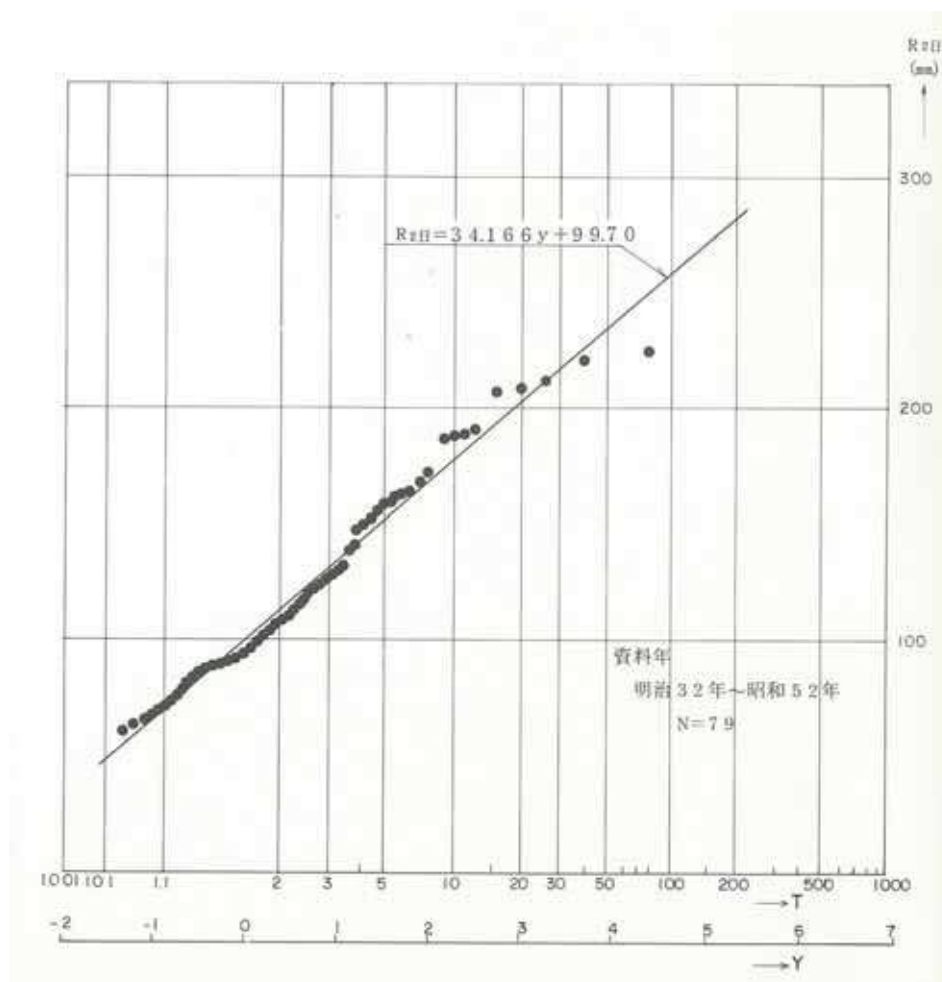


図 4-1 国包地点における雨量確率評価

(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。

貯留関数の基礎式は次のとおりである。

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

$$S = KQ^P$$

Q : 流出高 (mm/hr), r : 降雨 (mm/hr)

t : 時間 (hr), S : 貯留量 (mm)

