

## 1. 流域の概要

赤川は、その源を山形・新潟県境の朝日山系以東岳（標高 1,771m）に発し、大鳥池を経て溪谷を流れ、鶴岡市落合において右支川梵字川を合わせて広大な庄内平野を北上し、左支川内川が合流した後、河口近くで大山川を合わせ、酒田市南部の庄内砂丘を切り開いた赤川放水路を通じて日本海に注ぐ、幹川流路延長 70.4km、流域面積 856.7km<sup>2</sup>の一級河川である。

赤川流域は、山形県の鶴岡市など 2 市 1 町からなり、流域の土地利用は山林等が約 78%、水田や畑地等の農地が約 19%、宅地等の市街地が約 3%となっており、特に水田は米どころ「庄内」の産業基盤を担い、山形県の約 17%を占めている。

流域内の拠点都市である鶴岡市では、北部から東南部にかけて縦断する山形自動車道と国道 112 号、東西方向には JR 羽越本線や国道 7 号が整備されており、交通の要衝となっている。流域の源流部は磐梯朝日国立公園に指定され、山岳信仰で知られる霊峰月山を含めた出羽三山（月山、湯殿山、羽黒山）を擁し、豊かな自然環境に恵まれている。赤川と梵字川の合流点付近から庄内平野となり、赤川の水は庄内平野南部を潤し、米や果樹等の農業用水として利用され、高水敷には、鶴岡市櫛引総合運動公園があり、重要無形民俗文化財「黒川能」の舞台となるなど、流域における社会・経済・文化の基盤をなしている。

このような状況から、本水系の治水・利水・環境についての意義は、極めて大きい。

赤川流域の地形は、東端に月山（1,980m）、湯殿山（1,540m）、南端付近に朝日連峰に連なる以東岳があり、その北部に茶畑山（1,377m）、葛城山（1,121m）、高安山（1,244m）と上流の山間部は標高 1,000~2,000m と比較的高く険しい地形の山々が連なっている。流域西境界部は標高 1,000m 以下の摩耶山地が南北方向に連なっており、雪崩浸食等により標高の割に急峻な山容を呈している。

河床勾配は、梵字川合流点を境に上流部と中流部に分かれ、上流部は約 1/15~1/140、中流部は約 1/190~1/1,000 と急勾配で、内川合流後の下流部は約 1/1,100~1/2,500 と緩勾配である。本川は急峻な上流部を抜けると扇状地形となり、庄内平野南部を貫流している。

流域の地質は、上流部は第三紀層に属する砂岩、礫岩、凝灰岩、頁岩層から構成されるとともに、月山等の火山噴出物が広く堆積した脆弱な地質である。これに加え、急峻な地形であるため、地すべりや崩壊が発生しやすい。中下流部の庄内平野は第四紀沖積世に属する砂礫、粘土、泥灰の互層から構成されている。

流域の気候は、日本海の影響を受けて多雨・多湿の海洋性気候で、冬期には季節風の影響が大きい。平均年間降水量は平野部で約 2,000mm、上流の山間部では 3,000mm 以上に達し、その多くは降雪によるもので、東北でも有数の多雨豪雪地帯である。降雨の要因としては、前線性のものが多く、流域内では標高が高い地域で降雨が大きくなる傾向がある。

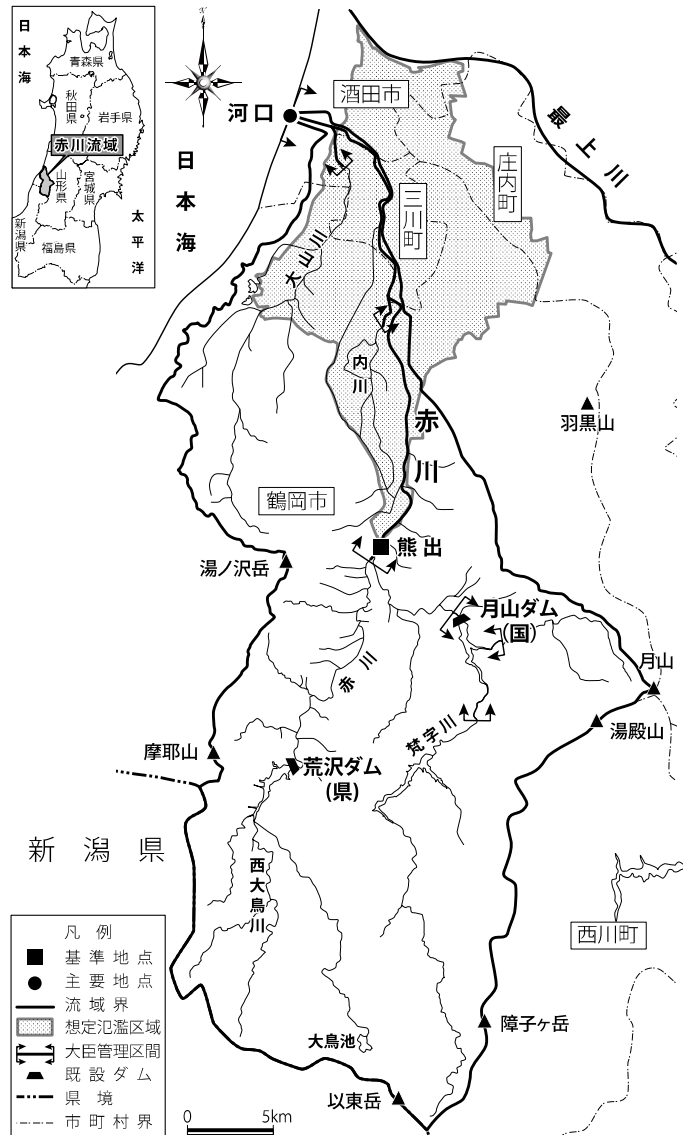


図 1-1 赤川水系図

表 1-1 赤川流域の概要

項目	諸元	備考
幹川流路延長	70.4 km	全国 74 位
流域面積	856.7 km <sup>2</sup>	全国 74 位
流域内市町村	2 市 1 町	鶴岡市、酒田市、三川町
流域内人口	約 11 万人	平成 12 年度 河川現況調査
支川数	42	平成 12 年度 河川現況調査

## 2. 治水事業の経緯

赤川での本格的な治水事業は、大正6年に直轄事業に着手し、かつて最上川<sup>もがみがわ</sup>の左支川であった赤川の羽黒橋<sup>はぐろばし</sup>地点から最上川合流点までの区間において、鶴岡における計画高水流量を $2,500\text{m}^3/\text{s}$ として、最上川本川とともに高水工事に着手した。その後、大正10年に計画を改定して、直接日本海に注ぐ放水路工事を整備し、昭和8年に通水した。

昭和15年7月、計画高水流量を大幅に上回る洪水が発生したため、昭和24年に、荒沢ダム<sup>あらかさわ</sup>による洪水調節を考慮し、基本高水流量 $3,000\text{m}^3/\text{s}$ 、計画高水流量 $2,500\text{m}^3/\text{s}$ とする計画に改定した。その後、ダムによる洪水調節量を見直し、昭和28年に鶴岡で計画高水流量 $2,000\text{m}^3/\text{s}$ とする計画に改定した。

昭和42年に赤川が1級水系に指定されるとともに、同年、既定計画を踏襲した工事実施基本計画が策定された。

しかしながら、昭和44年8月等の大出水が相次いで発生し、流域内の資産の増大や流域での開発等に伴い、治水の重要度がますます増加の傾向にあったことから、昭和51年に基準地点熊出において基本高水量 $5,300\text{m}^3/\text{s}$ とし、上流ダム群により $2,300\text{m}^3/\text{s}$ の洪水調節を行い、計画高水流量を $3,000\text{m}^3/\text{s}$ とする計画に改定した。

