

関係する住民の皆様よりいただいたご意見から得られた論点 及びそれに対する河川管理者の見解

『利根川・江戸川において今後20～30年間で目指す安全の水準に対する意見募集の実施について
—「利根川・江戸川河川整備計画」における治水対策に係る目標流量に関する意見募集—』を実施しました。
本資料は、意見募集に対して関係する住民の皆様よりいただいたご意見から得られた論点及びそれに対する
河川管理者の見解を整理し、関係する図表等とともにとりまとめたものです。

平成24年9月24日

国土交通省 関東地方整備局

論点1-1. 今後20～30年間で目指す安全の水準について (1/2)

【論点に関するご意見の例】

《「目指す安全の水準」は過大であるというご意見》

- 人口・資産の集中を理由に他の地域よりも安全度を高くすることは公正さを欠き、実現性も疑問である。
- 近年60年間、利根川・江戸川の堤防が破堤したことはなく、目標は過大である。

《「目指す安全の水準」は妥当であるというご意見》

- 氾濫域の人口・資産の集中から考えると、他の河川より相対的に高い安全の水準とするのは妥当である。
- 最低でも実績洪水17,000m³/sを目指すべきであり、実現可能な目標として妥当である。

《「目指す安全の水準」は過小であるというご意見》

- 氾濫域に我が国の政治・経済の中核機能が集中した地域を含んでおり、より高い安全の水準にすべき。
- この地域で被害が生じると国家的に損失であり、世界に影響を与えることから、この安全の水準では国家としての信用を失いかねない。

【河川管理者の見解】

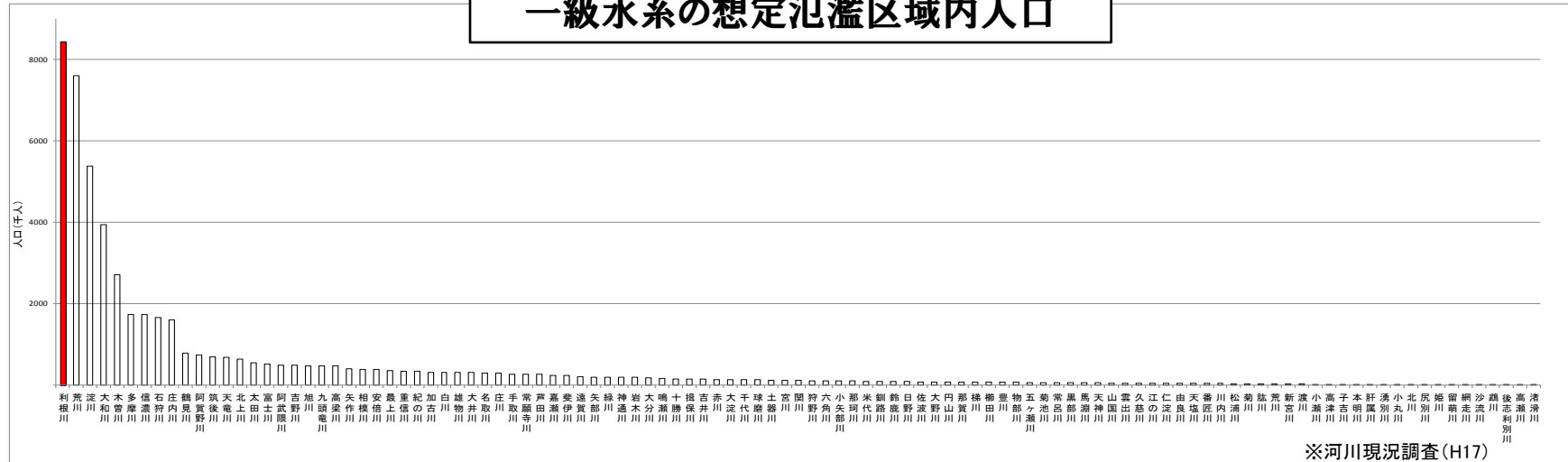
○ 全国のいわゆる直轄管理区間の河川整備計画においては、戦後最大の洪水を安全に流下させることを目標として目標流量を設定していることが多く、その結果として、河川整備計画の目標流量の規模は概ね年超過確率1/20～1/70の範囲となっています。