K, P : モデル定数

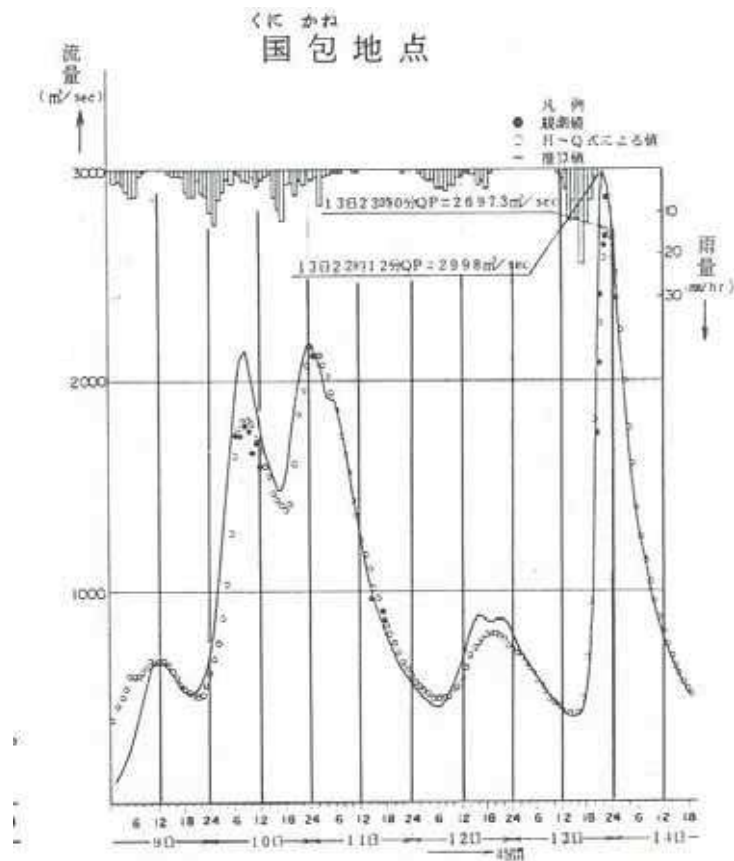


図 4-2 昭和 51 年 9 月洪水再現計算結果（既定計画モデル：国包地点）

(4) 主要洪水における計画降雨量への引伸しと流出計算

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

表 4-1 ピーク流量一覧表（国包地点）

降雨パターン	実績降雨量 (mm)	引伸し率	計算ピーク流量 (m ³ /s)
S34.8.12	155	1.75	4,100
S37.6.09	165	1.64	9,000
S40.5.26	144	1.88	6,200
S40.9.14	208	1.30	5,200
S40.9.17	197	1.38	3,800
S41.9.17	153	1.77	5,200
S45.6.15	219	1.24	3,200
S49.9.09	156	1.73	8,000
S51.9.13	185	1.46	4,000

(5) 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、基準地点国包において計算ピーク流量が最大となる 9,000m³/s と決定した。

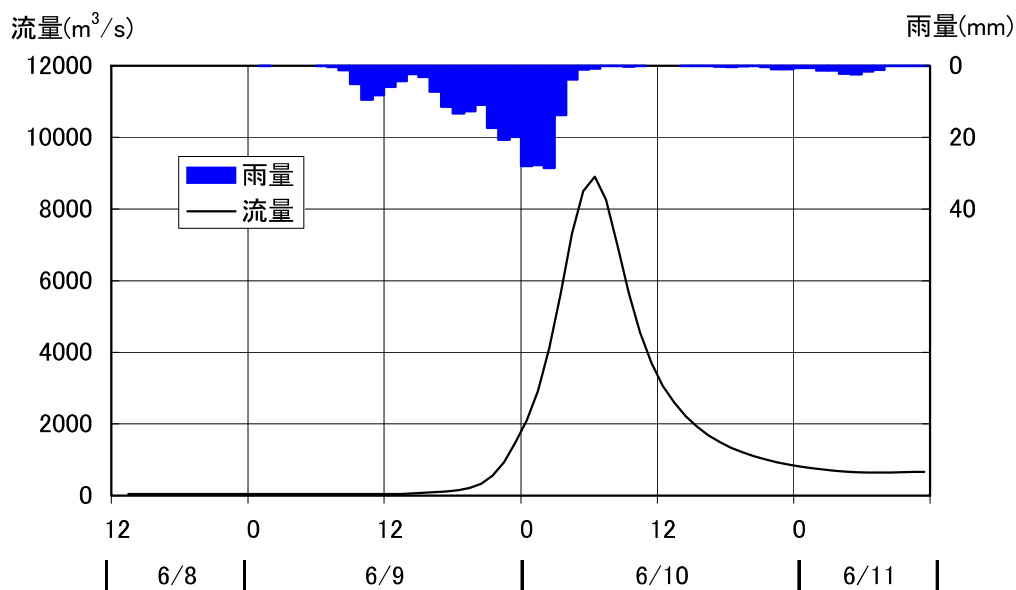


図 4-3 昭和 37 年 6 月型ハイドログラフ（国包地点）

4.2 工事実施基本計画策定後の状況

既定計画を策定した昭和 57 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。

(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 57 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。