以降、この計画に基づき、昭和56年から月山ダムの建設に着手し、平成13年に完成させるとともに、放水路右岸の拡幅事業や河道の掘削等を実施している。

こうした治水事業を展開してきたものの、昭和62年8月、平成2年6月等の洪水では浸水被害が生じている。

砂防事業については、月山や朝日山系の荒廃地域を抱える赤川上流部において昭和29年から山形県で砂防えん堤を整備しており、一層の整備水準の向上を図るため、昭和62年からは梵字川合流点上流の本川と梵字川において国直轄砂防事業に着手し、砂防えん堤等を整備している。

### 3. 既往洪水の概要

赤川流域で洪水の原因となる降雨は前線性のものが多く、台風性の洪水災害は少ない。流域上流部に標高 1,000m~2,000m の急峻な山地を抱え、冬季は豪雪地帯となる。そのため、洪水災害は 4~5 月の融雪期と 7~8 月の大雨によるものが多い。

流域内では標高が高い地域で降雨が多くなる傾向が見られ、上流山間部では年間降水量が 3,000mm 以上となり、東北地方でも多雨豪雪地帯となっている。

表 3-1 既往の主要洪水

発生年月日	熊出地点		被害状況
	流量	総雨量	
大正 10 年 8 月洪水 (低気圧)	約 2,800m <sup>3</sup> /s (大宝寺地点)	総雨量 526mm (田麦俣)	死者：5 名 浸水家屋：5,122 戸
昭和 15 年 7 月洪水 (低気圧)	約 4,800m <sup>3</sup> /s	181mm	床上浸水：847 戸 床下浸水：419 戸
昭和 44 年 8 月洪水 (前線)	約 2,940m <sup>3</sup> /s	276mm	床上浸水：48 戸 床下浸水：278 戸
昭和 46 年 7 月洪水 (前線)	約 2,210m <sup>3</sup> /s	105mm	家屋全壊流出：5 戸 床上浸水：295 戸 床下浸水：1,327 戸
昭和 62 年 8 月洪水 (低気圧)	約 2,050m <sup>3</sup> /s	250mm	負傷者：3 名 家屋全・半壊：3 戸 床上浸水：52 戸 床下浸水：333 戸

※ 1 総雨量は熊出上流の流域平均総雨量 とし、基本方針検討で算定した雨量。

※ 2 熊出地点流量は氾濫戻し流量

## 4. 基本高水の検討

### 4.1 既定計画の概要

昭和51年に改定された赤川水系工事実施基本計画（以下、「既定計画」という）では、以下に示すとおり、基準地点熊出において基本高水のピーク流量を $5,300\text{m}^3/\text{s}$ と定めている。

#### ① 計画規模の設定

計画規模の設定は、流域の資産状況等を考慮し、基準地点熊出において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、実績降雨の集中度を考慮し、24時間を採用した。

昭和12年～昭和47年までの36年間を対象に年最大流域平均24時間雨量を確率処理し、1/100確率規模の計画降雨量を熊出地点で $323\text{mm}/24$ 時間と設定した。

熊出（昭和12年～昭和47年）

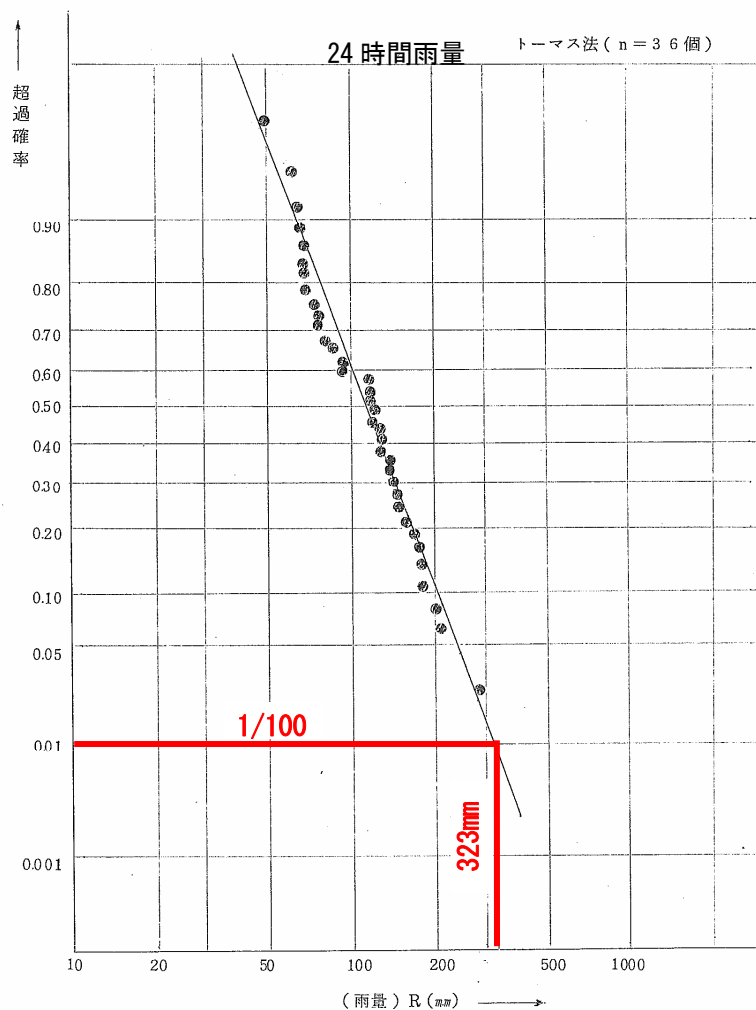


図 4-1 基準地点熊出地点における雨量確率評価

### ③ 流出計算モデルの設定

降雨をヒ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（ $k, p$ ）を同定した。

貯留関数法の基礎式は次のとおりである。

$$\frac{ds}{dt} = re - q$$

$$s = kq^p$$

$q$  : 単位流出高 ( $mm/hr$ ) ,  $re$  : 流域平均時間降雨量 ( $mm/hr$ )

