

# 利根川八斗島地点

基本高水ピーク流量の検討に関する資料

平成 23 年 9 月

国土交通省 水管理・国土保全局

# 目 次

	頁
1. 既定計画の概要 . . . . .	1
2. 利根川の基本高水の検証 . . . . .	8
3. 河川整備基本方針策定後の状況 . . . . .	8
4. 基本高水のピーク流量の検討 . . . . .	10

## 1. 既定計画の概要

### 1-1 利根川水系工事実施基本計画

昭和 55 年に改訂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、基本高水のピーク流量を基準地点八斗島において  $22,000\text{m}^3/\text{s}$  と定めている。

#### (1) 計画規模の設定

利根川は流域面積  $16,840\text{ km}^2$ 、幹川流路延長  $322\text{ km}$  の我が国最大級の河川であり、首都圏を氾濫区域にかかえること等を総合的に勘案し、計画規模として、利根川本川については  $1/200$  確率流量と観測史上最大流量のいずれか大きい値を採ることとした。

#### (2) 確率降雨量の設定

計画降雨継続時間は、流域面積の大きさ、実績降雨の継続時間等を考慮して、3 日を採用した。

基準地点八斗島では明治 34 年～昭和 49 年までの 74 年間について、 $100\text{mm}$  以上の流域平均 3 日雨量を確率処理し、確率降雨量を算定した。

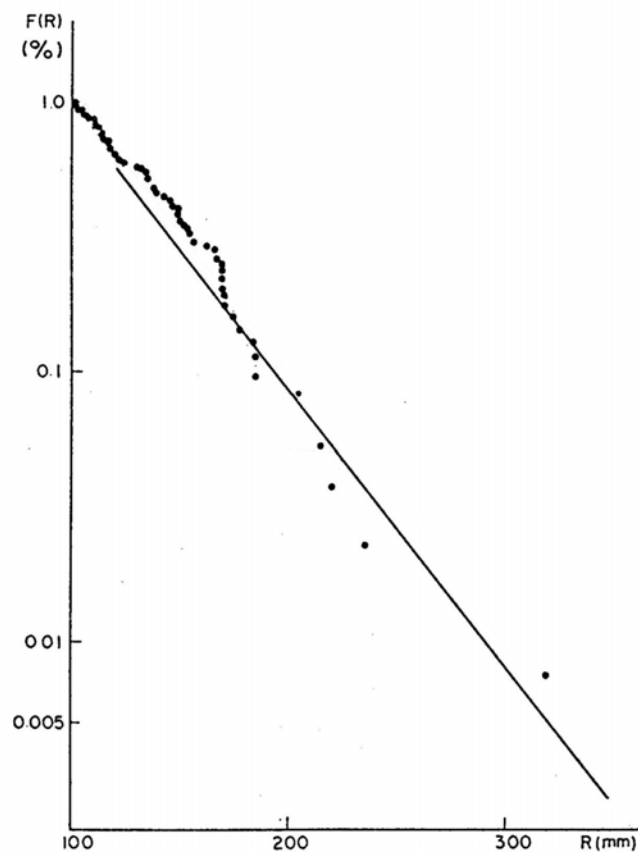


図 1-1 基準地点八斗島における雨量確率図

(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( $K$ 、 $P$ )を同定した。貯留関数法の基礎式は次のとおり。

$$S = KQ^P$$

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

$Q$  : 流量 (m<sup>3</sup>/s)、 $r$  : 降雨 (mm/hr)

$t$  : 時間、 $S$  : 貯留量 (mm)

$K$ 、 $P$  : モデル定数

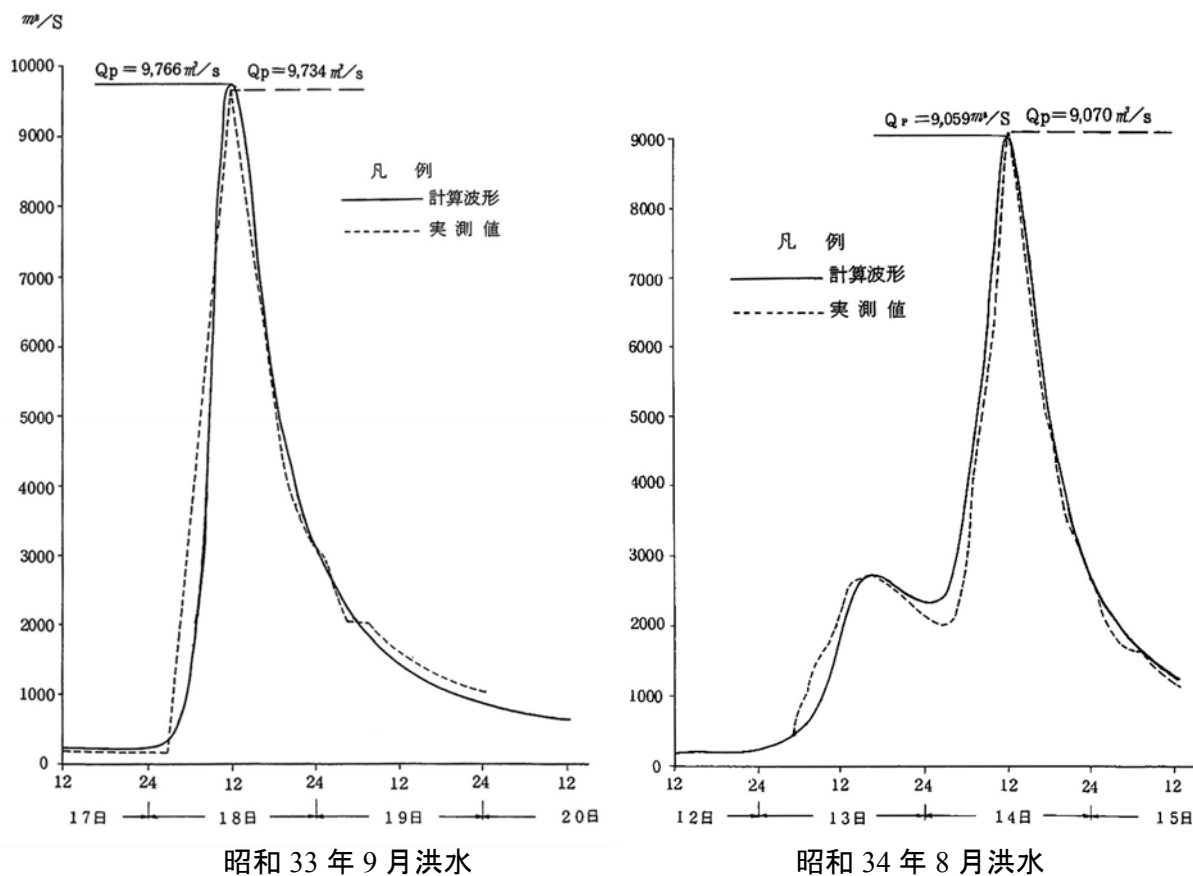
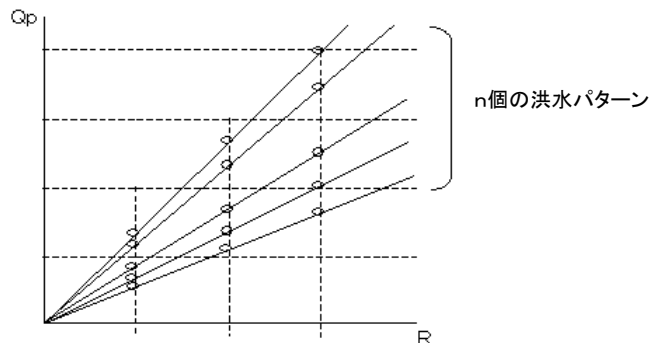


図 1-2 再現計算結果（基準地点八斗島）

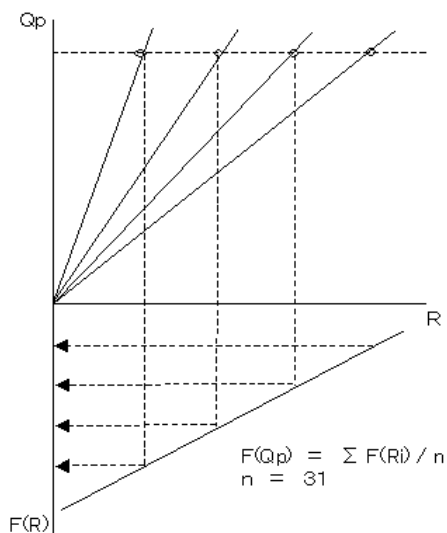
(4) 確率流量の算定（八斗島上流）

流域の過去の代表洪水における降雨波形について、総降雨量を任意に与えて流出計算することにより得られる最大流量の生起状況を総降雨量の生起状況から推算し、確率流量を把握するものとした。（総合確率法）

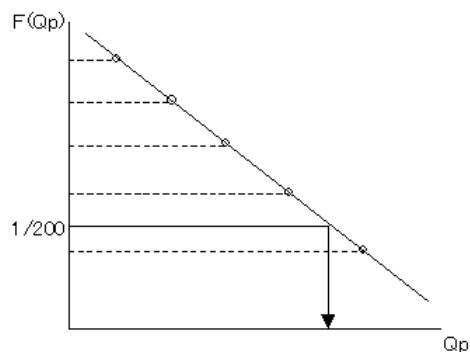
- 流域平均3日雨量が100mm以上の代表降雨波形群を選定
- 任意の流域平均3日雨量（R）に引き伸ばした際のピーク流量（Qp）を算定し、各波形のRとQpの関係を把握



- 降雨波形毎の Qp-R 関係から、ある任意の Qp が生じる R を波形数だけ抽出し、各々の R の年超過確率 F(R) を平均したものを、その Qp の年超過確率 F(Qp) と定義



- 様々な Qp について F(Qp) を算定し、その関係から計画規模相当の確率流量を算定



(5) 基本高水のピーク流量の設定

基本高水のピーク流量は、各基準地点における確率流量と観測史上最大流量のいずれか大きい方を採用し、基準地点八斗島 22,000 m<sup>3</sup>/s と決定した。

表 1-1 基本高水ピーク流量の設定

流量単位：m<sup>3</sup>/s

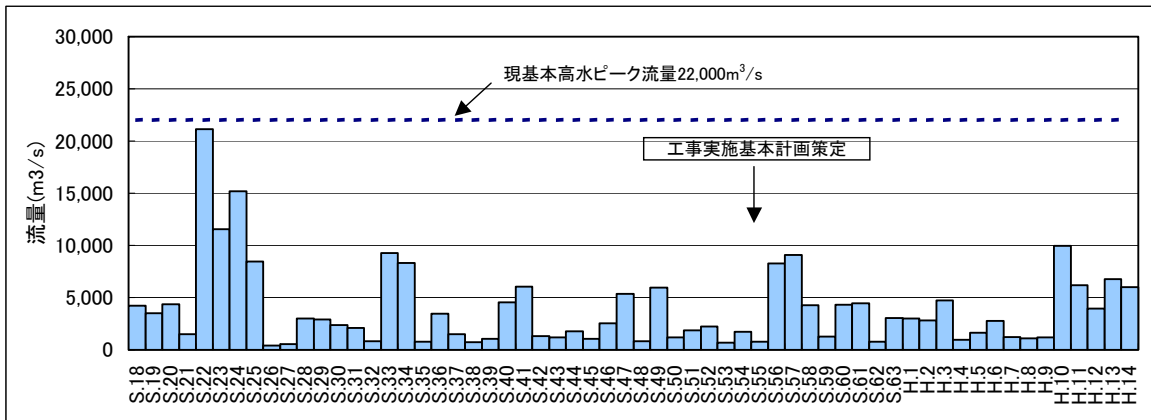
河川名	利根川
基準地点	八斗島
確率流量 (確率規模)	21,200 (1/200)
観測史上 最大流量	22,000
基本高水 ピーク流量	<b>22,000</b>