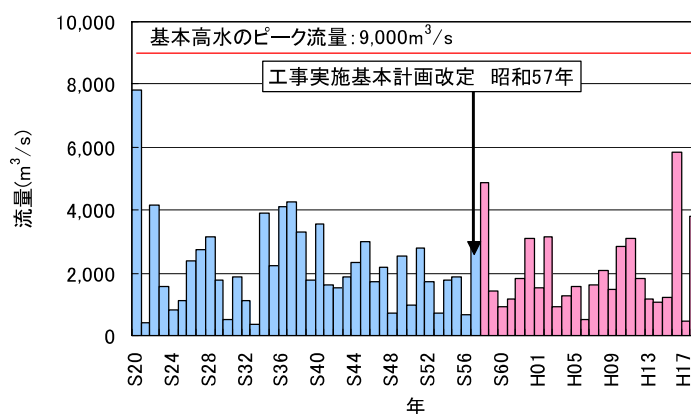


図 4-4 国包地点年最大流量（氾濫戻し流量）

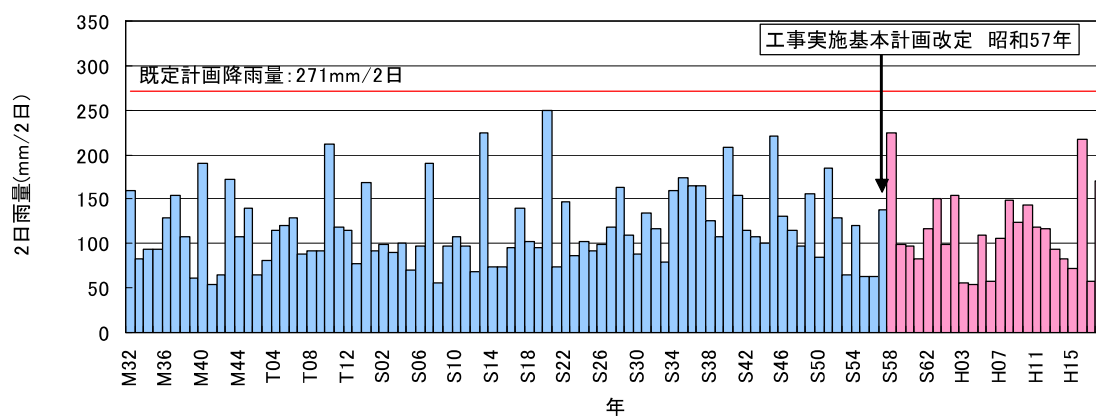


図 4-5 国包地点上流年最大2日雨量

4.3 現行基本高水のピーク流量の妥当性検証

既定計画作成後の水理、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) 計画降雨量の検証

既定計画策定後の2日雨量データを加え、確率統計処理することにより、既定計画降雨量の妥当性を検証した。雨量確率の検討（統計期間：明治32年～平成18年の108年間）の結果、国包地点における1/150確率規模の2日雨量は250～313mmと推定され、既定計画降雨量（271mm/2日）が範囲内であることを確認した。

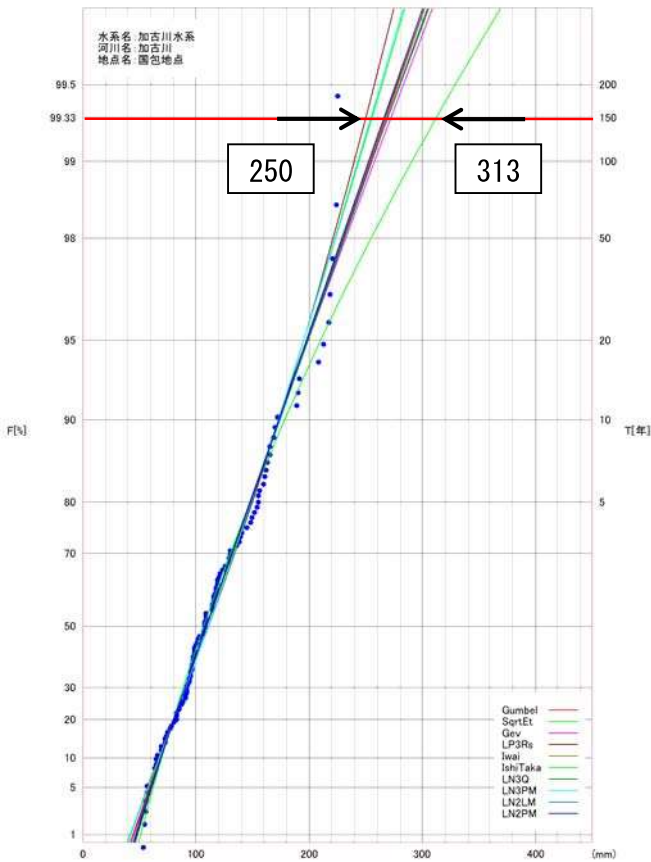


図 4-6 国包地点雨量確率計算結果

表 4-2 1/150 確率 2 日雨量（国包地点）

確率分布モデル	確率雨量(mm)
グンベル分布(Gumbel)	268
平方根指数型最大値分布(SqrtEt)	313
一般化極値分布(Gev)	273
対数ピアソンⅢ型分布(LP3Rs)	250
岩井法(Iwai)	267
石原・高瀬法(Ishitaka)	256
対数正規分布3母数クオントイル法(LN3Q)	270
対数正規分布3母数積率法(LN3PM)	255
対数正規分布L積率法(LN2LM)	270
対数正規分布2母数積率法(LN2PM)	266