$t$  : 時間 ( $hr$ ) ,  $s$  : 単位貯留高 ( $mm$ ) ,  $k, p$  : モデル定数

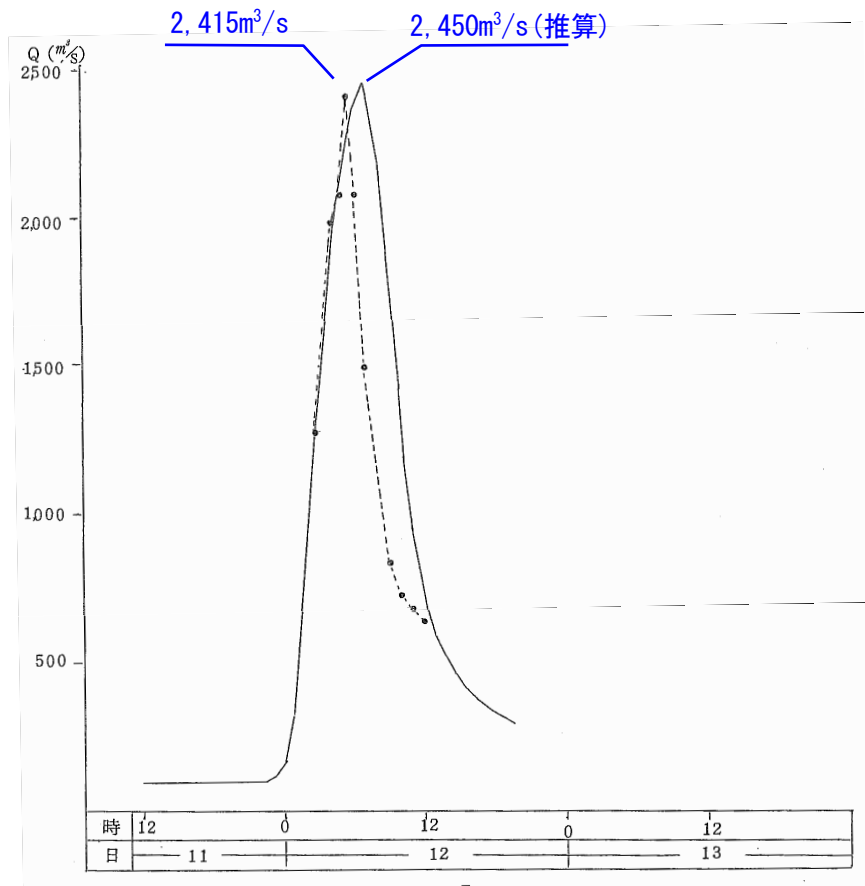
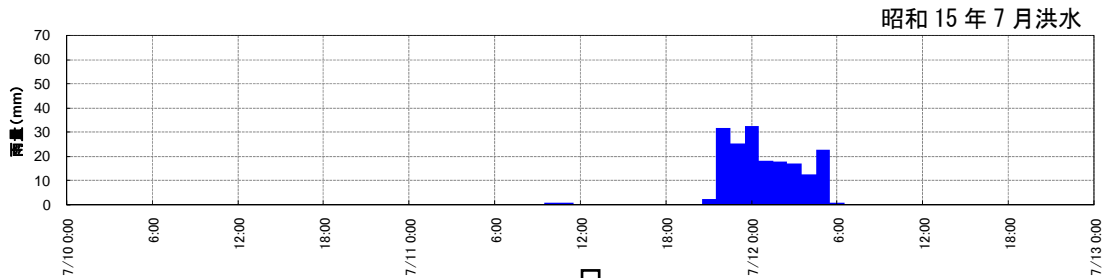


図 4-2 既往洪水の再現計算結果（昭和 15 年 7 月洪水：熊出地点）

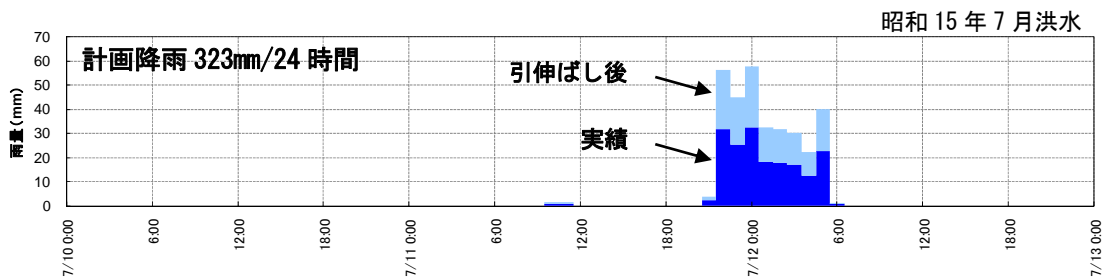
④ 主要洪水における計画降雨量への引伸ばしと流出計算

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出した。

○検討対象実績降雨群の選定



○実績降雨群の計画降雨群への引伸ばし



○ハイドログラフへの変換

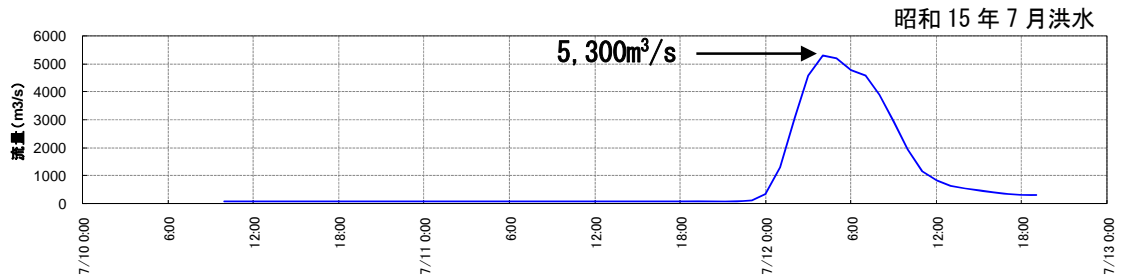


図 4-3 ハイドログラフの算定結果

表 4-1 計算ピーク流量一覧表 (熊出地点)

NO.	対象洪水名	実績降水量 (mm/24 時間)	引き伸ばし率	計算ピーク 流量 (m³/s)
1	昭和 15 年 7 月	182.3	1.772	約 5,300
2	昭和 21 年 6 月	216.4	1.493	約 2,900
3	昭和 28 年 8 月	169.7	1.903	約 5,200
4	昭和 30 年 6 月	210.7	1.533	約 3,500
5	昭和 44 年 8 月	179.3	1.801	約 3,700

### 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上記の流出計算結果から、基準地点熊出において計算ピーク流量が最大となる雨量パターンを採用し、熊出地点で1/100 確率規模で5,300m<sup>3</sup>/sと決定した。

表 4-2 基本高水設定一覧表

河川	地点	超過確率	計画降雨量 (mm/24 時間)	基本高水のピーク 流量 (m <sup>3</sup> /s)
赤川	熊出	1/100	323	5,300

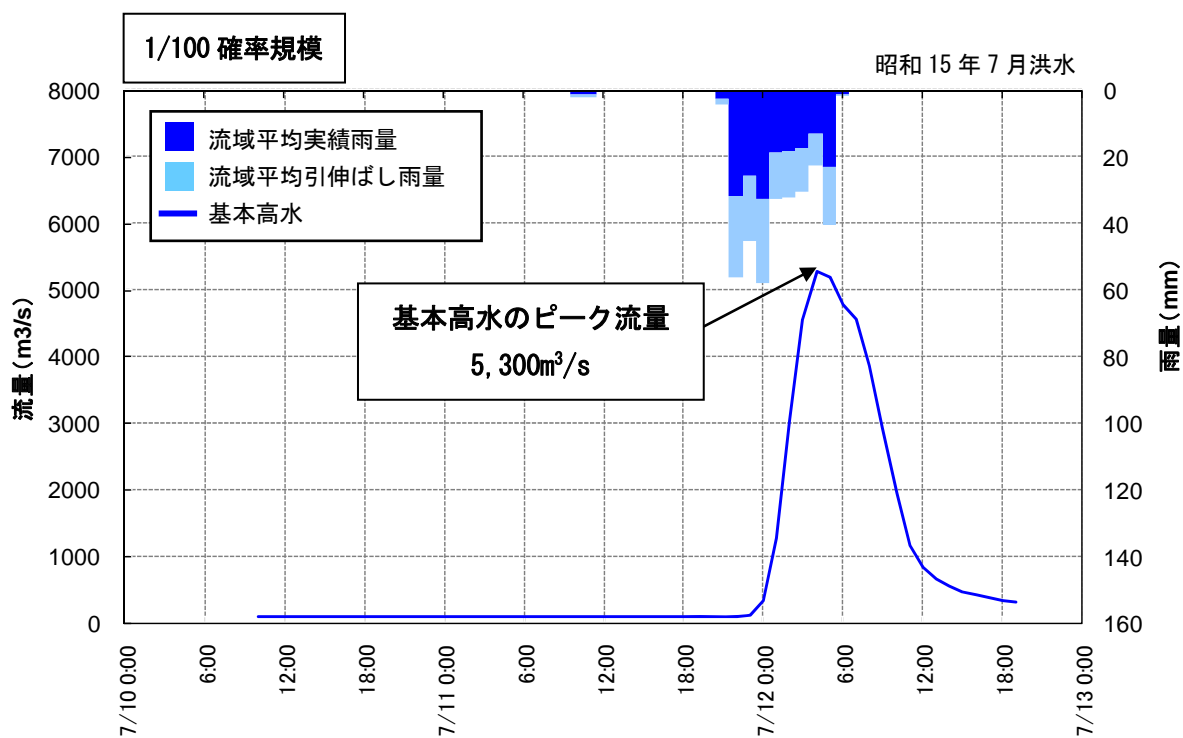


図 4-4 昭和 15 年 7 月型のハイドログラフ (熊出地点)