○ 「利根川水系利根川・江戸川河川整備計画(大臣管理区間)」(以下「利根川・江戸川河川整備計画」という。)において目指す治水安全度は、首都圏を抱える利根川水系の社会・経済的重要性を考慮し、全国の他の直轄河川における水準(概ね年超過確率1/20～1/70の範囲)と比較した場合に、相対的に高い水準(少なくとも1/70～1/80程度以上の安全の水準)を確保することが適切であると考えています。

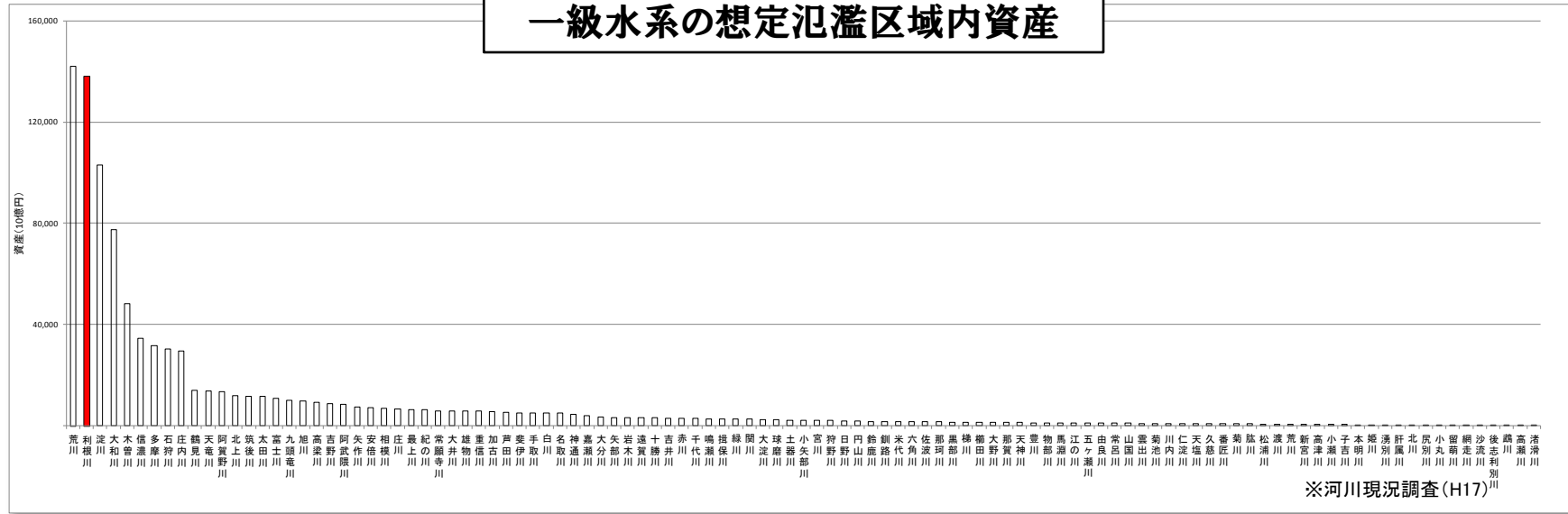
○ この考え方にに基づき、河川整備の実現可能性等を考慮して検討を行い、「利根川・江戸川河川整備計画」において目指す治水安全度(八斗島地点)を年超過確率1/70～1/80と設定することが妥当であると考えます。この年超過確率1/70～1/80に相当する流量(「治水対策に係る目標流量(案)」)を算出すると、17,000m³/sになりました。

論点1-1. 今後20~30年間で目指す安全の水準について (2/2)

一級水系の想定氾濫区域内人口



一級水系の想定氾濫区域内資産



論点1-2. 近年60年間の最大実績流量を目標とすべきというご意見について (1/2)