(2) 流出解析モデルの検証

既定計画策定後の洪水の再現計算を行い、既定計画の流出計算モデル（貯留関数法）が妥当であることを確認した。貯留関数法の基礎式は次のとおりである。

$$\frac{dS}{dt} = r - Q \quad S = KQ^P$$

Q ：流出高（mm/hr）， r ：降雨（mm/hr）， t ：時間（hr）， S ：貯留量（mm）

K , P ：モデル定数

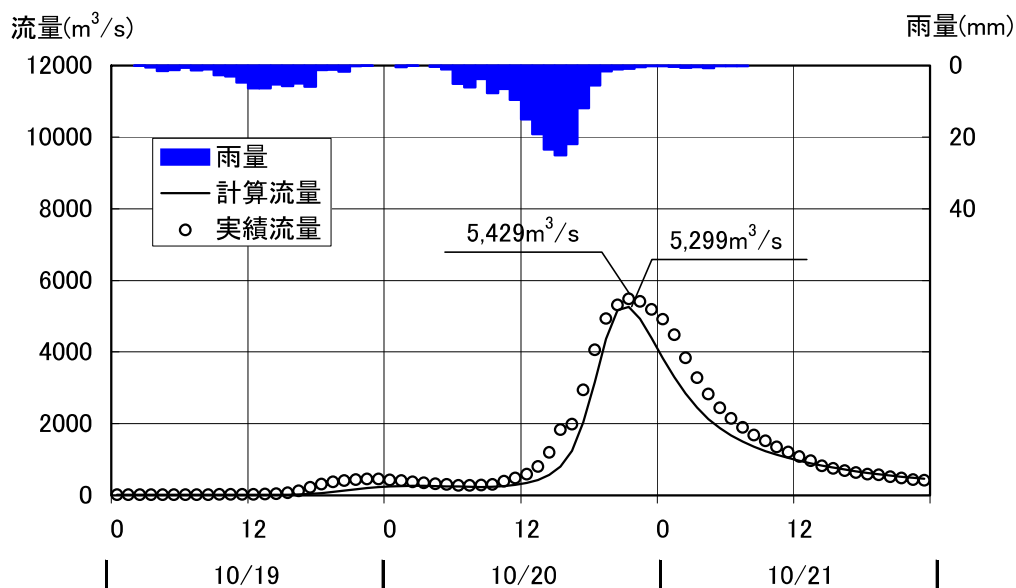


図 4-7 平成 16 年 10 月洪水再現計算結果（国包地点）

(3) 近年の洪水を加えた基本高水の検証

既定計画策定後の洪水を加え、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し、同定された流出計算モデルにより流出量を算定した。

表 4-3 ピーク流量一覧表（国包地点）

降雨パターン	実績降雨量 (mm/2日)	引伸し率	計算ピーク流量 (m³/s)	備考
S34.08.12	150.3	1.803	4,151	既定計画 期間
S37.06.09	165.0	1.643	※ 8,922	
S40.05.26	144.0	1.882	5,808	
S40.09.14	208.4	1.301	5,488	
S40.09.17	205.0	1.322	3,530	
S41.09.17	156.2	1.735	4,557	
S45.06.15	218.6	1.240	3,183	
S49.09.09	156.0	1.737	8,078	
S51.09.13	191.4	1.416	4,036	
S58.09.28	225.1	1.204	6,704	既定計画 策定後
H02.09.20	153.5	1.766	8,150	
H16.10.20	216.7	1.251	8,356	
H18.07.19	169.7	1.597	6,178	

(4) 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、国包地点における 1/150 確率規模の流量は、6,900 m^3/s ～9,200 m^3/s と推定される。