## 4.2 工事実施基本計画策定後の状況

既定計画を改定した昭和51年以降、計画を変更するような大きな降雨、洪水は発生していない。

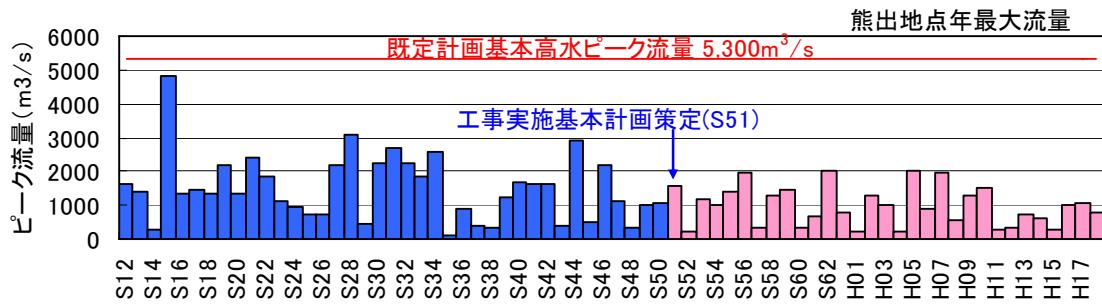


図 4-5 年最大流量 (熊出地点)

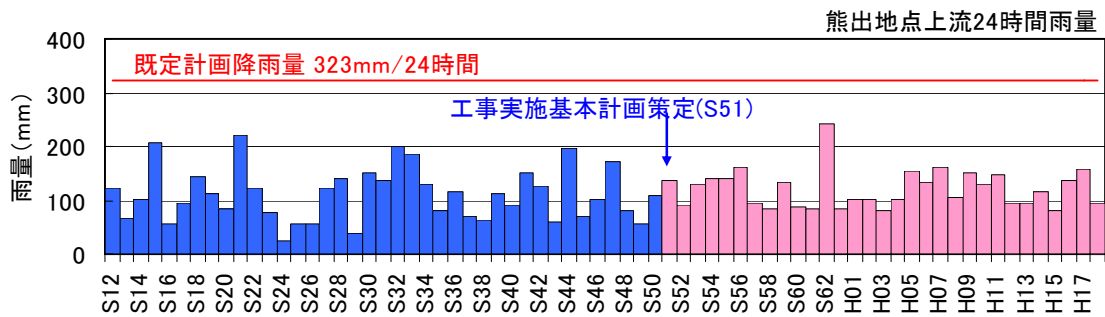


図 4-6 年最大 24 時間雨量 (熊出地点上流域平均)

### 4.3 基本高水のピーク流量の検討

既定計画策定以降、計画を変更するような大きな洪水は発生していないが、既定計画策定後の水理、水文データの蓄積を踏まえ、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討した。

#### (1) 流量データによる確率からの検討

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（統計期間：昭和12年～平成18年の70年間、実績流量・氾濫戻し流量）の結果、1/100 確率規模の流量は熊出地点において  $3,840\text{m}^3/\text{s}$ ～ $5,320\text{m}^3/\text{s}$  と推定される。

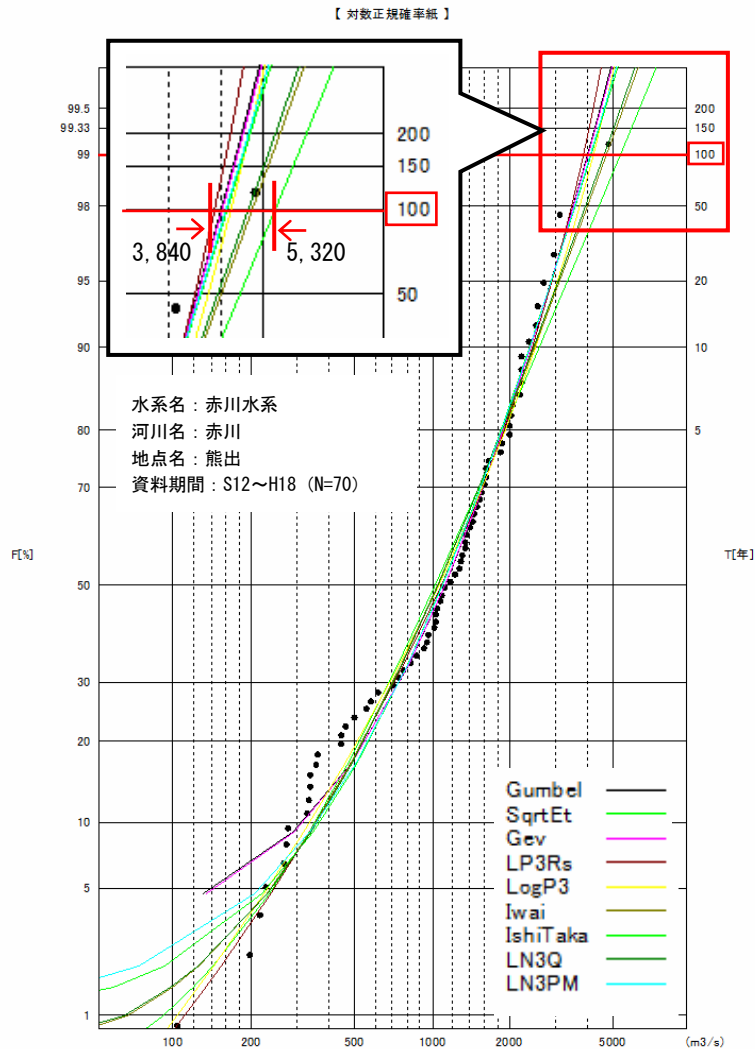


図 4-7 基準地点熊出における流量確率図 (S12～H18 : 70 年間)

## (2) 時間雨量データによる確率からの流量の検討

### ① 計画降雨継続時間の設定

洪水到達時間や洪水のピーク流量と短時間雨量との相関関係、短時間での降雨の集中状況等から降雨継続時間を 12 時間と設定した。

### ② 計画降雨量の検討

計画規模 1/100 の確率降雨量は昭和 12 年～平成 18 年（70 年間）の年最大 12 時間雨量を確率処理し、現在一般的に用いられている確率降雨モデルの適合度である SLSC が 0.04 以下となる手法の平均値をもとに基準地点熊出上流で 165mm/12 時間とした。