## 1-2 利根川水系河川整備基本方針

既定計画を策定した昭和55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、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を加えた。

### (1) 年最大流量と年最大降雨量の経年変化

既定計画を策定した昭和55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。



※流量はダム戻し及び実績降雨による再現計算流量含む

図 1-3 基準地点八斗島の年最大流量

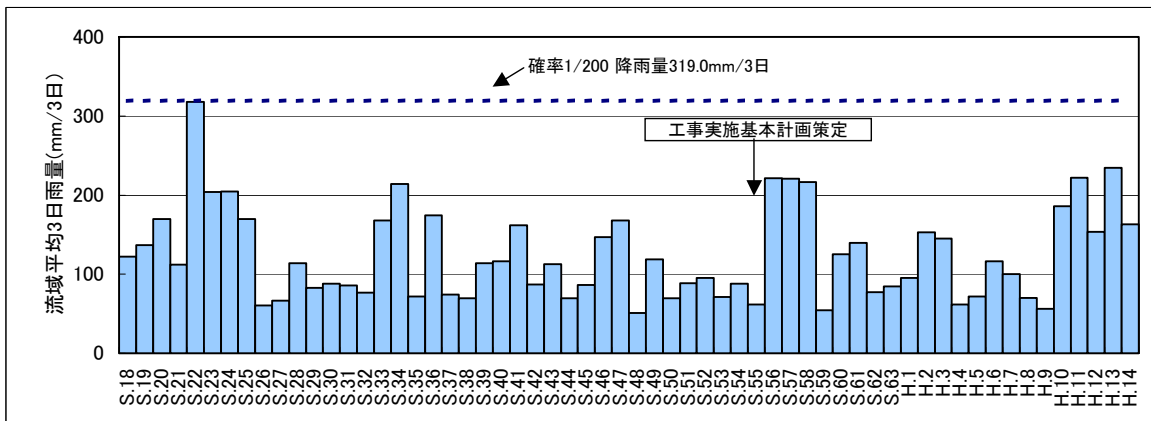


図 1-4 八斗島上流域の年最大流域平均3日雨量

(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（統計期間：基準地点八斗島は昭和 18 年～平成 14 年の 60 ヶ年、ダム氾濫戻し流量）の結果、基準地点八斗島における 1/200 年超過確率の流量は  $20,200 \text{ m}^3/\text{s}$  ～  $30,300 \text{ m}^3/\text{s}$  と推定した。

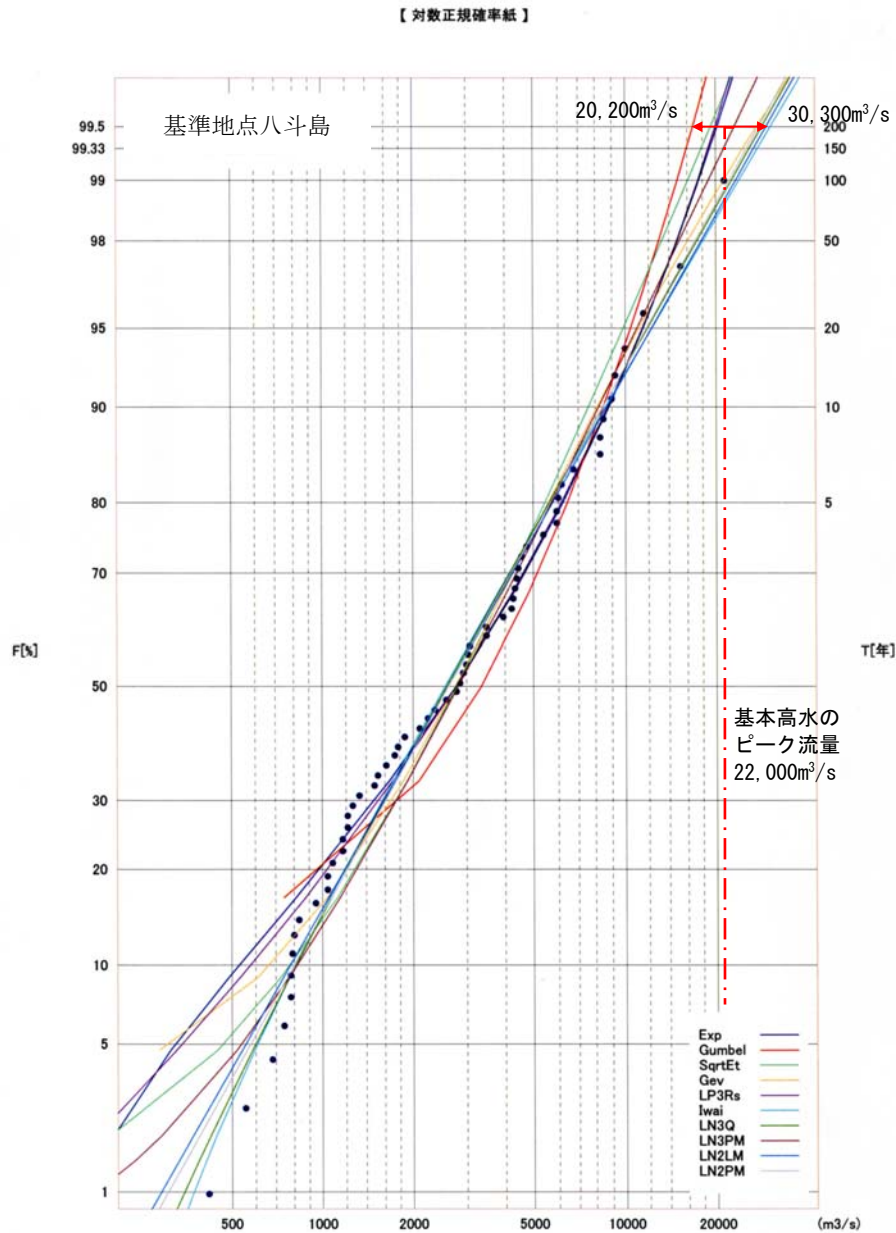


図 1-5 基準地点八斗島流量確率図



表 1-2 1/200 確率流量（基準地点八斗島）

確率分布モデル	確率流量 (m <sup>3</sup> /s)
指数分布	20,200
GEV 分布	27,200
対数正規分布（岩井法）	30,300
3 母数対数正規分布（クオンタイル法）	28,300
3 母数対数正規分布（積率法）	22,900
2 母数対数正規分布（L 積率法）	29,300
2 母数対数正規分布（積率法）	27,700

(3) 既往洪水による検証

利根川本川における観測史上最大洪水は昭和22年9月洪水(カスリーン台風)である。この洪水の実績降雨データを用いて、河川整備の進展を考慮し、洪水調節施設がない場合を想定すると、基準地点八斗島におけるピーク流量は約 22,000 m<sup>3</sup>/s となった。

表 1-3 検証結果のまとめ

(単位：m<sup>3</sup>/s)

河川名	基準地点	基本高水のピーク流量	流量確率による評価	既往洪水による検証流量
利根川	八斗島	22,000	20,200～30,300	22,000

以上の検証により、基準地点八斗島における既定計画の基本高水のピーク流量は妥当であると判断した。

## 2. 利根川の基本高水の検証

利根川の基本高水の検証を行い、新たな流出計算モデルを構築し、この新たな流出計算モデル等を用いて、昭和 55 年度の工事実施基本計画改定時と同様に、観測史上最大流量と確率流量を試算した。

観測史上最大洪水である昭和 22 年 9 月洪水（カスリン台風）について試算したところ、基準地点八斗島におけるピーク流量は、約 21,100m<sup>3</sup>/s となった。

確率流量について総合確率法により試算したところ、基準地点八斗島における 1/200 確率流量は、約 22,200m<sup>3</sup>/s となった。

（参考）「利根川の基本高水の検証について（平成 23 年 9 月 国土交通省）」

## 3. 河川整備基本方針策定後の状況

年最大雨量の経年変化について、八斗島地点上流域の流域平均 3 日雨量を整理した。

流域平均 3 日雨量の算定に当たっては、雨量観測所のデータが入手できた大正 15 年以降のデータを用いた。ここで、日雨量の算定に当たっては、大正 15 年～昭和 49 年までは日雨量観測所の 1 日雨量と時間雨量観測所の 24 時間雨量の値が異なっている場合には、観測記録が多い日雨量観測所のデータを採用し、気象庁の観測所がアメダスに移行して時間観測の整備が整った昭和 50 年以降は、時間雨量観測所の 24 時間雨量（但し、欠測がない場合に限る。）を日雨量とした。

このように整理された日雨量データを用いて、原則として、1 日ごとにティーセン分割を行い、新たな流出計算モデルにおける 39 の小流域ごとの流域平均日雨量を求めた。また、昭和 20 年代までの洪水については、日雨量観測所数が少ないため、雨量観測所の支配面積が大きくなり、必ずしも実際の降雨分布を反映できない可能性があることから等雨量線法により、1 日ごとに、小流域ごとの流域平均日雨量を求めた。

このようにして算出された小流域ごとの流域平均日雨量から次式により小流域ごとの流域平均 3 日雨量を求めた。

$$\text{小流域ごとの流域平均 3 日雨量} = R_{(1^{\text{st}} \text{ day})} + R_{(2^{\text{nd}} \text{ day})} + R_{(3^{\text{rd}} \text{ day})}$$

$$R_{(d)} : \text{流域平均日雨量【mm/day】} \quad (d=1^{\text{st}} \text{ day}, 2^{\text{nd}} \text{ day}, 3^{\text{rd}} \text{ day})$$

このようにして求めた小流域ごとの流域平均 3 日雨量から、次式により八斗島地点上流域の流域平均 3 日雨量を求めた。

$$\text{八斗島地点上流域の流域平均 3 日雨量} = \frac{\sum (R_i \times A_i)}{\sum A_i} \quad (i=1 \sim 39)$$

$$R_i : \text{小流域ごとの流域平均 3 日雨量【mm/3days】、}$$

$$A_i : \text{小流域ごとの流域面積【km}^2\text{】}$$

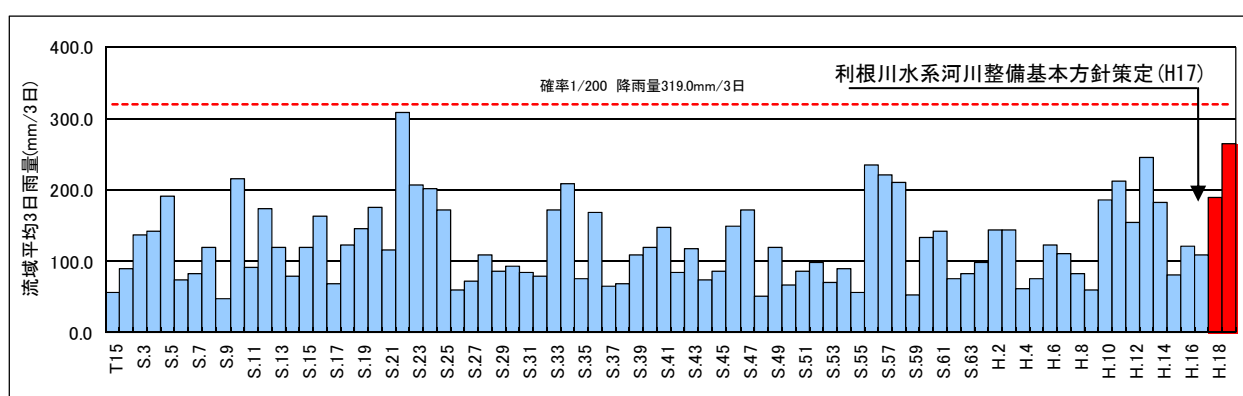
年最大流量の経年変化について、基準地点八斗島における実績流量（ダム・氾濫戻し流量）を整理した。