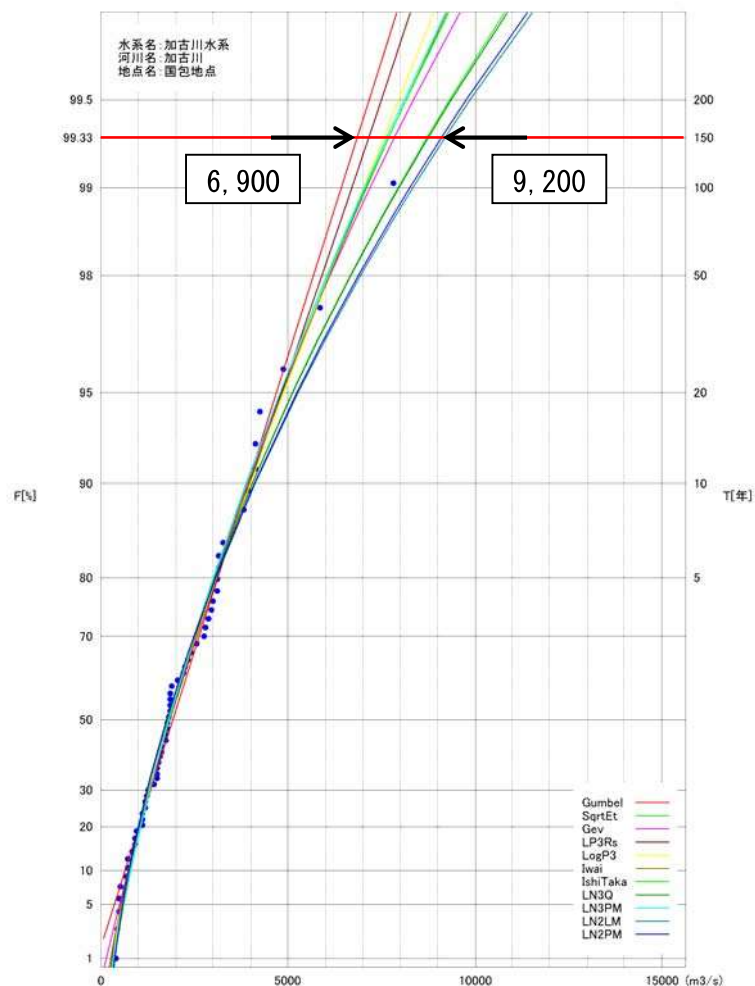


図 4-8 国包地点流量確率計算結果 (S20～H18 : n=61 年間)

表 4-4 1/150 確率流量 (国包地点)

確率分布モデル	確率流量(m^3/s)
グンベル分布(Gumbel)	6,900
平方根指数型最大値分布(SqrtEt)	8,700
一般化極値分布(Gev)	7,900
対数ピアソンⅢ型分布(LP3Rs)	7,200
対数ピアソンⅢ型分布(LogP3)	7,600
岩井法(Iwai)	7,700
石原・高瀬法(Ishitaka)	7,700
対数正規分布3母数クオントイル法(LN3Q)	8,800
対数正規分布3母数積率法(LN3PM)	7,700
対数正規分布L積率法(LN2LM)	9,200
対数正規分布2母数積率法(LN2PM)	9,100

(5) 既往洪水からの検証

文献等（被害、雨量の記録）より、加古川の既往最大洪水として、昭和 20 年 10 月洪水（阿久根台風）を選定した。

①類似台風からの推定

昭和 20 年 10 月洪水について、文献（兵庫県災害誌、市町村史等）、聞き取り調査で被害状況を収集し、被害実績を確認した。また、天気図や雨量の記録より、台風経路・降雨波形パターンが類似している洪水の時間降雨波形より流量ハイドロを推定した。推定した流量ハイドロを使用して氾濫シミュレーションを行った結果、計算値は実績の浸水深及び河道の実績水位を概ね再現できていることを確認した。

②実績水位からの推定

S20. 10 洪水の国包地点実績水位は 7.0m であり、H-Q 式を適用した結果、河道内流量は $6,800\text{m}^3/\text{s}$ 程度となる。

また、氾濫解析により少なくとも $1,000\text{m}^3/\text{s}$ の氾濫があったと推定されるため、氾濫戻し流量が少なくとも $7,800\text{m}^3/\text{s}$ 以上であると推定。

この結果、昭和 20 年 10 月洪水は、国包地点のピーク流量が $7,800\text{m}^3/\text{s} \sim 9,050\text{m}^3/\text{s}$ であり、既定計画の基本高水のピーク流量 $9,000\text{m}^3/\text{s}$ に相当すると推定される。



図 4-9 昭和 20 年 10 月洪水 氾濫区域再現状況

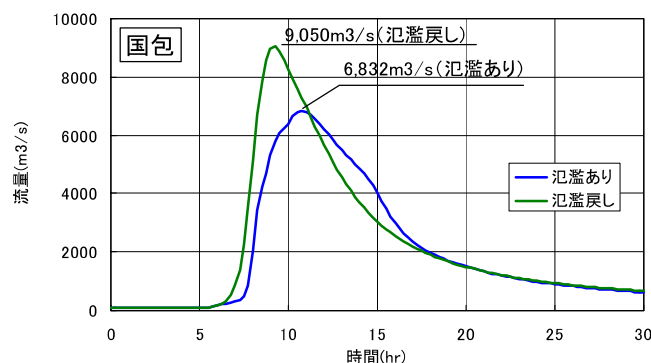


図 4-10 昭和 20 年 10 月洪水 推定ハイドログラフ（国包地点）

(6) 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国包地点 $9,000\text{m}^3/\text{s}$ は妥当であると判断される。