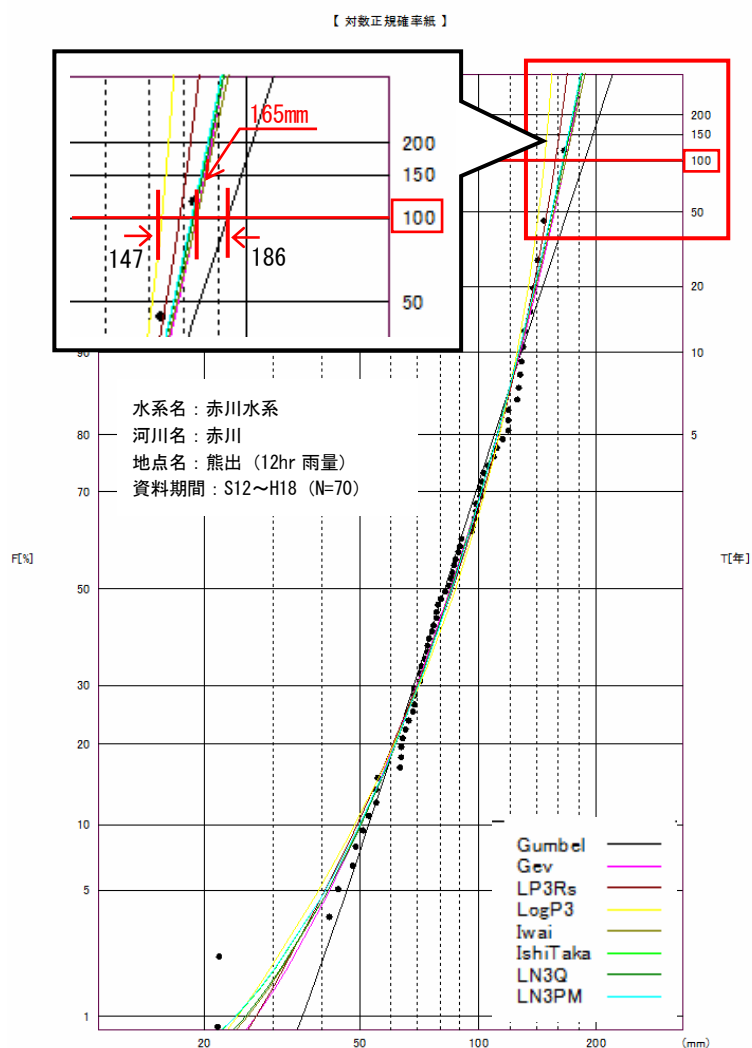


図 4-8 基準地点熊出における雨量確率図（S12～H18：70 年間）

表 4-3 熊出地点上流 12 時間雨量確率計算結果

	熊出	備考
1/100	165mm/12 時間	確率手法 SLSC 0.04 以下平均値

### ③ 流出計算モデルの設定

降雨をヒ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（ $k, p$ ）を同定した。

貯留関数法の基礎式は次のとおりである。

$$\frac{ds}{dt} = re - q$$

$$s = kq^p$$

$q$  : 単位流出高 (mm/hr) ,  $re$  : 流域平均時間降雨量 (mm/hr)

$t$  : 時間 (hr) ,  $s$  : 単位貯留高 (mm) ,  $k, p$  : モデル定数

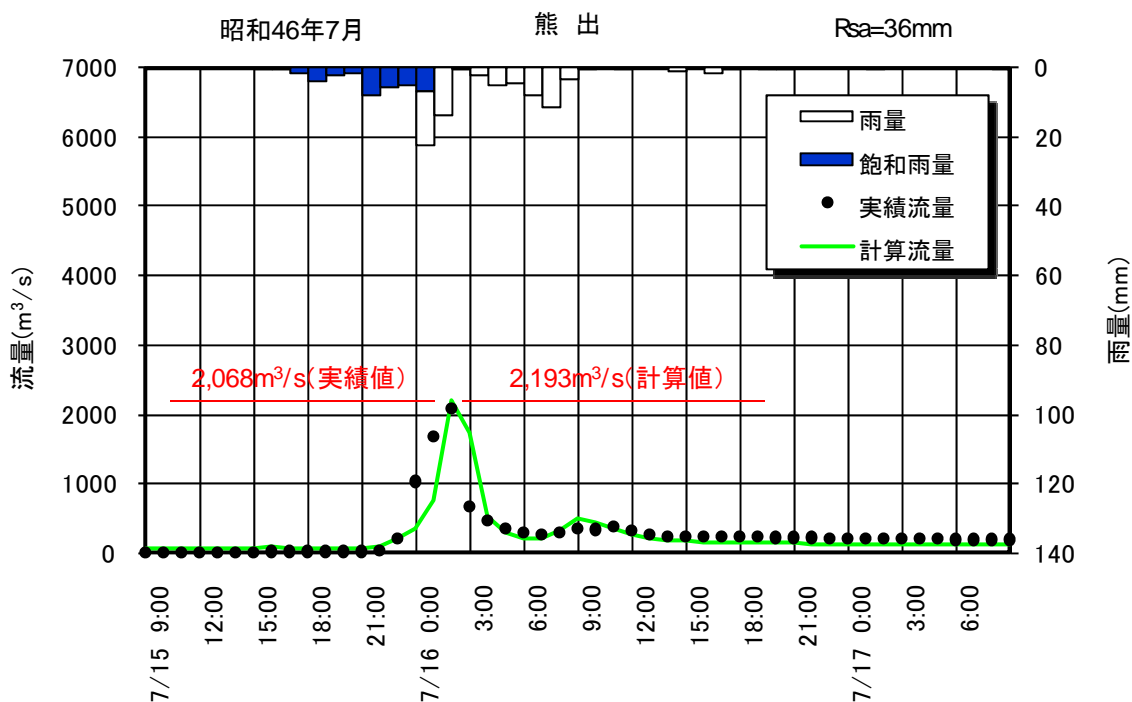


図 4-9 昭和 46 年 7 月洪水再現計算結果（熊出地点）

### ④主要洪水における 1/100 規模の降雨量への引伸ばしと流出計算

過去の主要洪水における降雨波形を 1/100 確率規模の降雨量まで引き伸ばし、同定された流出計算モデルにより流出量を算定した。

表 4-4 ピーク流量一覧表

対象洪水	計画降雨量 (165mm/12 時間)
	熊出地点ピーク流量 (m <sup>3</sup> /s)
昭和 15 年 7 月洪水	5,230
昭和 19 年 7 月洪水	4,090
昭和 31 年 8 月洪水	4,100
昭和 46 年 7 月洪水	5,250

### (3) 既往洪水からの検討

雨量資料が存在する期間の主要洪水として、昭和15年7月洪水がある。この洪水が、前期降雨があり流域からの降雨量がそのまま流出しやすい昭和44年8月洪水の湿潤状態において発生したとすれば、熊出地点で $5,320\text{m}^3/\text{s}$ 程度と推定され、熊出地点の基本高水ピーク流量 $5,300\text{m}^3/\text{s}$ を上回る。