実績流量（ダム・氾濫戻し流量）の算定に当たっては、八斗島地点上流域の時間雨量観測所のデータが入手できた昭和 11 年以降のデータを用いた。ここで、基準地点八斗島の流量は、八斗島観測所の実際の洪水時に観測した水位データから H-Q 式によって算出した流量（以下「実績流量（H-Q 式）」という。）又は H-Q 図によって換算した流量（以下「実績流

量（H-Q 図）」という。）とした。ただし、水位データが無い場合は、実際の洪水時に行った流量観測結果に基づく流量（以下「実測流量（流観）」という。）又は新たな流出計算モデルによる流出計算によって求めた流量とした。

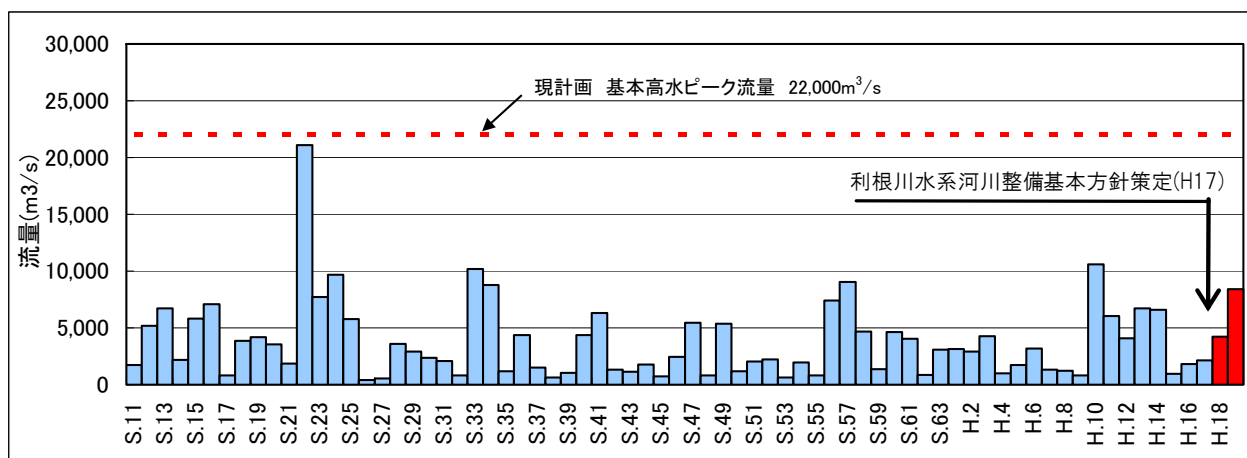
既設ダムによる洪水調節が行われた洪水については、この流量に、新たな流出計算モデルによる流出計算によって求めた基準地点八斗島における既設ダムによる洪水調節相当の流量を加え、基準地点八斗島の実績流量（ダム・氾濫戻し流量）を求めた。また、氾濫が発生した洪水については、新たな流出計算モデルによる流出計算によって基準地点八斗島の実績流量（ダム・氾濫戻し流量）を求めた。

現行基本方針を策定した平成 17 年度以降、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。



※社会資本整備審議会河川分科会河川整備基本方針検討小委員会第 21 回（平成 17 年 10 月 3 日）資料 2-1 に追記等を行い作成

図 3-1 八斗島地点上流域の年最大流域平均 3 日雨量



※社会資本整備審議会河川分科会河川整備基本方針検討小委員会第 21 回（平成 17 年 10 月 3 日）資料 2-1 に追記等を行い作成

図 3-2 基準地点八斗島の年最大流量（実績流量（ダム・氾濫戻し流量））

#### 4. 基本高水のピーク流量の検討

現行基本方針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

###### (1)-1 年最大流量標本による検討

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。

年最大流量標本は、上記 3. で整理した、昭和 11 年～平成 19 年（72 年間）における基準地点八斗島のダム・氾濫戻し流量を採用した。確率分布モデルについては、水文量の頻度解析に用いられる 13 モデルを採用した。プロットングポジションは、全ての確率分布モデルに適用可能とされるカナン公式 ( $\alpha=0.4$ ) を採用し、SLSC (standard least squares criterion: 標準最小二乗規準) による適合度評価を行ったところ、7 モデルで SLSC が 0.04 以下となった。

##### 確率分布モデル

指数分布(Exp)、ガンベル分布(Gumbel)、平方根指数型最大値分布(SqrtEt)、一般化極値分布(Gev)、対数ピアソンⅢ型分布(実数空間法)(LP3Rs)、対数ピアソンⅢ型分布(対数空間法)(LogP3)、岩井法(iwai)、石原・高瀬法(IshiTaka)、対数正規分布3母数クォンタイル法(LN3Q)、対数正規分布3母数(Slade II)(LN3PM)、対数正規分布2母数(Slade I, L積率法)(LN2LM)、対数正規分布2母数(Slade I,積率法)(LN2PM)、対数正規分布(SladeIV,積率法)(LN4PM))

##### プロットングポジション

$$P_i = \frac{(i - \alpha)}{(N + 1 - 2\alpha)}$$

$P_i$ : 非超過確率、 $N$ : 標本の大きさ、 $i$ :  $i$ 番目の順位標本値、 $\alpha$ : 0~1

表 4-1 プロットングポジション公式

名称	式	$\alpha$
Weibull (ワイブル)	$\frac{i}{N+1}$	0
Blom (ブロム)	$\frac{i-3/8}{N+1/4}$	3/8
Cunnane (カナン)	$\frac{i-0.4}{N+0.2}$	2/5
Gringorten (グリーンゴートン)	$\frac{i-0.44}{N+0.12}$	0.44
Hazen (ハーゼン)	$\frac{i-0.5}{N}$	1/2

適合度評価

$$SLSC = \frac{\sqrt{\zeta^2}}{|S_{0.99} - S_{0.01}|} \quad \zeta^2 = \frac{1}{N} \sum (s_i - s_i^*)^2$$

$S_{0.99}$ 、 $S_{0.01}$  : それぞれの非超過確率0.99及び0.01 に対する標準変量

$N$  : 標本の大きさ、 $s_i$  : 順序統計量を推定母数で変換した標準変量、

$s_i^*$  : プロットングポジションに対応した理論クォンタイルを推定母数によって変換した標準変量、

年最大流量標本による流量確率の検討（統計期間：昭和11年～平成19年の72カ年、ダム・氾濫戻し流量）の結果、基準地点八斗島における1/200年超過確率の流量は、18,402m<sup>3</sup>/s～26,817m<sup>3</sup>/sと推定される。

表 4-2 確率分布モデルと SLSC

確率分布モデル		SLSC
Exp	指数分布	0.044
Gumbel	ガンベル分布	0.064
SqrtEt	平方根指数型最大値分布	0.037
Gev	一般極値分布	0.032
LP3Rs	対数ピアソンⅢ型分布（実数空間法）	0.035
LogP3	対数ピアソンⅢ型分布（対数空間法）	—
Iwai	岩井法	0.031
IshiTaka	石原・高瀬法	0.052
LN3Q	対数正規分布3母数クォンタイル法	0.031
LN3PM	対数正規分布3母数（SladeⅡ）	0.048
LN2LM	対数正規分布2母数（SladeⅠ, L積率法）	0.03
LN2PM	対数正規分布2母数（SladeⅠ, 積率法）	0.031
LN4PM	対数正規分布4母数（SladeⅣ, 積率法）	—

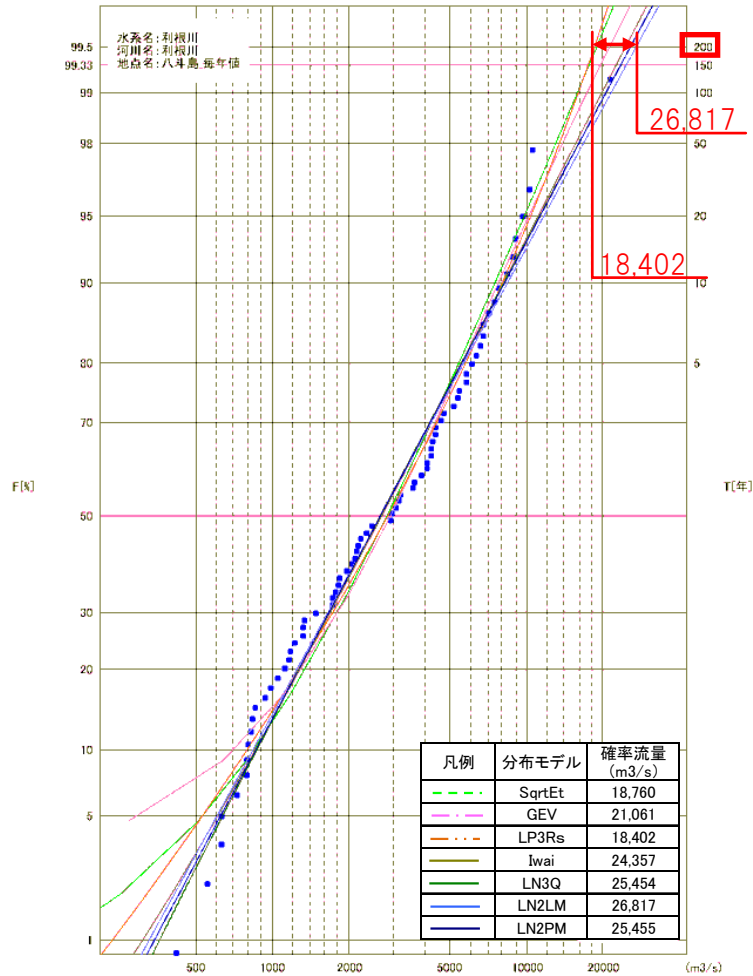


図 4-1 基準地点八斗島の流量確率計算結果図 (S11~H19, N=72)

表 4-3 1/200 年超過確率流量 (基準地点八斗島)

確率分布モデル		確率流量 (m³/s)
SqrtEt	平方根指数型最大値分布	18,760
Gev	一般極値分布	21,061
LP3Rs	対数ピアソンⅢ型分布 (実数空間法)	18,402
Iwai	岩井法	24,357
LN3Q	対数正規分布 3 母数クォンタイル法	25,454
LN2LM	対数正規分布 2 母数 (Slade I, L 積率法)	26,817
LN2PM	対数正規分布 2 母数 (Slade I, 積率法)	25,455

(1)-2 非毎年流量標本による検討

非毎年流量標本は、年最大流量標本と同期間を対象に、基準地点八斗島の実績流量(ダム・氾濫戻し)が 3,000m³/s 以上となる洪水の値を採用した。確率分布モデルについては、非毎年値について有用とされている一般パレート分布及びその特殊形である指数分布について、最尤法、積率法、L 積率法を用いて母数推定を行い、非毎年値と毎年値の非超