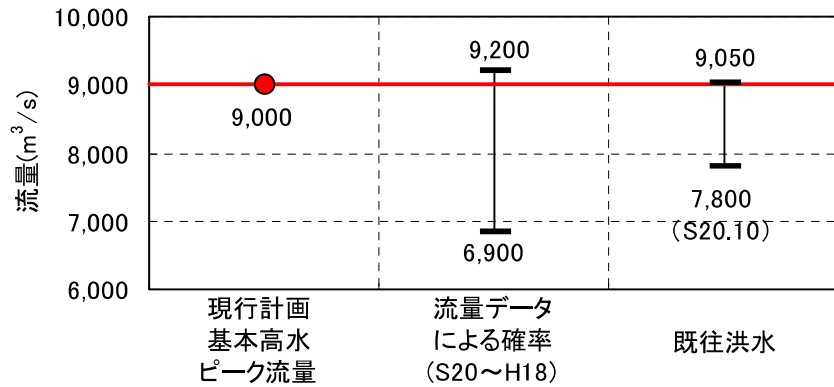


図 4-11 各手法による基本高水のピーク流量算定結果

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。

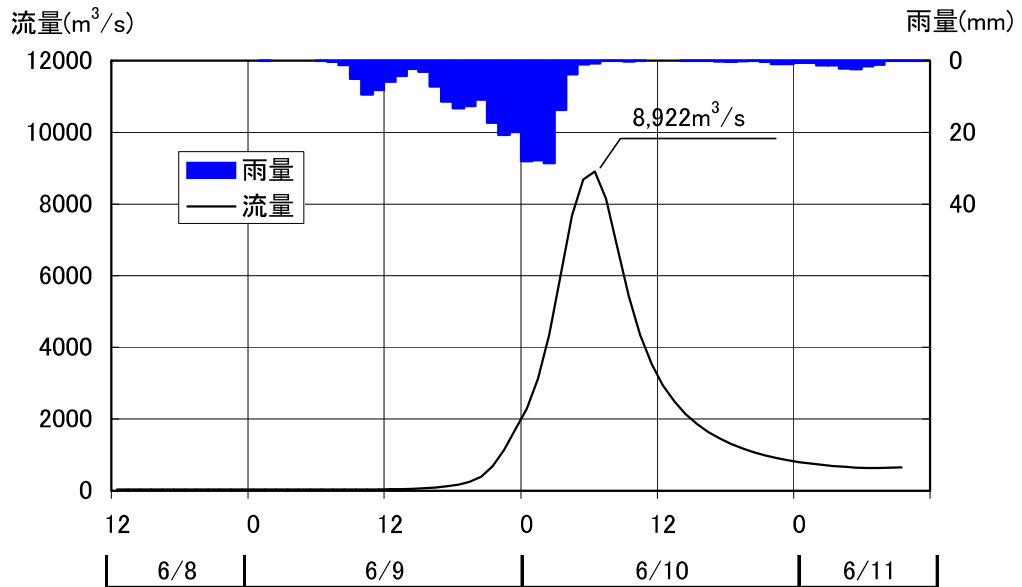


図 4-8 昭和 37 年 6 月型ハイドログラフ (国包地点)

5. 高水処理計画

加古川の既定計画の高水処理は、国包地点における基本高水のピーク流量 $9,000\text{m}^3/\text{s}$ に対し、洪水調節施設により $1,600\text{m}^3/\text{s}$ を調節し、 $7,400\text{m}^3/\text{s}$ を河道で処理する計画としている。

加古川の河川改修は、既定計画の国包 $7,400\text{m}^3/\text{s}$ を目標に実施され、人家が密集する美嚢川合流点下流では堤防が概ね整備されており、既に橋梁、樋門、加古川大堰等多くの構造物も完成している。さらに、加古川市、高砂市では、河川沿川での高度な土地利用が行われている。

このため、堤防の広範囲な引堤や嵩上げによる河川改修は社会的影響が大きい。一方、大幅な河道掘削による河川環境の改変や改修に伴う経済性、将来河道の安定性、維持等を考慮すると、現実的に河道で処理可能な流量は基準地点国包において $7,400\text{m}^3/\text{s}$ である。

高水処理計画上の洪水処理施設としては、新たな流域内洪水調節施設により $1,600\text{m}^3/\text{s}$ は調節可能である。

これらを踏まえ、基準地点国包の計画高水流量を $7,400\text{m}^3/\text{s}$ とし、 $1,600\text{m}^3/\text{s}$ の高水処理計画については、流域内の洪水調節施設にて対応することとする。

6. 計画高水流量

計画高水流量は、板波において $3,800\text{m}^3/\text{s}$ とし、東条川、万願寺川、美嚢川の合流量を合わせ、国包において $7,400\text{m}^3/\text{s}$ とし、河口まで同流量とする。