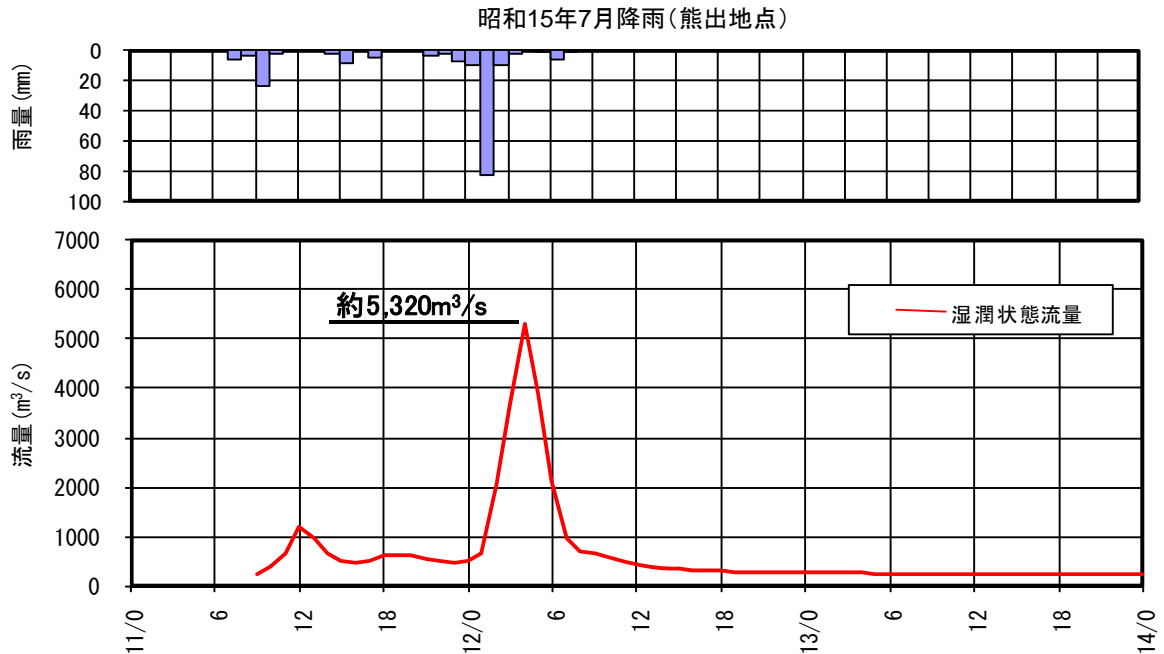


図 4-10 湿潤状態での計算流量 (昭和15年7月型洪水)

### (4) 1/100 モデル降雨波形による検討

実績降雨群の波形を全ての降雨継続時間において、1/100 確率雨量となるモデル降雨を設定し、熊出地点での流量検討を行った。その結果、1/100 確率規模の流量は熊出地点において $2,110\sim 6,920\text{m}^3/\text{s}$ と推定される。

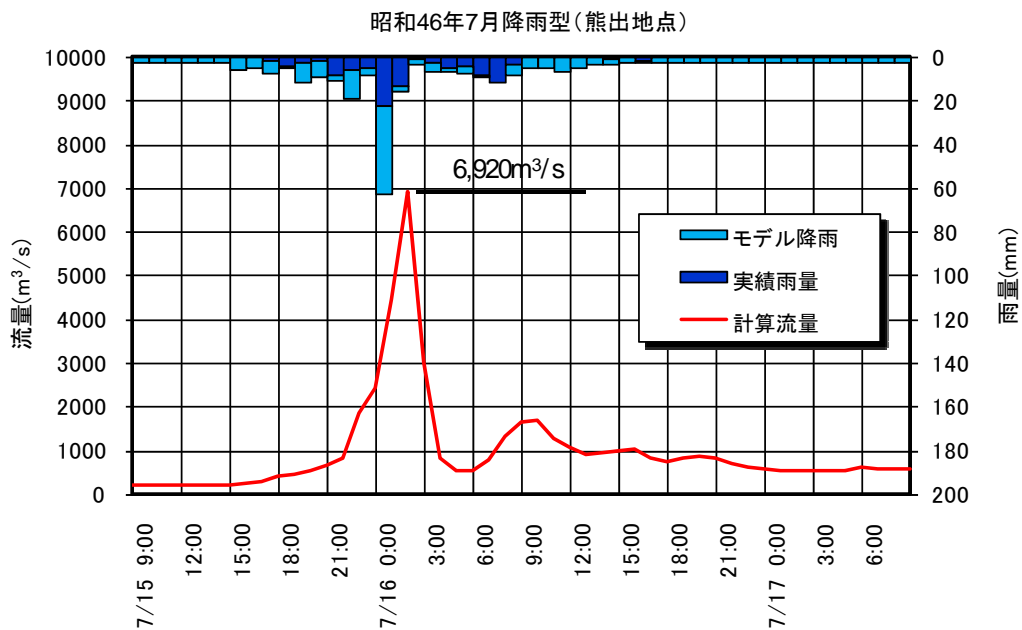


図 4-11 1/100 モデル降雨による検証ハイドログラフ (昭和46年7月型洪水)