過確率の係数を用いて毎年値系列に変換した。年最大流量標本と同様に、プロットイン  
グポジションにカナン公式（ $\alpha=0.4$ ）を用い、SLSC を用いて確率分布モデルの適合度評  
価を行ったところ、全てのモデルで SLSC が 0.04 を上回った。

非毎年値の非超過確率  $G_{(R)}$  と毎年値の非超過確率  $F_{(R)}$  の関係

$$F_{(R)} = \exp\left[-\frac{n}{Ny}(1-G_{(R)})\right]$$

$Ny$  : 統計期間、 $n$  : 標本の大きさ

表 4-4 非毎年流量標本（基準地点八斗島）

洪水名	流量(m <sup>3</sup> /s)	洪水名	流量(m <sup>3</sup> /s)	洪水名	流量(m <sup>3</sup> /s)
S12.07.14	5,180	S34.09.24	5,948	H02.11.27	3,050
S13.08.30	6,723	S36.10.26	4,370	H03.08.19	3,288
S15.08.24	5,815	S40.09.15	4,370	H03.08.29	4,266
S16.07.20	7,112	S41.06.26	5,879	H03.09.16	3,192
S18.10.01	3,852	S41.09.22	6,302	H06.09.27	3,040
S19.10.05	4,187	S47.09.14	5,434	H10.09.14	10,590
S20.10.03	3,554	S56.08.21	7,424	H11.08.13	6,057
S22.09.13	21,096	S57.07.31	9,060	H12.09.10	4,078
S23.09.14	7,711	S57.09.10	8,505	H12.09.15	3,789
S24.08.29	9,683	S58.08.15	3,619	H13.08.21	3,583
S25.08.02	5,788	S58.09.26	4,699	H13.09.09	6,747
S28.09.23	3,602	S60.06.28	4,630	H14.07.09	6,570
S33.09.16	10,204	S61.09.01	4,054	H14.09.30	4,965
S33.09.24	6,068	S63.08.30	3,077	H18.07.17	4,237
S34.08.12	8,781	H01.08.27	3,130	H19.09.05	8,426

表 4-5 確率分布モデルと SLSC

確率分布モデル		SLSC
ExpLM	指数分布（L 積率法）	0.067
ExpPM	指数分布（積率法）	0.063
ExpGp	指数分布（最尤法）	0.071
GpL3	一般パレート分布（L 積率法）	0.065
GpPM	一般パレート分布（積率法）	0.048
GpMLE	一般パレート分布（最尤法）	0.054

## (2)雨量データによる確率からの検討

### (2)-1 非毎年雨量標本による検討（指数分布（積率法））

#### ① 計画降雨継続時間の設定

計画降雨継続時間は、流域面積の大きさ、実績降雨の継続時間等を考慮して、3 日を採用した。

#### ② 計画降雨量の検討

非毎年雨量標本は、雨量観測所のデータが入手できた大正 15 年～平成 19 年（82 年間）を対象に、八斗島地点上流域の流域平均 3 日雨量が 100mm 以上となる洪水の値を採用した。ここで、八斗島地点上流域の流域平均 3 日雨量は上記 3.と同様の方法で求めた。上記(1)の非毎年流量標本と同様に、確率分布モデルについては、一般パレート分布及びその特殊形である指数分布について、最尤法、積率法、L 積率法を用いて母数推定を行った。プロットングポジションにカナン公式（ $\alpha=0.4$ ）を用い、SLSC を用いて確率分布モデルの適合度評価を行ったところ、全てのモデルで SLSC が 0.04 以下となった。リサンプリング手法として Jackknife 法を用いて確率水文量の安定性を検討し、Jackknife 推定誤差が小さい指数分布（積率法）について、非毎年値と毎年値の非超過確率の関係を用いて毎年値系列に変換した。

1/200 年超過確率の 3 日雨量は、大正 15 年～平成 19 年（82 年間）の 100mm 以上の八斗島地点上流域の流域平均 3 日雨量を確率処理し、指数分布（積率法）により、八斗島地点上流域で 336mm/3 日とした。

（参考）「利根川の基本高水の検証について（平成 23 年 9 月 国土交通省）」



表 4-6 非每年雨量標本（八斗島地点上流域）

no.	年月日	3日雨量(mm)	no.	年月日	3日雨量(mm)	no.	年月日	3日雨量(mm)
1	S03.07.30	118.18	24	S33.07.22	109.02	47	S61.09.01	142.96
2	S03.10.06	137.73	25	S33.09.16	172.28	48	H02.08.08	143.65
3	S04.09.08	142.91	26	S33.09.24	149.17	49	H03.08.19	143.10
4	S05.07.30	191.68	27	S34.08.12	207.84	50	H03.08.29	109.30
5	S08.08.05	118.73	28	S34.09.24	167.09	51	H06.09.15	122.27
6	S10.09.23	215.72	29	S36.06.26	167.60	52	H06.09.27	100.07
7	S12.07.14	173.33	30	S36.10.26	104.11	53	H07.09.15	110.12
8	S13.08.01	114.18	31	S39.07.07	109.24	54	H10.08.28	164.10
9	S13.08.30	118.65	32	S40.05.26	116.39	55	H10.09.14	186.01
10	S15.08.24	118.99	33	S40.09.15	119.88	56	H11.07.12	104.72
11	S16.07.20	162.58	34	S41.06.26	147.85	57	H11.08.13	212.69
12	S18.10.01	122.86	35	S41.09.22	132.35	58	H11.09.20	107.84
13	S19.10.05	146.49	36	S43.07.27	118.21	59	H12.09.10	153.75
14	S20.06.06	101.31	37	S46.08.29	148.55	60	H13.08.21	140.04
15	S20.10.03	176.05	38	S46.09.05	120.91	61	H13.09.09	246.20
16	S21.07.30	115.55	39	S47.09.14	172.34	62	H14.07.09	183.15
17	S22.09.13	308.60	40	S49.08.30	118.83	63	H14.09.30	112.89
18	S23.09.14	206.64	41	S56.08.21	235.47	64	H16.10.08	108.94
19	S24.08.29	200.97	42	S57.07.31	221.59	65	H16.10.19	120.49
20	S24.09.21	108.28	43	S57.09.10	213.86	66	H17.07.25	108.57
21	S25.07.27	172.38	44	S58.08.15	209.60	67	H18.07.17	189.04
22	S25.08.02	157.26	45	S58.09.26	139.38	68	H19.09.05	265.40
23	S28.09.23	109.51	46	S60.06.28	134.23			

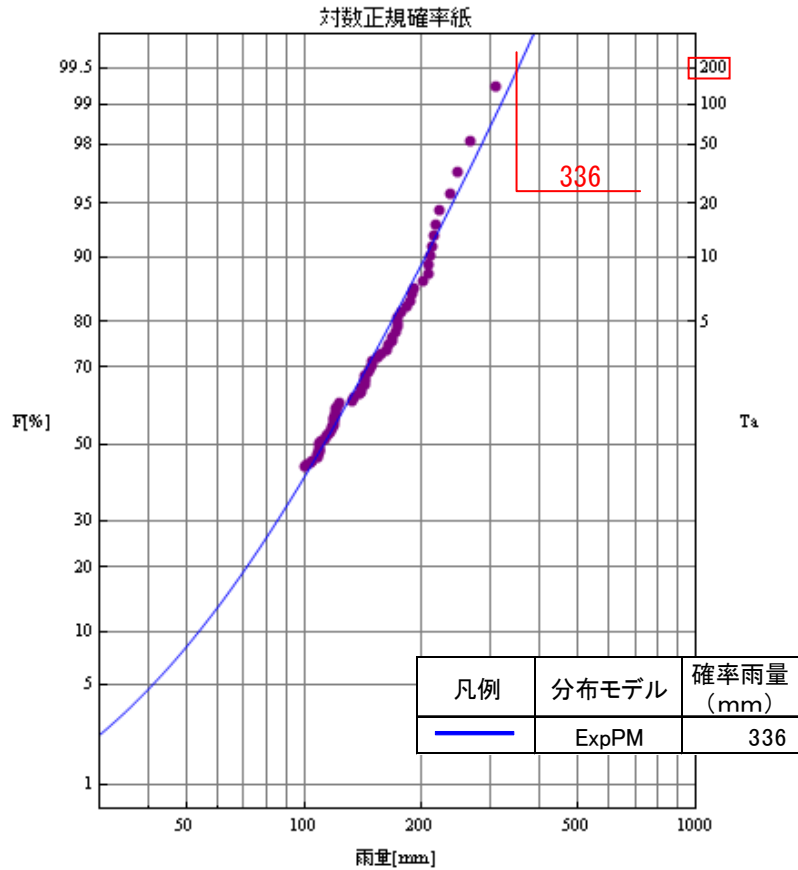


図 4-2 基準地点八斗島における雨量確率図 (T15~H19、N=82)

表 4-7 八斗島地点上流域の流域平均 3 日雨量確率計算結果

	八斗島	備考
1/200	336mm/3 日	非毎年雨量標本 指数分布 (積率法)

### 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として、新たな流出計算モデルを用いた。

貯留関数法の基礎式は次のとおりである (流出計算モデルの構築等については、「利根川の基本高水の検証について」参照)。

#### ・流域の基礎式

$$\frac{ds}{dt} = f_{(t)} \cdot r_{(t)} - q_{(t+T_1)}$$

$$s_{(t)} = K \cdot q_{(t+T_1)}^P$$

$$q_{(t)} = \frac{3.6 \cdot Q_{(t)}}{A}$$

ただし、

$$\sum r_{(t)} < R_0 \quad \text{の場合} \quad f_{(t)} = 0.0$$

$$R_0 \leq \sum r_{(t)} < R_0 + R_{sa} \quad \text{の場合} \quad f_{(t)} = f_1$$

$$\sum r_{(t)} \geq R_0 + R_{sa} \quad \text{の場合} \quad f_{(t)} = 1.0$$

ここで、

$$R_{sa} = \frac{\left( R_{sum} - \frac{Q_{sum}}{1000 \cdot A} \right)}{(1 - f_1)}$$

また、流域からの流出量  $Q_{ca(t)}$  は、基底流量  $Q_{b(t)}$  を含めて次の式で与える。

$$Q_{ca(t)} = \frac{q_{(t)} \cdot A}{3.6} + Q_{b(t)}$$

$s_{(t)}$  : 貯留高【mm】、 $f_{(t)}$  : 流入係数【無次元】、

$r_{(t)}$  : 流域平均降雨強度【mm/hr】<sup>\*1</sup>、 $q_{(t)}$  : 直接流出高【mm/hr】、

$T_l$  : 遅滞時間【hr】、 $K$  : 定数、 $P$  : 定数、

$Q_{(t)}$  : 直接流出強度【m<sup>3</sup>/s】、 $A$  : 流域面積【km<sup>2</sup>】、

$\sum r_{(t)}$  : 降雨の降り始めから当該時刻までの流域平均降雨強度の和【mm】、

$R_0$  : 初期損失雨量【mm】、 $R_{sa}$  : 飽和雨量【mm】、 $R_{sum}$  : 総降雨量【mm】<sup>\*2</sup>、

$Q_{sum}$  : 総直接流出量【m<sup>3</sup>】、 $f_1$  : 一次流出率【無次元】、

$Q_{ca(t)}$  : 流域からの流出量【m<sup>3</sup>/s】、 $Q_{b(t)}$  : 基底流量【m<sup>3</sup>/s】

\*1 地点観測雨量からティーン分割を用いて計算された流域平均時間雨量。初期損失雨量分も含む。

\*2 降り始めからの雨量より初期損失雨量を控除したもの。

#### ・河道の基礎式

$$S_{l(t)} = K \cdot Q_{l(t)}^P - T_l \cdot Q_{l(t)}$$

$$\frac{dS_{l(t)}}{dt} = I_{(t)} - Q_{l(t)}$$

$$Q_{l(t)} = Q_{(t+T_l)}$$

$S_{l(t)}$  : みかけの貯留量【(m<sup>3</sup>/s)・hr】、

$Q_{l(t)}$  : 遅れ時間  $T_l$  を考慮した流出量【m<sup>3</sup>/s】、

$Q_{(t)}$  : 流出量【m<sup>3</sup>/s】、 $I_{(t)}$  : 流入量【m<sup>3</sup>/s】、 $T_l$  : 遅滞時間【hr】、