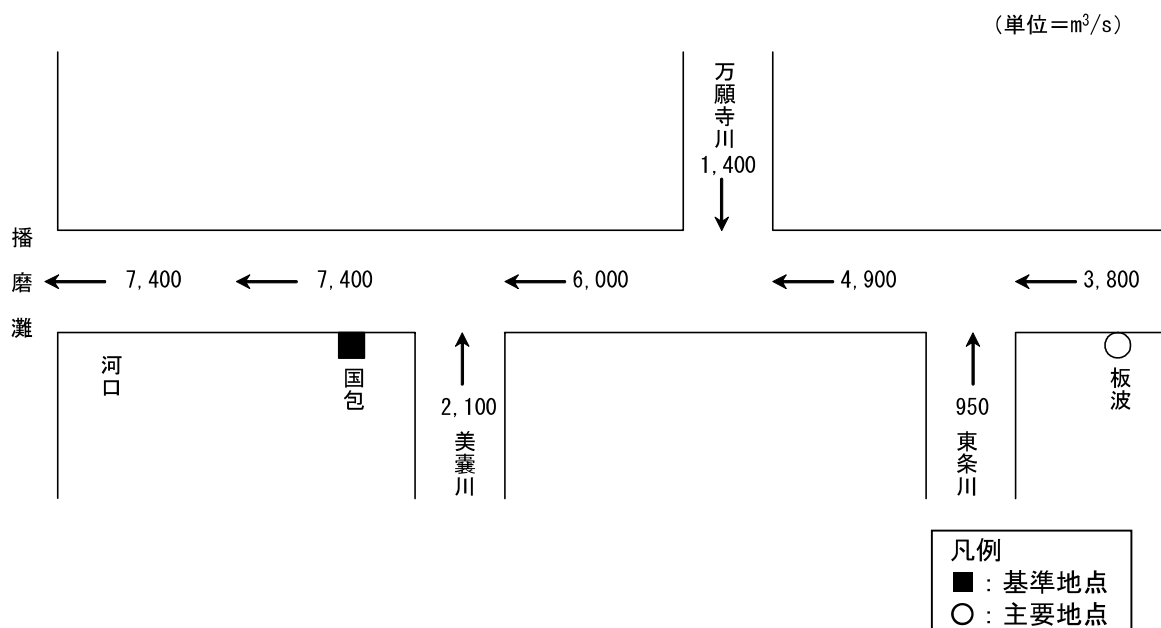


図 6-1 加古川計画高水流量図

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 8 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)～(2)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)
加古川	板 波	37.6	52.08	160
	国 包	14.2	18.26	320
	河 口 (藍屋)	1.5	※ ² 3.00	470
東 条 川	古川第二	1.9	36.87	100
万願寺川	万 願 寺	1.5	29.34	100

注 T. P. 東京湾平均海面

※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

加古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	36.3 (47.1%)
暫定堤防	27.0 (35.0%)
未施工区間	13.8 (17.9%)
計	77.1