### (5) 基本高水ピーク流量の決定

各手法による検討の結果について総合的に判断し、基準地点熊出における基本高水のピーク流量を  $5,300\text{m}^3/\text{s}$  と決定する。

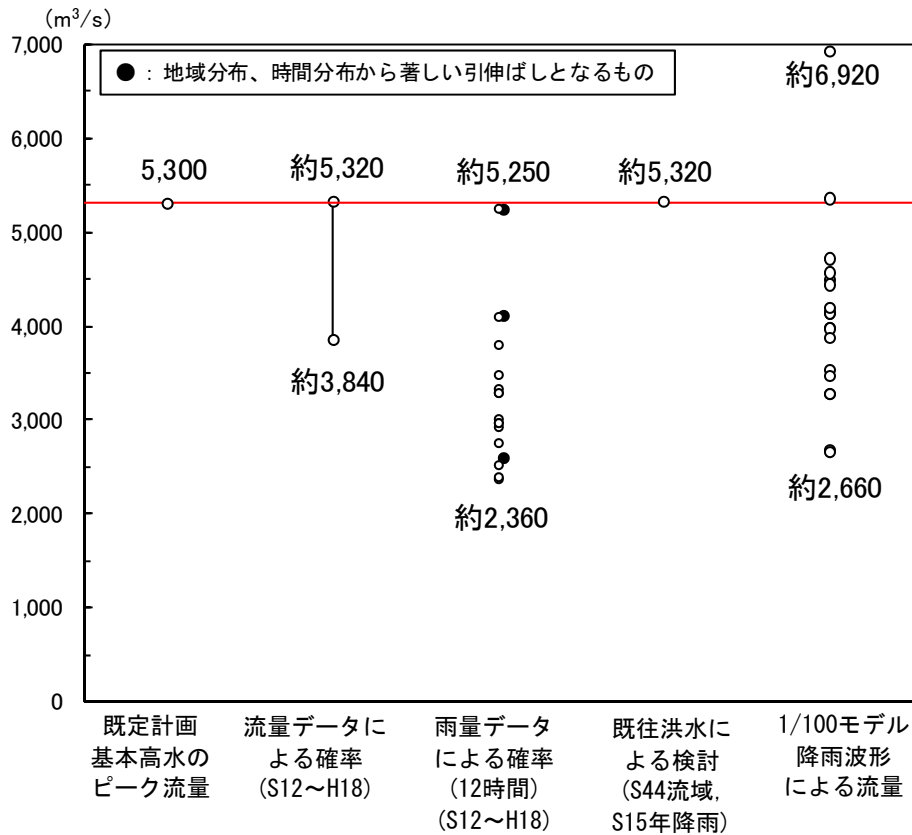


図 4-12 各手法における基本高水のピーク流量算定結果

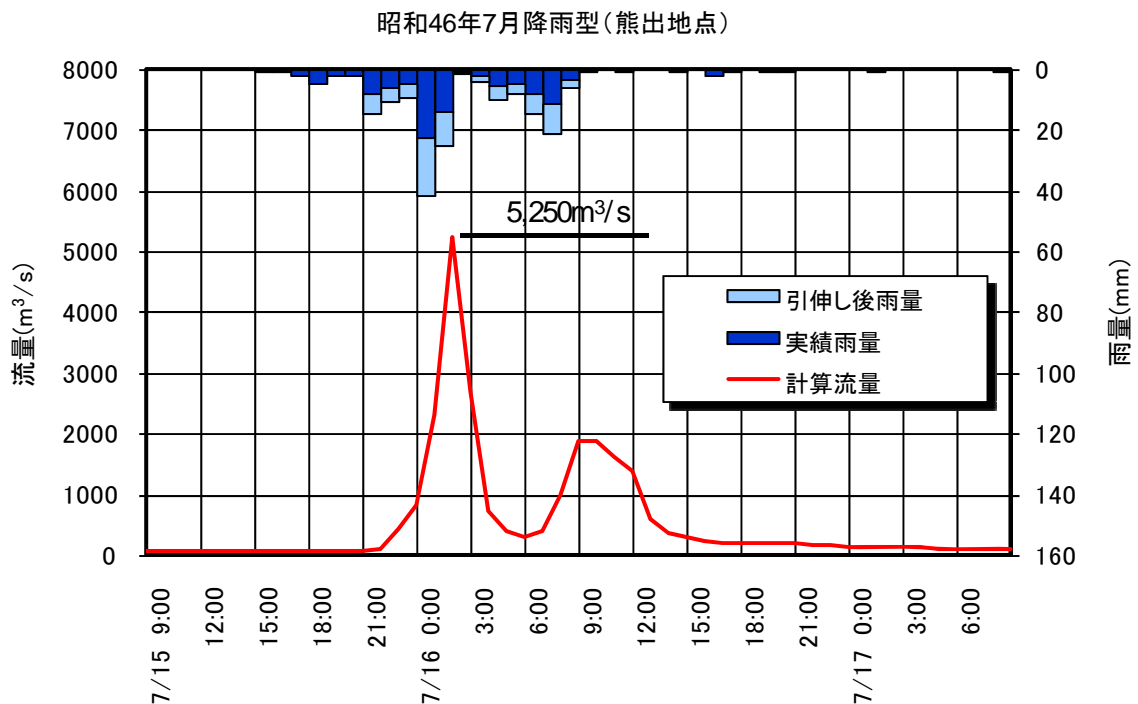


図 4-13 基本高水のハイδροグラフ (熊出地点、昭和 46 年 7 月型)

## 5. 高水処理計画

赤川の河川改修は、既定計画の計画高水流量  $3,000\text{m}^3/\text{s}$ （基準地点熊出）を目標に実施され、築堤が必要な延長  $61.4\text{km}$  に対して完成堤防は  $91\%$  であり、既に橋梁、樋管、床止等の多くの構造物が完成している。さらに昭和 31 年に荒沢ダム、平成 13 年に月山ダムが完成している。

このため、既存ストックを最大限活用し、堤防防護に必要な高水敷幅の確保・河道の安定や環境等に配慮し、社会的な影響を最小限とする河道を考慮すると、熊出地点の河道により処理可能な流量は  $3,200\text{m}^3/\text{s}$  ある。

これらを踏まえ、基準地点熊出の基本高水のピーク流量  $5,300\text{m}^3/\text{s}$  に対して、流域内洪水調節施設により  $2,100\text{m}^3/\text{s}$  を調節し、河道への配分流量を  $3,200\text{m}^3/\text{s}$  とする。

## 6. 計画高水流量

計画高水流量は、基準地点熊出において  $3,200\text{m}^3/\text{s}$  とし、大山川の合流量を合わせ、河口地点において  $3,300\text{m}^3/\text{s}$  とする。

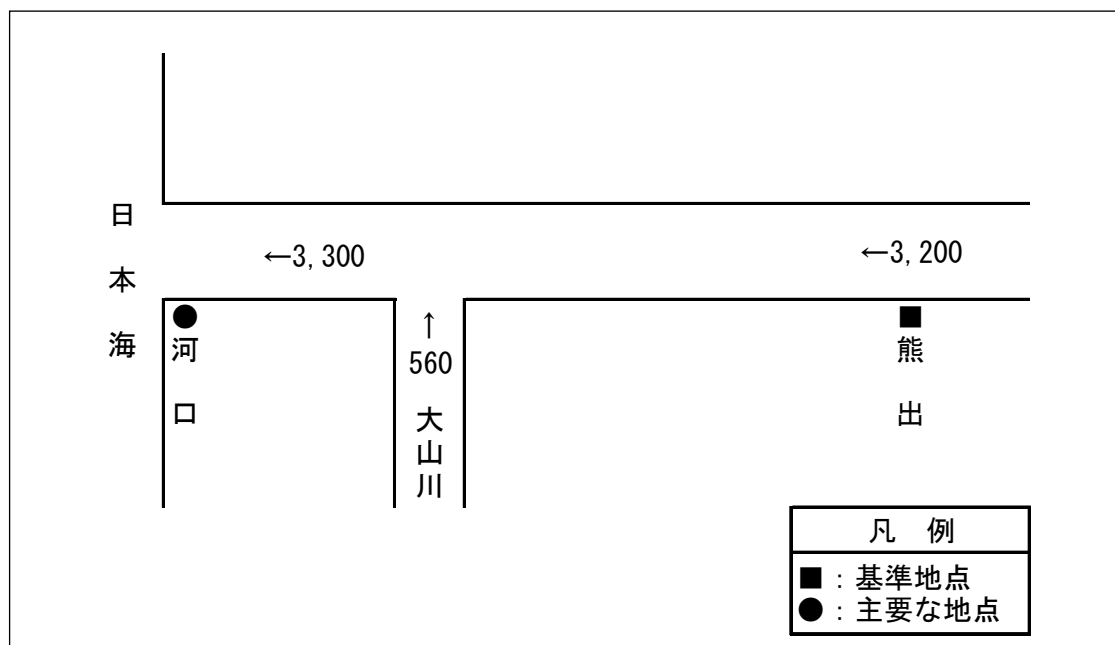


図 6-1 赤川計画高水流量図

## 7. 河道計画

河道計画は、以下の理由により現況の河道法線・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。

- ① 直轄管理区間の堤防の約 99%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、扇状地形や沿川の土地利用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や堤防法線に基づいて、多数の構造物が完成していること。
- ④ 大規模な引堤は、高速道路や鉄道の橋梁等、国道の改築並びに構造物の改築等が必要となり、社会的影響が大きいこと。

赤川における計画縦断図を図 8-1 に示すとともに、主要な地点における計画高水位及び計画横断形に係る概ねの川幅を表 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	※河口又は合流点からの距離(km)	計画高水位 T.P. (m)	川幅 (m)
赤川	熊出	29.5	69.27	160
	河口	0.0	3.81	170