$K$  : 定数、 $P$  : 定数

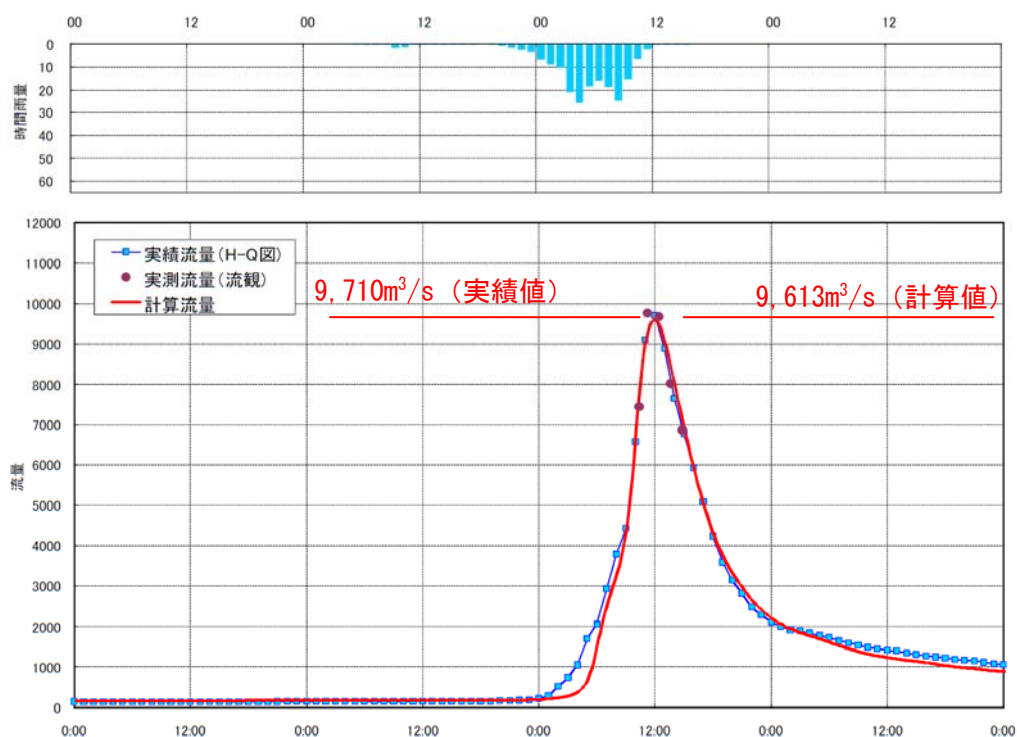


図 4-3 平成 10 年 9 月洪水再現計算結果（基準地点八斗島）

④ 主要洪水における 1/200 年超過確率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 1/200 年超過確率の降雨量まで引き伸ばし、新たな流出計算モデルにより流出量を算定した。

● 計算条件

1) 洪水調節施設

洪水調節施設がないものと仮定して計算を行う。

2) 流出計算モデル

流出計算は、新たな流出計算モデルを用いて行う。貯留関数法により、八斗島地点上流域について、39の小流域と20の河道に分割したモデルを用いて行う。

なお、各小流域の初期損失雨量、 $R_{sa}$ 、基底流量は、新たな流出モデルの構築で算出した平均的な値とした（定数の設定については、「利根川の基本高水の検証について」参照）。

3) 雨量

時間雨量観測所のデータが収集できた昭和11年から平成19年までの72年間に於いて、八斗島地点上流域の流域平均3日雨量が100mm以上の62洪水から、基準地点八斗島の実績流量（ダム・氾濫戻し流量）が大きい10洪水を抽出し、洪水ごとに八斗島地点上流域の流域平均3日雨量がそれぞれ336mmとなる降雨波形の引き伸ばし率を求め、各降雨波形における小流域ごとの流域平均時間雨量に当該降雨波形の引き伸ばし率を乗じて求めた小流域ごとの流域平均3日雨量を用いた。

●計算結果

その結果、1/200 年超過確率規模の流量は基準地点八斗島において 13,620m<sup>3</sup>/s～34,358m<sup>3</sup>/s と推定される。

表 4-8 ピーク流量一覧表

No.	洪水	引伸率	八斗島流量 (m <sup>3</sup> /s)	No.	洪水	引伸率	八斗島流量 (m <sup>3</sup> /s)
1	S22.9.13	1.0886	23,683	6	S56.8.21	1.4270	15,879
2	S23.9.14	1.6258	21,262	7	S57.7.31	1.5165	16,462
3	S24.8.29	1.6719	26,580	8	S57.9.10	1.5710	20,096
4	S33.9.16	1.9504	29,397	9	H10.9.14	1.8065	34,358
5	S34.8.12	1.6165	16,624	10	H19.9.5	1.3791	13,620

(2)-2 年最大雨量標本による検討

① 計画降雨継続時間の設定

上記(2)-1 と同様に、3 日を採用した。

② 計画降雨量の検討

年最大雨量標本は、上記 3. で整理した、八斗島地点上流域の流域平均 3 日雨量を採用した。上記(1)の年最大流量標本と同様に、確率分布モデルについては、13 モデルを用い、プロットングポジションにカナン公式 ( $\alpha=0.4$ ) を用い、SLSC を用いて確率分布モデルの適合度評価を行ったところ、7 モデルで SLSC が 0.04 以下となった。

1/200 年超過確率の 3 日雨量は、大正 15 年～平成 19 年 (82 年間) の年最大の八斗島地点上流域の流域平均 3 日雨量を確率処理し、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八斗島地点上流域で 367mm/3 日とした。

表 4-9 確率分布モデルと SLSC

確率分布モデル		SLSC
Exp	指数分布	0.046
Gumbel	ガンベル分布	0.027
SqrtEt	平方根指数型最大値分布	0.034
Gev	一般極値分布	0.029
LP3Rs	対数ピアソンⅢ型分布 (実数空間法)	0.042
LogP3	対数ピアソンⅢ型分布 (対数空間法)	—
Iwai	岩井法	0.029
IshiTaka	石原・高瀬法	—
LN3Q	対数正規分布 3 母数クォンタイル法	0.028
LN3PM	対数正規分布 3 母数 (Slade II)	—
LN2LM	対数正規分布 2 母数 (Slade I, L 積率法)	0.029
LN2PM	対数正規分布 2 母数 (Slade I, 積率法)	0.029
LN4PM	対数正規分布 4 母数 (SladeIV, 積率法)	—

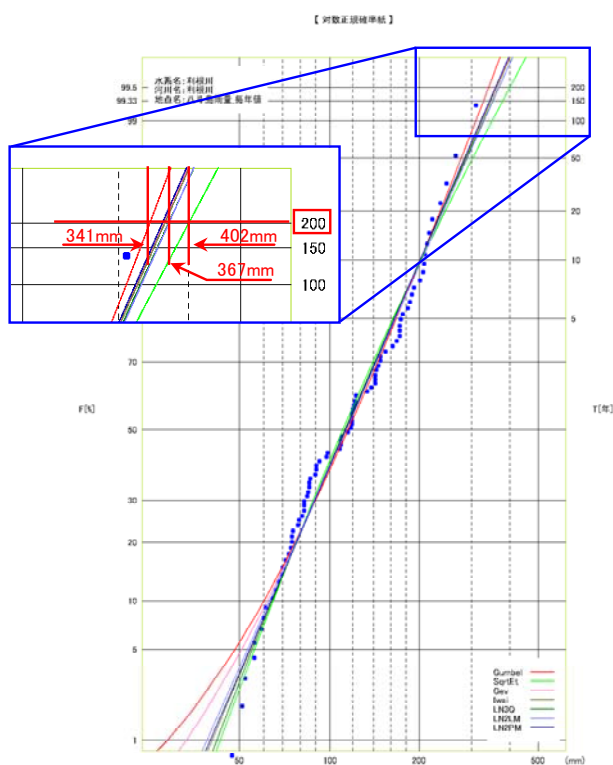


図 4-4 基準地点八斗島における雨量確率図 (T15~H19、N=82)

表 4-10 1/200 年超過確率の 3 日雨量  
(八斗島上流域の流域平均 3 日雨量)

確率分布モデル		確率雨量 (mm/3 日)
Gumbel	ガンベル分布	341
SqrtEt	平方根指数型最大値分布	402
Gev	一般極値分布	361
Iwai	岩井法	363
LN3Q	対数正規分布 3 母数クォンタイル法	369
LN2LM	対数正規分布 2 母数 (Slade I, L 積率法)	370
LN2PM	対数正規分布 2 母数 (Slade I, 積率法)	360

表 4-11 八斗島地点上流域の流域平均 3 日雨量確率計算結果

	八斗島	備 考
1/200	367mm/3 日	年最大雨量標本 確率手法 SLSC0.04 以下平均値

### 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として、上記(2)-1 と同様に、新たな流出計算モデルを用い、各小流域の初期損失雨量、 $R_{sa}$ 、基底流量は、新たな流出モデルの構築で算出した平均的な値とした（流出計算モデルの構築等については、「利根川の基本高水の検証について」参照）。

### ④ 主要洪水における 1/200 年超過確率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 1/200 年超過確率の降雨量まで引き伸ばし、新たな流出計算モデルにより流出量を算定した。

#### ●計算条件

#### 1) 洪水調節施設

上記(2)-1 と同様に、洪水調節施設がないものと仮定して計算を行う。

#### 2) 流出計算モデル

上記(2)-1 と同様に、流出計算は、新たな流出計算モデルを用いて行う。

#### 3) 雨量

上記(2)-1 と同様に、基準地点八斗島の実績流量（ダム・氾濫戻し流量）が大きい 10 洪水を抽出し、洪水ごとに八斗島地点上流域の流域平均 3 日雨量がそれぞれ 367mm となる降雨波形の引き伸ばし率を求め、各降雨波形における小流域ごとの流域平均時間雨量に当該降雨波形の引き伸ばし率を乗じて求めた小流域ごとの流域平均 3 日雨量を用いた。

●計算結果

その結果、1/200 年超過確率規模の流量は基準地点八斗島において 15,448m<sup>3</sup>/s～39,778m<sup>3</sup>/s と推定される。

表 4-12 ピーク流量一覧表

No.	洪水	引伸率	八斗島流量 (m <sup>3</sup> /s)	No.	洪水	引伸率	八斗島流量 (m <sup>3</sup> /s)
1	S22.9.13	1.1890	26,515	6	S56.8.21	1.5587	17,768
2	S23.9.14	1.7758	24,353	7	S57.7.31	1.6564	18,816
3	S24.8.29	1.8261	30,616	8	S57.9.10	1.7160	22,586
4	S33.9.16	2.1304	34,204	9	H10.9.14	1.9731	39,778
5	S34.8.12	1.7656	18,747	10	H19.9.5	1.3828	15,448