【論点に関するご意見の例】

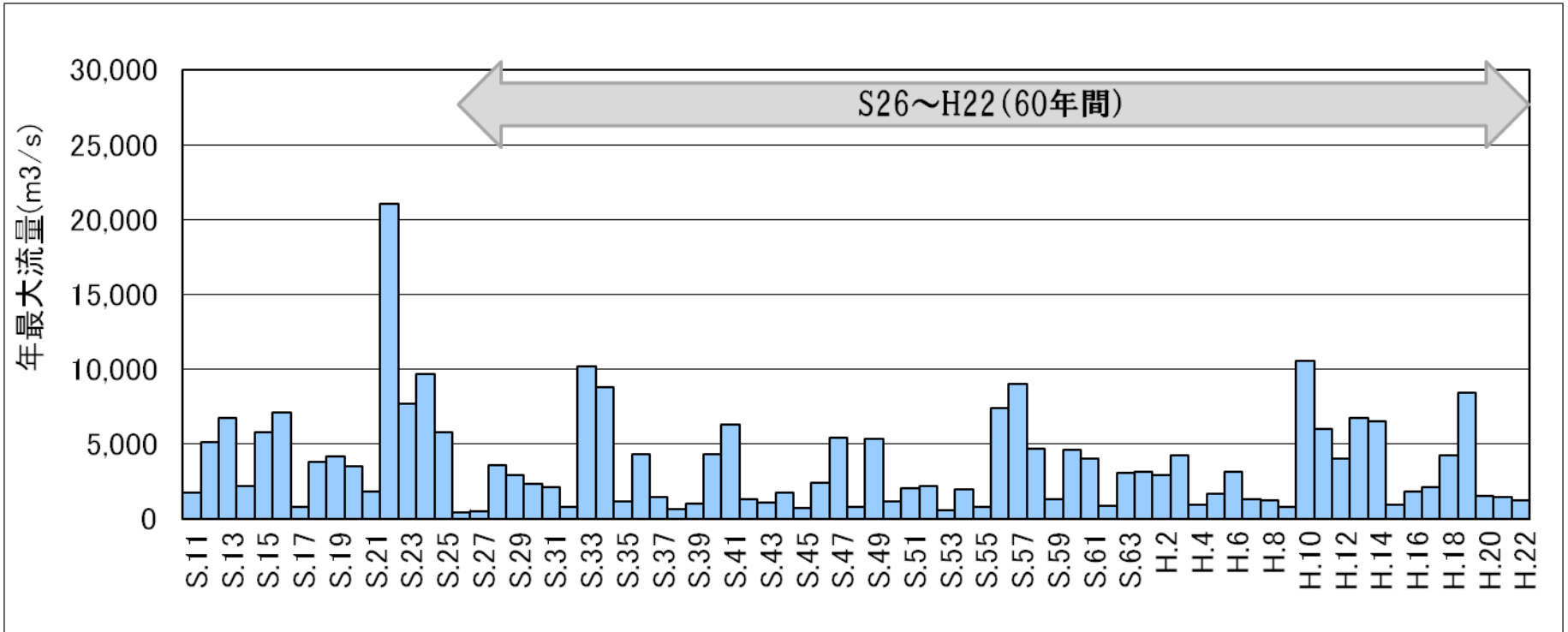
- 過去60年間、利根川の最大洪水実績流量は八斗島地点で約10,000m³/sであり、これに余裕を見た12,000～13,000m³/sを目標流量にすべき。
- 治水安全度から決めるのではなく、最近60年間の最大洪水実績流量を目標流量にすべき。

【河川管理者の見解】

- 近年60年間を昭和26年から平成22年と仮定すると、その間の基準地点八斗島における実績流量(ダム・氾濫戻し流量)の最大値は平成10年の10,590m³/sとなります。
- 「近年60年間の最大実績流量を目標流量とすべき」との旨のご指摘ですが、実績流量(ダム・氾濫戻し流量)である10,590m³/sを年超過確率で示すと概ね1/20～1/30です。
- また上記流量に余裕を見て「12,000～13,000m³/sを目標流量とすべき」との旨のご指摘については、同様に13,000m³/sを年超過確率で示すと概ね1/30～1/40です。
- 今後20～30年間で目指す安全の水準に関しては、項目番号1-1で述べたとおり、首都圏を抱える利根川水系の社会・経済的重要性等を考慮し、年超過確率1/70～1/80と設定することが妥当であり、ご指摘の「10,000m³/s～13,000m³/s」を目標流量とすることは適切ではないと考えています。