注) T.P. : 東京湾中等潮位

※) 基点からの距離



## 8. 河川管理施設等の整備の現状

赤川における河川管理施設などの整備の現状は以下のとおりである。

### (1) 堤防

堤防の整備の現況（平成20年3月末時点）は下記のとおりである。

表 8-1 堤防の整備状況

	延長 (km)
完成堤防	55.6 (91%)
暫定堤防	5.2 (8%)
未施工区間	0.6 (1%)
堤防不必要区間	13.0
計	74.4

※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

完成施設：月山ダム（治水容量：38,000千m<sup>3</sup>）

荒沢ダム（治水容量：17,570千m<sup>3</sup>）

### (3) 排水機場等

河川管理施設：3.5m<sup>3</sup>/s（成田排水機場）

※直轄河川管理施設のみ記載

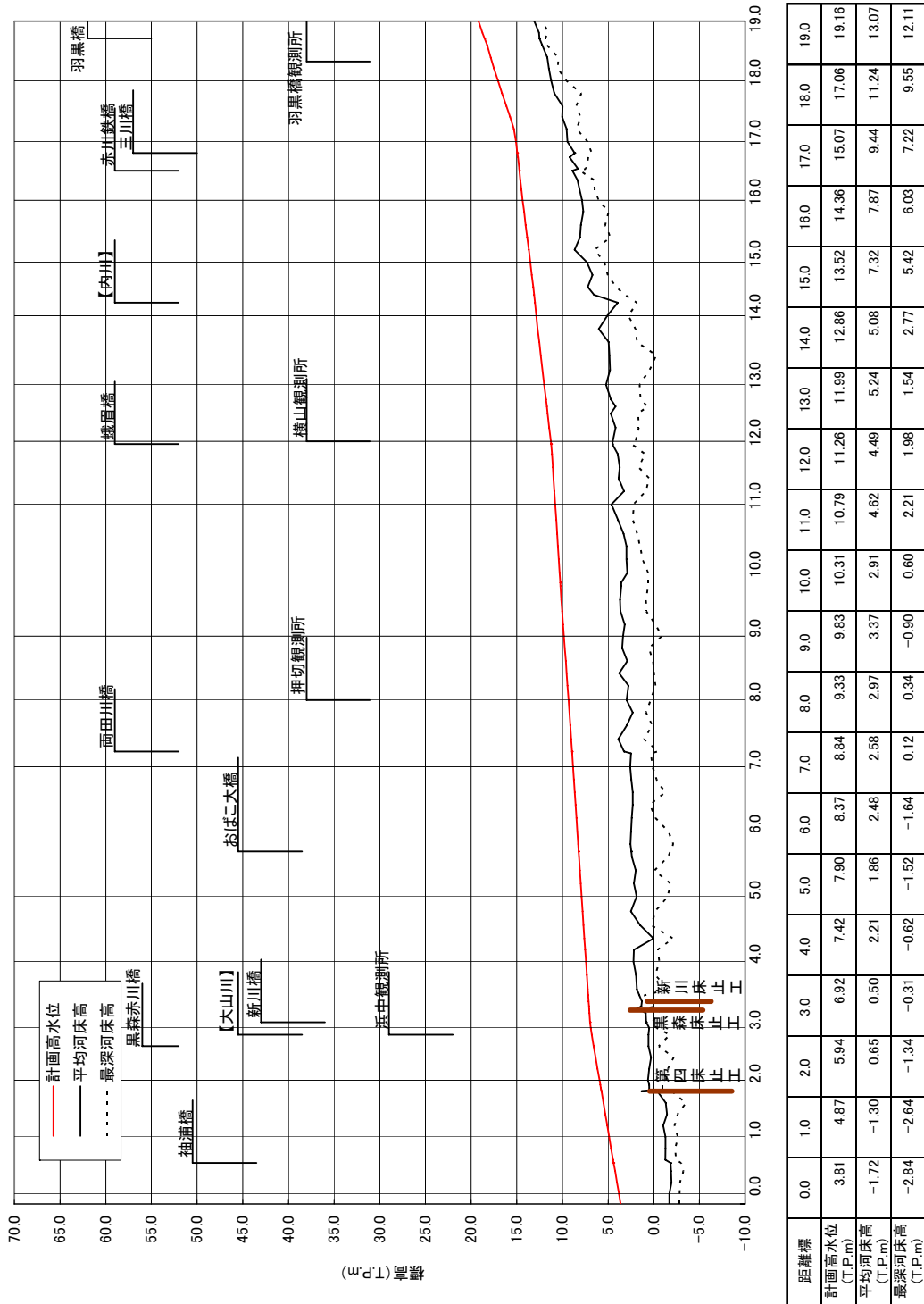


図 8-1(1) 赤川計画縦断面図

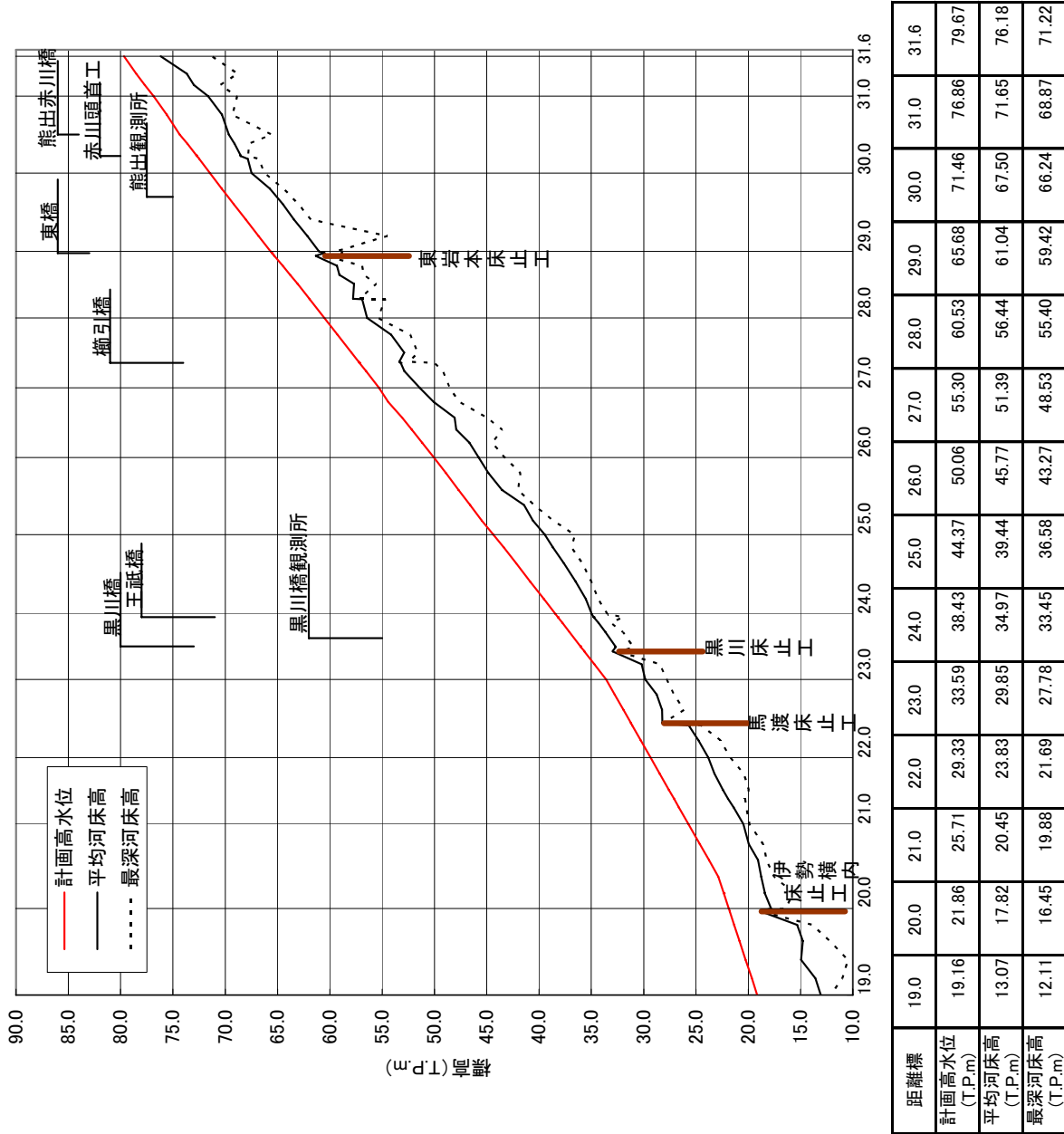


図 8-1 (2) 赤川計画縦断面図