(2)-3 非毎年雨量標本による検討（平均値）

① 計画降雨継続時間の設定

上記(2)-1 と同様に、3 日を採用した。

② 計画降雨量の検討

上記(2)-1 の非毎年雨量標本による検討に基づき、1/200 年超過確率の 3 日雨量は、大正 15 年～平成 19 年（82 年間）の 100mm 以上の八斗島地点上流域の流域平均 3 日雨量を確率処理し、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八斗島地点上流域で 341mm/3 日とした。

表 4-13 確率分布モデルと SLSC

確率分布モデル		SLSC
ExpLM	指数分布（L 積率法）	0.032
ExpPM	指数分布（積率法）	0.033
ExpGp	指数分布（最尤法）	0.037
GpL3	一般パレート分布（L 積率法）	0.021
GpPM	一般パレート分布（積率法）	0.049
GpMLE	一般パレート分布（最尤法）	0.058



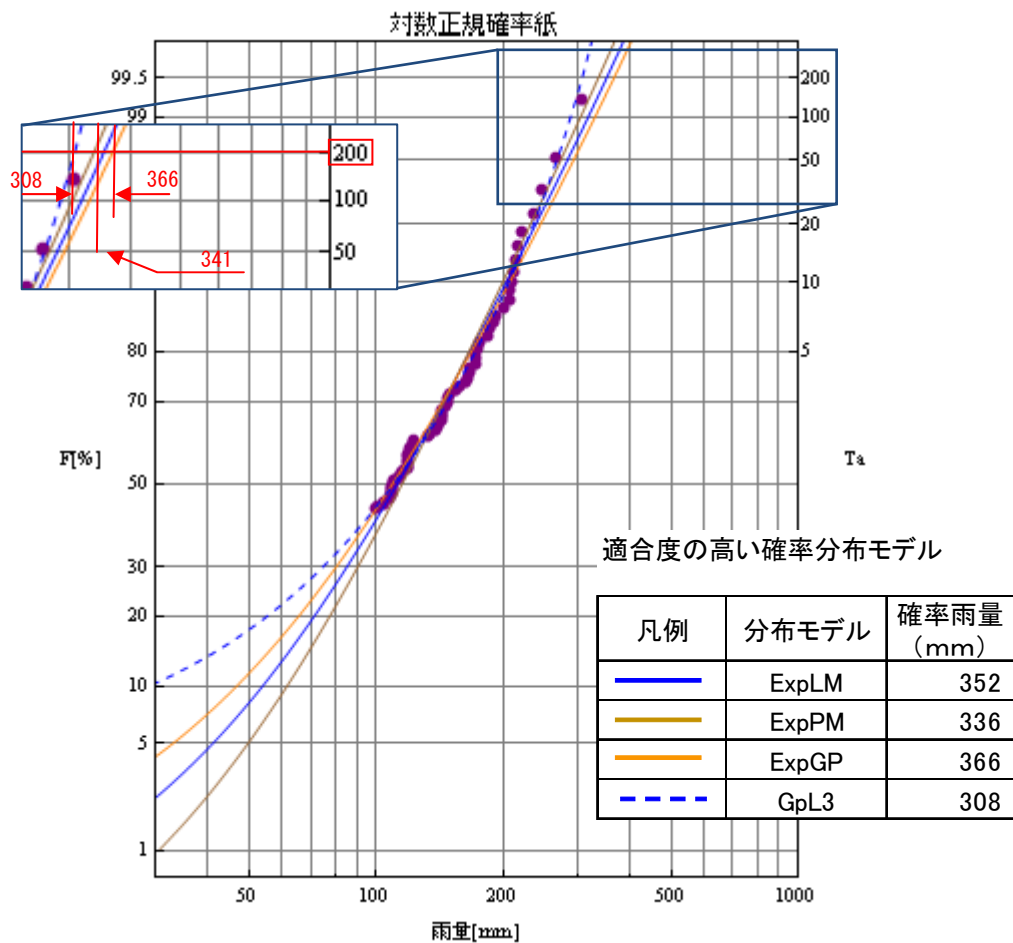


図 4-5 基準地点八斗島における雨量確率図 (T15~H19、N=82)

表 4-14 1/200 年超過確率の 3 日雨量  
(八斗島上流域の流域平均 3 日雨量)

確率分布モデル		確率雨量 (mm/3 日)
ExpLM	指数分布 (L 積率法)	352
ExpPM	指数分布 (積率法)	336
ExpGp	指数分布 (最尤法)	366
GpL3	一般パレート分布 (L 積率法)	308

表 4-15 八斗島地点上流 3 日雨量確率計算結果

	八斗島	備 考
1/200	341mm/3 日	非毎年雨量標本 確率手法 SLSC0.04 以下平均値

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として、上記(2)-1と同様に、新たな流出計算モデルを用い、各小流域の初期損失雨量、 $R_{sa}$ 、基底流量は、新たな流出モデルの構築で算出した平均的な値とした（流出計算モデルの構築等については、「利根川の基本高水の検証について」参照）。

④ 主要洪水における 1/200 年超過確率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 1/200 年超過確率の降雨量まで引き伸ばし、新たな流出計算モデルにより流出量を算定した。

●計算条件

1) 洪水調節施設

上記(2)-1と同様に、洪水調節施設がないものと仮定して計算を行う。

2) 流出計算モデル

上記(2)-1と同様に、流出計算は、新たな流出計算モデルを用いて行う。

3) 雨量

上記(2)-1と同様に、基準地点八斗島の実績流量（ダム・氾濫戻し流量）が大きい10洪水を抽出し、洪水ごとに八斗島地点上流域の流域平均3日雨量がそれぞれ341mmとなる降雨波形の引き伸ばし率を求め、各降雨波形における小流域ごとの流域平均時間雨量に当該降雨波形の引き伸ばし率を乗じて求めた小流域ごとの流域平均3日雨量を用いた。

●計算結果

その結果、1/200 年超過確率規模の流量は基準地点八斗島において  $13,913\text{m}^3/\text{s}$ ～ $35,243\text{m}^3/\text{s}$  と推定される。

表 4-16 ピーク流量一覧表

No.	洪水	引伸率	八斗島流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	No.	洪水	引伸率	八斗島流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
1	S22.9.13	1.1048	24,148	6	S56.8.21	1.4482	16,182
2	S23.9.14	1.6500	21,746	7	S57.7.31	1.5390	16,846
3	S24.8.29	1.6968	27,214	8	S57.9.10	1.5944	20,511
4	S33.9.16	1.9795	30,161	9	H10.9.14	1.8333	35,243
5	S34.8.12	1.6405	16,970	10	H19.9.5	1.2849	13,913

### (3) 既往洪水による検討

#### ① 既往洪水の設定

利根川水系において、寛保2年洪水は、市区町村史、歴史関連書籍等の文献に被害の記録が多く残されている。それらの文献によると、寛保2年洪水は、利根川の氾濫水が江戸まで到達した洪水であるとともに、利根川流域に広く被害が発生しており、記録上最大規模の洪水と推定できる。

寛保2年洪水の被害記録に「青蓮寺境内水尾先にて忽ち、七、八尺の深水と成り」(寛保洪水記録)と、青蓮寺(群馬県太田市若松町609、利根川169k左岸堤内地)付近の浸水記録が残っている。洪水の流れを平面二次元不定流モデルを用いて解析することにより、流量規模ごとの青蓮寺付近の水深を計算し、その計算水深が被害記録の水深(7尺: 2.1m~8尺: 2.4m)となる洪水の流量から寛保2年洪水の流量を推定することとした。

(前文缺) 両方ニ馬乗ニ屋根ヲ跨ギ在所ヲ離ル、耳ナラズ、何國ヘツクベキ當途モナク喚キ叫デ流ル、モアリ、カクノ如キノ大變ハマタ有ベキトモ思ハレズ、家ヲ流シ財寶ニ離レ、親ヲ失ヒ妻子ヲ沈メ泣悲ムモノ数ヲ知ラズ、馬、猫等ノ流ル、事目ニ触レテ夥シ、都テ今年ノ大水ハ四五ヶ國トハ中ナガラ別シテ武上兩國ハ古今未聞ノ大難ナリ、先ツ武蔵國大荒ノ其場所ハ西ハ府中、八王子、秩父山ノ麓ヨリ乾ノ方ヘ押廻シ、荒川ノ西縁通リ吉見領ヲ始トシテ本田、次(須)賀沼、川原憲彦、熊谷、本庄筋、新町辺ヨリ眞直ニ東ノ方ヘ押流シ、忍領、騎西領、羽生領、幸手、栗橋、川辺領、扱南ハ江戸、葛西、本所、深川、浅草通リ東北ヘ見渡シテ二合半ノ在々所々、奥海道ノ道筋ハ千住ヨリ栗橋マデ十里餘リノ其間、床上リセヌ所ナシ、ソレヨリ東南ノ内悉押流、下總、常陸、平地ノ村里都テ一面ニ渺々トシテ海上ヲ見ルニ似タリ、上州ハ西北ノ角妙義山ノ麓ヨリ碓氷(氷)川、烏川、神奈(流)川ヲ押出シ、板鼻、八幡、高崎ノ茶屋町通リ御城ノ北西ヨリ倉金(倉野)ヘ押出シ、中仙道ノ馬継宿、玉村、芝町、御(五)料ノ御番所、又夕櫛名山ノ麓ヨリ前橋、伊勢崎、福嶋御番所、在々所々ヲ押流シ、烏、神奈(流)、利根、荒川一ツニ成テ流レタリ、カク方々ノ川々一面ニ成リテ流レシカバ山甲ノ隔モナク水長七八尺ヨリ二丈餘マデ増重リ、見渡ストコロ一遍ニシテサナガラ潮ノ湧ガ如シ、先年モ洪水コレアル節ハ水計杭ニテハカリ見ルニ、大體七八合ヲ洪水ト云、十合ノ水ハ近年コレナキ所ニ今度八朔ノ大水ハ利根川ニテ十六合、堤ヲ防グ方便モナシ、如何様コレハ只事ニ非ズ、神代ヨリ以來初テノ大水ナルベシト評判アリシ事ニ候、

一 八月一日夜ノ八ツノコロ上利根川ノ北側ニテ武蔵島村ノ住宮下庄左衛門ト云川岸間屋ノ左右ヲ押切、直ニ岩松ヘ押掛シユヘ、青蓮寺境内水尾先ニテ忽チ七、八尺ノ深水ト成リ、庫裏、方丈、座布(敷)、寢所、床ノ上一尺五寸、土蔵ハ少シ窪地故縁ノ上三尺ノ水長也、土ノ間ハ深クシテ五尺アマリモ水入候、依之味噌、醬油ノ桶樽其外ノ

図 4-6 寛保2年洪水の被害記録

(大谷貞夫著「江戸幕府治水政策史の研究」、1996年、雄山閣出版刊行)



図 4-7 青蓮寺浸水記録

## ② 平面二次元不定流計算モデル

迅速図（明治 16 年～18 年発刊 明治政府）が作成されている範囲を対象に平面二次元不定流計算モデルを構築し、それを用いて洪水流の計算を実施し、青蓮寺付近の水深を算出した。

迅速図が作成されている区間より上流の区間については、新たな流出計算モデルを用いた流出計算により流量ハイドログラフを作成し、そのハイドログラフを平面二次元不定流計算モデルに与えることとした。

### ●計算条件

#### 1) 基礎式

運動方程式

X 方向

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial(u \cdot M)}{\partial x} + \frac{\partial(v \cdot M)}{\partial y} = -g \cdot h \cdot \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_{xb}}{\rho}$$