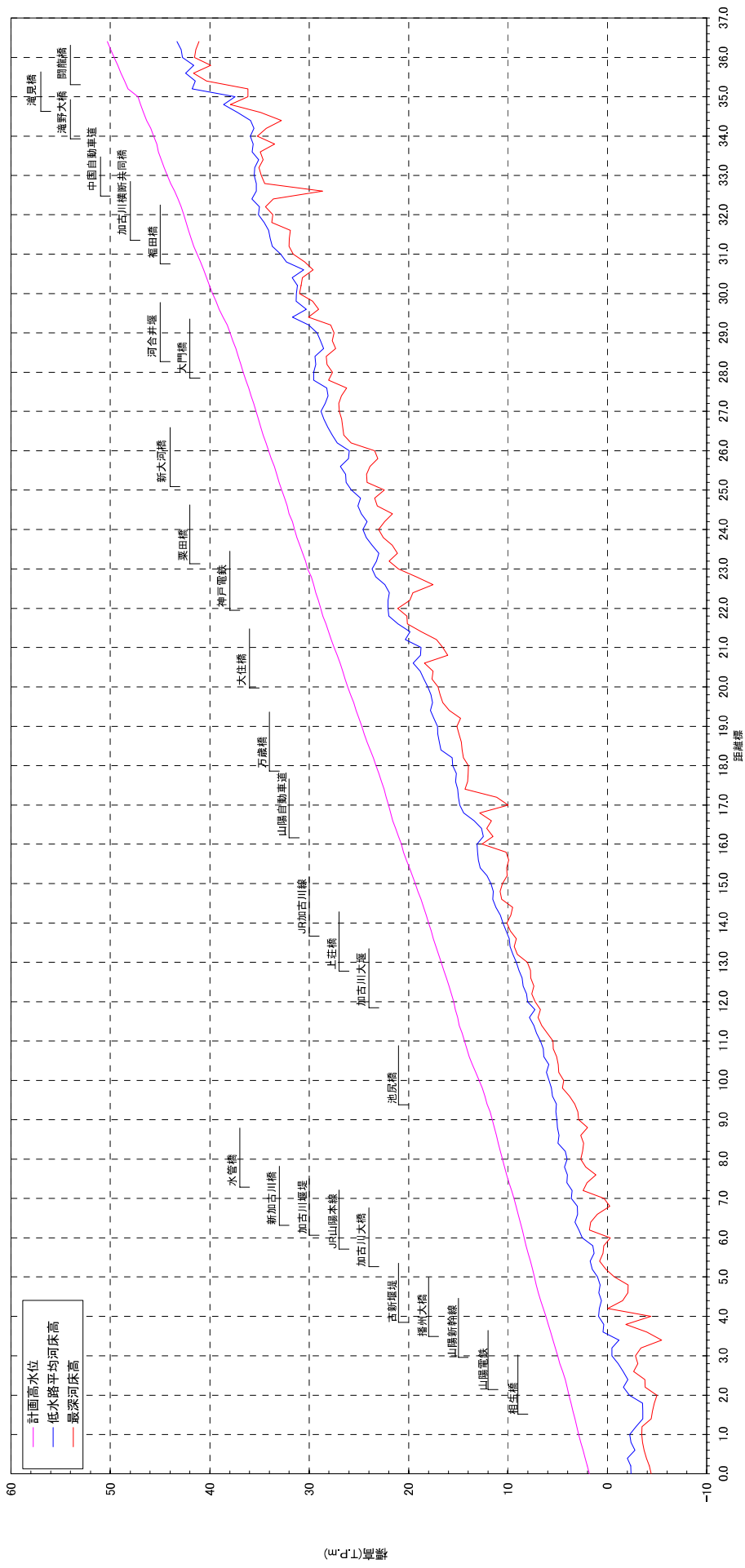
※延長は、直轄管理区間の左右岸の計である。

(2) 洪水調節施設

完成施設 : なし
事業中施設 : なし
残りの必要容量: 概ね 82,000 千 m³

(3) 排水機場等

河川管理施設 : 曇川排水機場 21m³/s

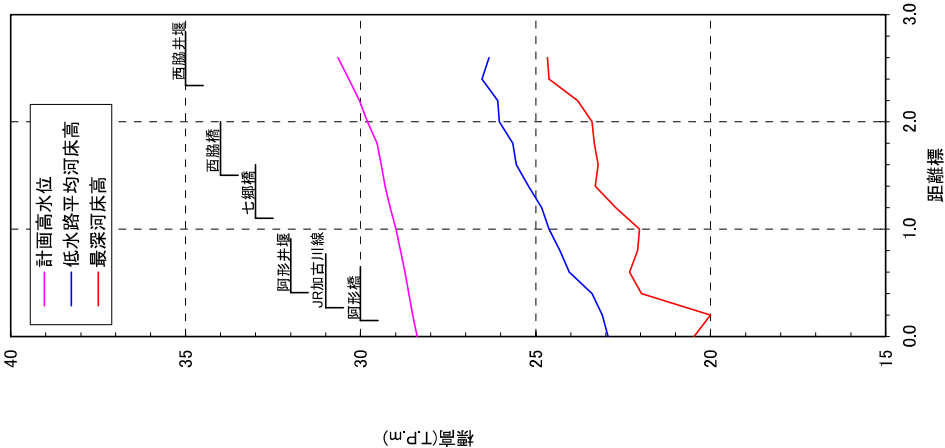


加古川

計画高水位(T.P.M.)	1.81	3.86	6.18	8.36	10.55	12.88	15.47	17.99	20.74	23.27	26.12	28.84	31.46	34.06	39.72	42.61	45.65	49.62	
距離標	0k0	2k0	4k0	6k0	8k0	10k0	12k0	14k0	16k0	18k0	20k0	22k0	24k0	26k0	28k0	30k0	32k0	34k0	36k0

図7-1(1) 加古川河道区分縦断面図

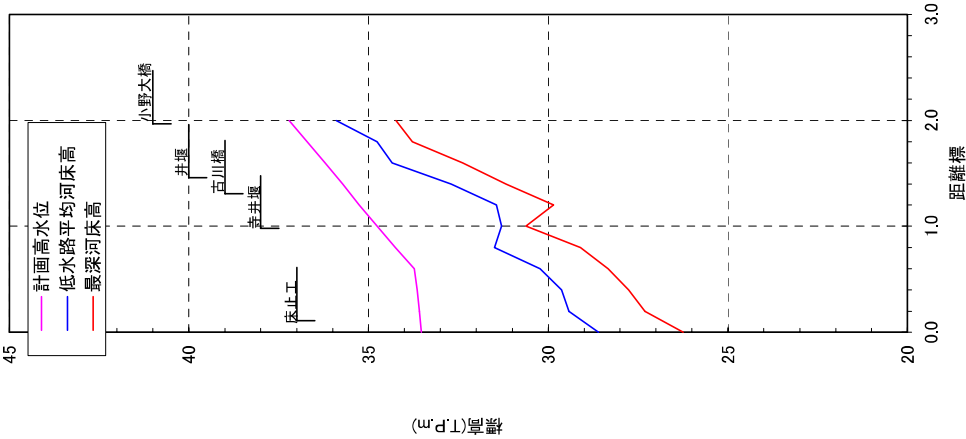
万願寺川 河道区分縦断面図



万願寺川

計画高水位(T.P.m)	28.38	29.80
距離標	0k0	2k0

東条川 河道区分縦断面図



東条川

計画高水位(T.P.m)	33.52	37.21
距離標	0k0	2k0

図7-1(2) 加古川河道区分縦断面図(万願寺川, 東条川)