Y 方向

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial(u \cdot N)}{\partial x} + \frac{\partial(v \cdot N)}{\partial y} = g \cdot h \cdot \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_{yb}}{\rho}$$

$$\tau_{xb} = \rho \cdot g \cdot n^2 \cdot \frac{u \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}}$$

$$\tau_{yb} = \rho \cdot g \cdot n^2 \cdot \frac{v \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}}$$

連続式

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

$M$  : X 方向の流量フラックス、 $N$  : Y 方向の流量フラックス  
 $u$  : X 方向の流速、 $v$  : Y 方向の流速

$g$  : 重力加速度、 $\rho$  : 水の密度  
 $h$  : 水深、 $H$  : 水位  
 $\tau_{xb}$  :  $X$  方向の底面せん断力、 $\tau_{yb}$  :  $Y$  方向の底面せん断力  
 $n$  : 粗度係数

## 2) 計算範囲

寛保2年当時の地盤高については、記録が残っておらず復元できないため、青蓮寺周辺の地域の地盤高が記載された現存の資料のうち、当時に近い資料である迅速図（明治16年～明治18年測量）を使用することとした。計算は迅速図が作成されている範囲を対象とし、下流端は現在の距離標で139.5kから上流端は同じく216.0kとした。

対象範囲を100mメッシュで分割し、各メッシュの地盤高、線盛土高は迅速図に記載されている等高線、単点標高から設定した。また、滞筋については迅速図から読み取り設定した。

## 3) 粗度係数

河川砂防技術基準（案）同解説 調査編（平成9年9月）に記載されている、河川や水路の状況と粗度係数の範囲、氾濫解析におけるモデル定数等の決定等を参考に、滞筋が存するメッシュの粗度係数は、0.03とし、それ以外のメッシュは0.06とした。

## 4) 境界条件

寛保2年洪水の降雨波形は記録が残っていないことから、250におよぶ市区町村等の市史及び150冊以上の歴史関連書籍を参考に、寛保2年洪水は関東地方を南東から北西に通過した台風による洪水であったと推定した。

台風経路が類似の4洪水（昭和24年8月洪水、昭和34年8月洪水、昭和57年7月洪水、昭和57年9月洪水）を選定した。選定した洪水の降雨波形を用いて新たな流出計算モデルにより、基準地点八斗島の流出計算結果が20,000m<sup>3</sup>/s、22,000m<sup>3</sup>/s、24,000m<sup>3</sup>/s、26,000m<sup>3</sup>/s、28,000m<sup>3</sup>/s、30,000m<sup>3</sup>/sとなるよう引き伸ばしを行い、それらの計算における図4-8に示す11地点のハイドログラフを平面二次元不定流計算モデルに与えた。

計算の下流端は、完全越流でモデル外へ流出することとした。

線盛土が位置する箇所において、メッシュ間を通過する流量は本間の越流公式により算出した。

（本間の越流公式）

$$\text{完全越流 } (h_2/h_1 < 2/3) \quad Q_0 = 0.35 \cdot h_1 \sqrt{2gh_1} \cdot B$$

$$\text{潜り越流 } (h_2/h_1 \geq 2/3) \quad Q_0 = 0.91 \cdot h_2 \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \cdot B$$

ただし、 $h_1$ 、 $h_2$ は線盛土敷高から測った水深で、高い方を $h_1$ 、低い方を $h_2$

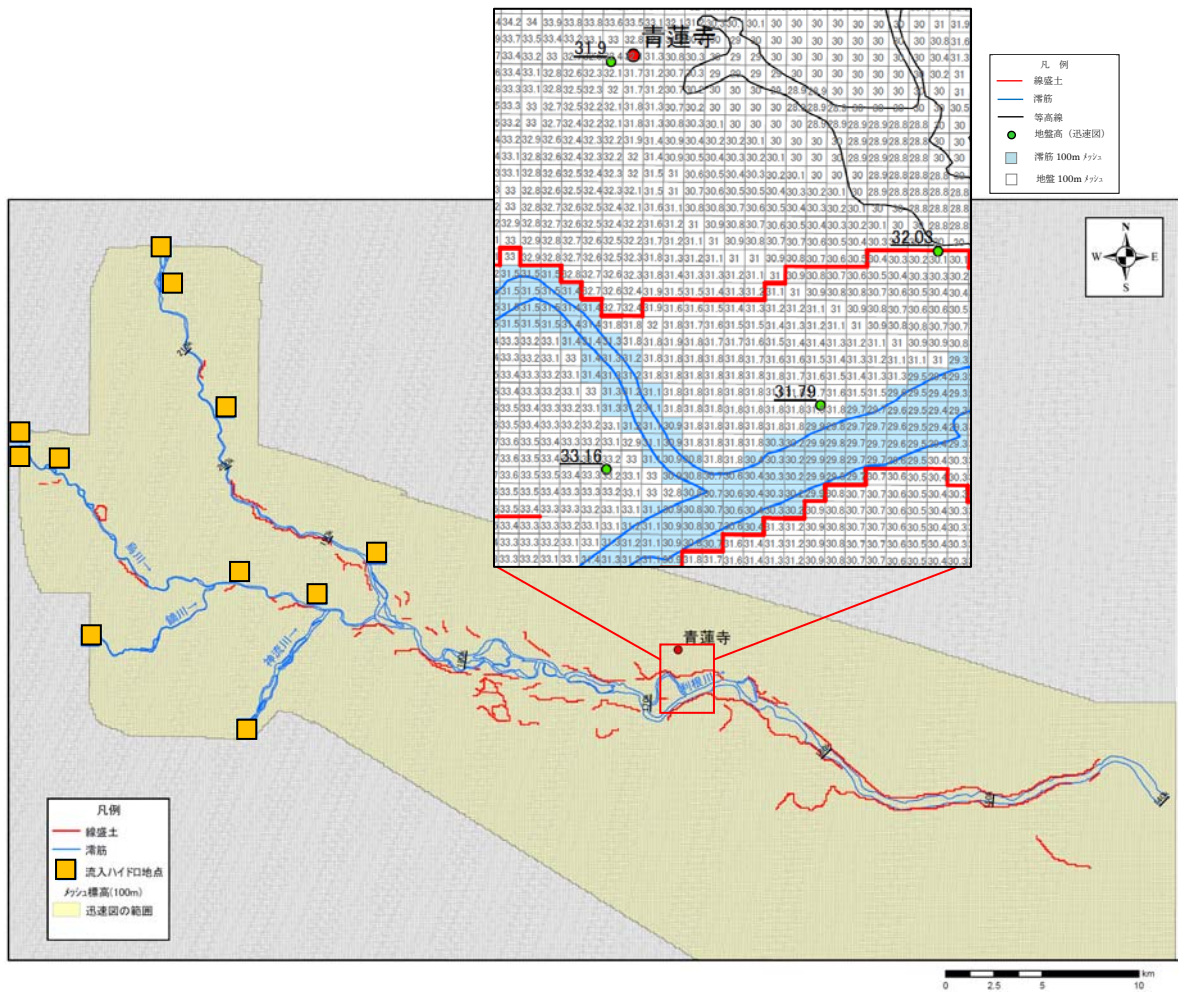


図 4-8 計算範囲

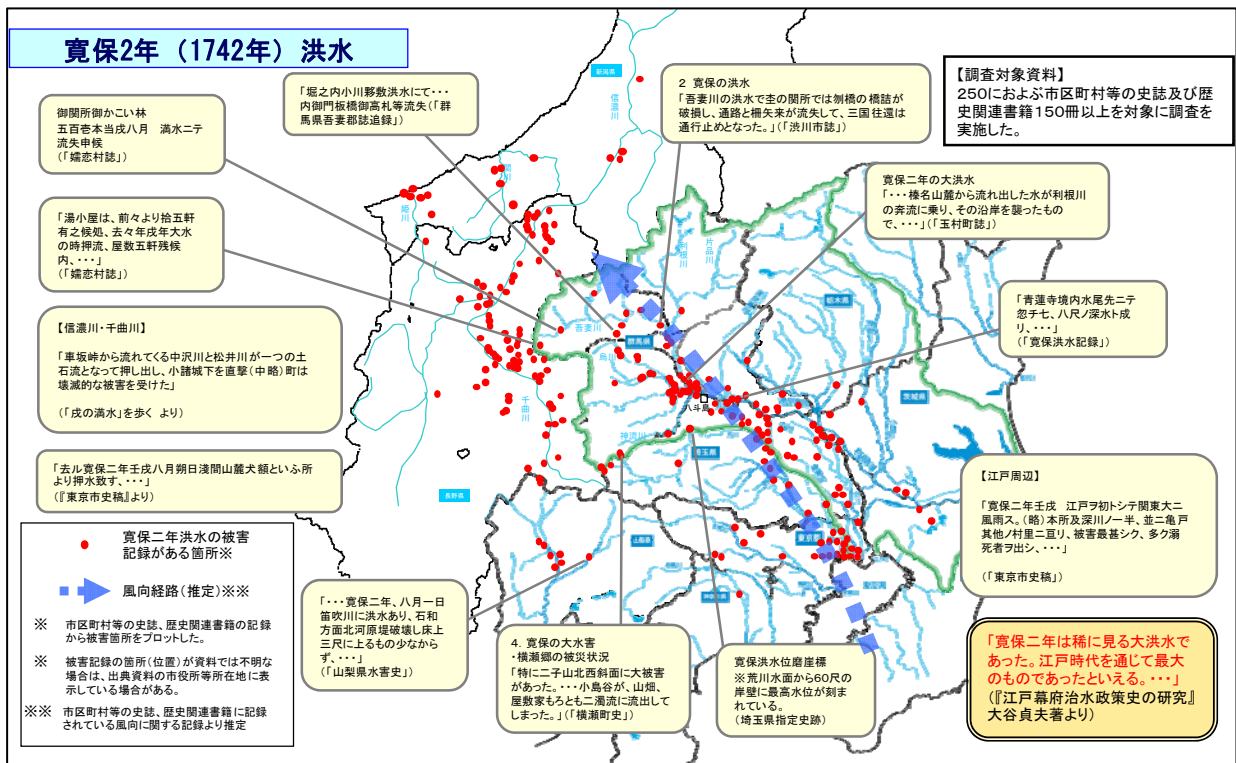


図 4-9 台風経路 (推定) と被害記録



### ③ 計算結果

計算結果と被害記録の水深を比較検証した結果、寛保2年洪水は基準地点八斗島において  $22,000\text{m}^3/\text{s} \sim 26,000\text{m}^3/\text{s}$  程度の出水であったと推定される。

表 4-17 計算結果（一覧）

降雨波形	青蓮寺付近の被害記録の水深 (m)	青蓮寺の計算水深 (m)	基準地点八斗島における流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
S24.8	2.1m~2.4m	2.06	20,000
S24.8		2.22	22,000
S24.8		2.22	24,000
S24.8		2.37	26,000
S24.8		2.52	28,000
S34.8		1.97	20,000
S34.8		2.14	22,000
S34.8		2.32	24,000
S34.8		2.49	26,000
S57.7		1.96	20,000
S57.7		2.14	22,000
S57.7		2.32	24,000
S57.7		2.50	26,000
S57.9		2.04	20,000
S57.9		2.26	22,000
S57.9		2.46	24,000

：計算水深が被害記録の水深の範囲内にあるもの

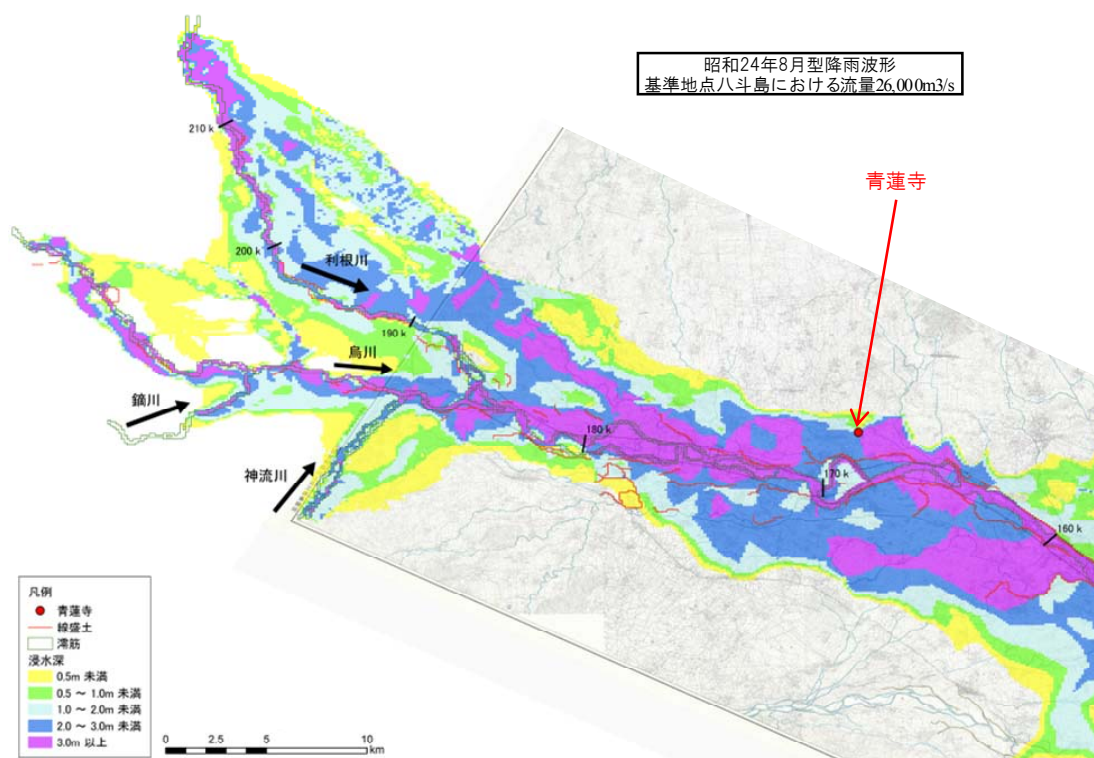


図 4-10 昭和 24 年 8 月降雨波形計算結果（基準地点八斗島における流量  $26,000\text{m}^3/\text{s}$ ）

#### (4) 1/200 モデル降雨波形による検討

実績降雨群の波形の全ての降雨継続時間において、1/200 年超過確率の雨量となるモデル降雨を設定し、基準地点八斗島での流量検討を行った。

##### ●モデル降雨波形の作成

モデル降雨波形は、全ての降雨継続時間において、1/200 年超過確率の雨量となるように設定するとともに、実際の洪水の降雨波形に類似するように設定する。

具体的には、1/200 年超過確率の  $n$  時間雨量 ( $n=1,2,\dots,72$ ) を算出し、対象洪水の降雨波形のピーク位置に 1/200 年超過確率の 1 時間雨量を配置する。さらに 1/200 年超過確率の 2 時間雨量から 1/200 年超過確率の 1 時間雨量分を先取りした残りの雨量を、対象洪水の降雨波形におけるピークの前 1 時間と後 1 時間の時間雨量を比べて大きい方に配置する。以降、同様に 1/200 年超過確率の 3 時間雨量から 1/200 年超過確率の 2 時間雨量分を先取りした残りの雨量を、対象洪水の降雨波形におけるピーク付近 2 時間の前 1 時間と後 1 時間の時間雨量を比べて大きい方に配置する。このような処理を降雨継続時間まで行ってモデル降雨波形を作成する。

1/200 年超過確率の  $n$  時間雨量の算出に当たっては、八斗島地点上流域の時間雨量観測所のデータが入手できた昭和 11 年～平成 19 年において、八斗島地点上流域の流域平均 3 日雨量が年最大となる洪水及び 100mm 以上となる洪水の 3 日間の雨量を対象に、年最大の  $n$  時間雨量を求め、確率分布モデルはガンベル分布を用いた。

##### ●計算条件

###### 1) 洪水調節施設

上記(2)-1 と同様に、洪水調節施設がないものと仮定して計算を行う。

###### 2) 流出計算モデル

上記(2)-1 と同様に、流出計算は、新たな流出計算モデルを用いて行う。

###### 3) 雨量

上記(2)-1 と同様に、基準地点八斗島の実績流量（ダム・氾濫戻し流量）が大きい 10 洪水を抽出し、各洪水の降雨波形を基に作成した 1/200 モデル降雨を用いた。

##### ●計算結果

その結果、1/200 年超過確率規模の流量は基準地点八斗島において  $18,756\text{m}^3/\text{s}$ ～ $25,115\text{m}^3/\text{s}$  と推定される。



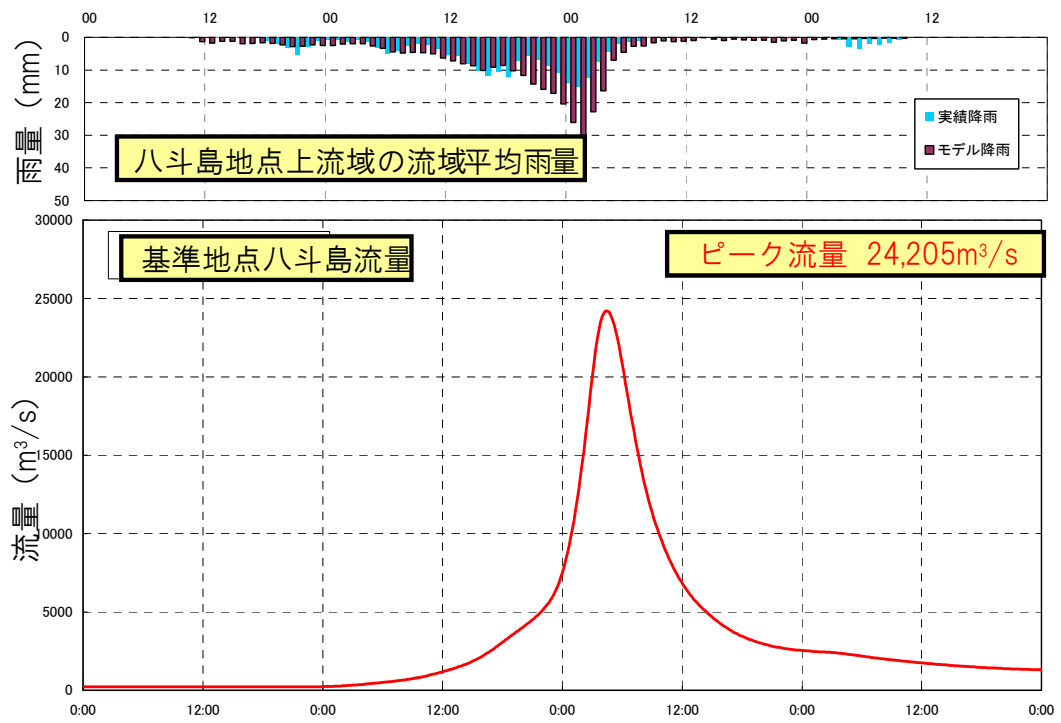


図 4-11 1/200 モデル降雨による検証ハイドログラフ(昭和 57 年 7 月型洪水)

(5) 基本高水のピーク流量

流量データによる確率からの検討により、基準地点八斗島における 1/200 年超過確率の流量は 18,402~26,817m<sup>3</sup>/s と推定した。

雨量データによる確率からの検討により、基準地点八斗島における 1/200 年超過確率規模の流量は、1/200 年超過確率の 3 日雨量を 336mm とした場合は 13,620~34,358m<sup>3</sup>/s、367mm とした場合は 15,448~39,778m<sup>3</sup>/s、341mm とした場合は 13,913~35,243m<sup>3</sup>/s と推定した。

既往洪水による検討により、基準地点八斗島における寛保 2 年洪水の流量は 22,000~26,000 m<sup>3</sup>/s と推定した。

確率規模モデル降雨波形による検討により、基準地点八斗島における流量は 18,756~25,115m<sup>3</sup>/s と推定した

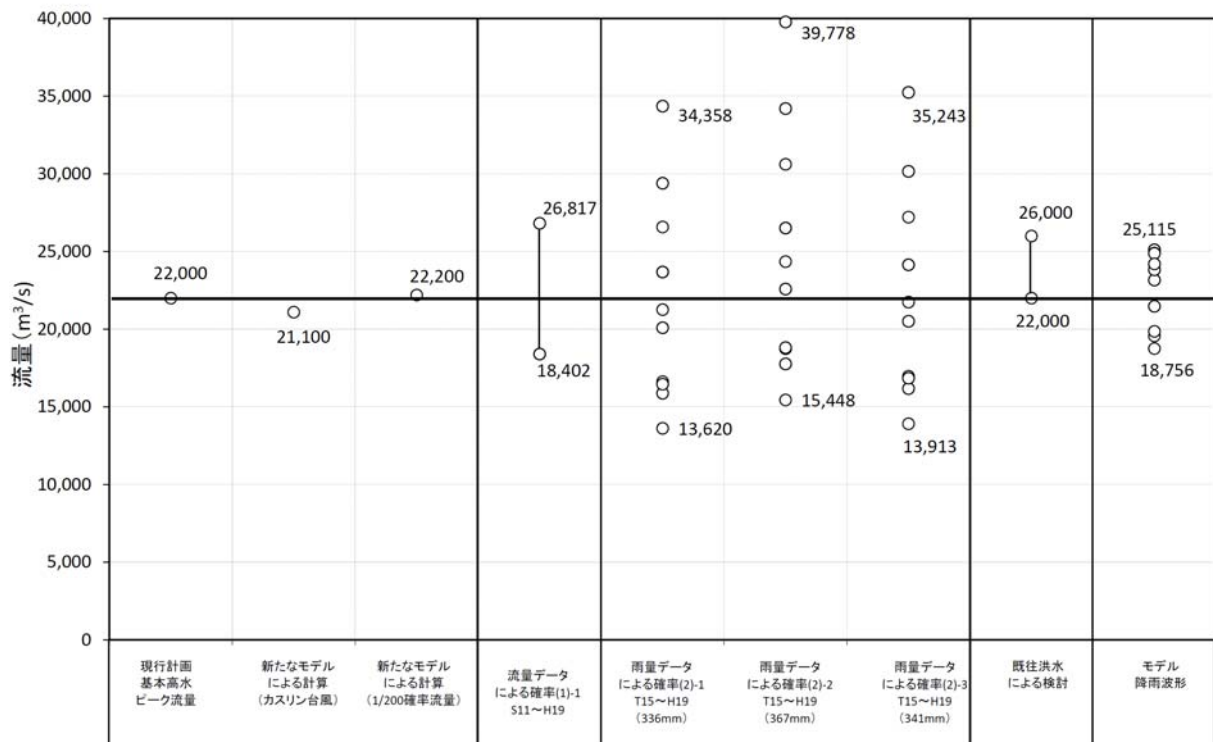


図 4-12 基本高水ピーク流量