論点1-2. 近年60年間の最大実績流量を目標とすべきというご意見について (2/2)

年最大流量(実績流量(ダム・氾濫戻し流量))



社会資本整備審議会河川分科会(第44回) 資料1-4に一部加筆

論点1-3. 治水安全度を設定する方法をやめるべきというご意見について (1/1)

【論点に関するご意見の例】

- 治水安全度を設定する方法は、その安全度に見合う洪水までは災害を防止するが、それを超える洪水に対しては対応できないため、やめるべき。
- 治水安全度を設定する方法ではなく、想定外の洪水に対して壊滅的な被害を防止することを目標とすべき。

【河川管理者の見解】

- 河川の整備は、限られた費用と時間の制約の中で計画的に進め、他事業との計画調整等を図る必要があり、定量的な整備目標を定めて段階的に整備を行うことが不可欠だと考えます。
- また、施設整備には時間がかかるため、整備途上で施設能力以上の洪水が発生したり、計画規模まで整備が進んでもそれを超える自然の外力が発生し洪水氾濫した場合においても被害の最小化を図るため、「利根川・江戸川河川整備計画」において、地域ごとに必要に応じた対策についても検討を行い、記載する考えでおります。

論点1-4. 第4回利根川・江戸川有識者会議で示した治水安全度1/50と 今回示した安全の水準1/70～1/80が異なることについて (1/1)

【論点に関するご意見の例】

- これまで治水安全度を1/50、目標流量を15,000m³/sと示していたが、なぜ異なる目標を示すのか。
- これまで示していた治水安全度1/50から高くする必要はない。

【河川管理者の見解】

- これまで「利根川・江戸川河川整備計画」を検討してきた過程で、第4回利根川・江戸川有識者会議(平成20年5月)において「現在の利根川水系の治水安全度の状況を考慮し、概ね1/50の洪水を安全に流下させるように河道の整備と洪水調節施設の整備をバランスよく行うことを考えている」との旨を示しました。
- その後いただいた流域の地方公共団体等からのご意見、ご要望を踏まえつつ検討を行い、項目番号1-1で述べた考え方で、「利根川・江戸川河川整備計画」において目指す治水安全度(八斗島地点)を年超過確率1/70～1/80、治水対策に係る目標流量を17,000m³/sとすることが適切と考え、意見募集を行ってきました。
- なお、平成18年から平成20年までの間、関東地方整備局においては、利根川・江戸川河川整備計画の策定に係る様々な検討を行っており、例えば、個別施設の配置に関する検討を行う際に、対象洪水の選定の目安として15,000m³/sを用いたことはありますが、目標流量の案として流量を提示した事実はありません。

論点1-5. 現状の利根川の流下能力について (1/2)

【論点に関するご意見の例】

- 現状の利根川・江戸川の安全の水準を明確にすべき。
- 八斗島付近の流下能力は計画高水流量規模(16,500m³/s)を有している。

【河川管理者の見解】

- 現在の利根川における八斗島地点を含む一連の区間の流下能力(河道)を年超過確率で示すと、概ね1/30~1/40となります。
- なお、ご指摘のとおり、八斗島地点における現在の流下能力(河道)は、16,500m³/sを有しています。

論点1-6. カスリーン台風の実績流量について (1/2)

【論点に関するご意見の例】

■ カスリーン台風の実績流量は約15,000m³/sであり、目標流量17,000m³/sは過大である。

【河川管理者の見解】

- 「カスリーン台風の実績流量は約15,000m³/s」との旨のご指摘ですが、昭和22年9月洪水(カスリーン台風)において、八斗島上流の3地点においてピーク流量付近の流量観測が行われており、この観測流量を流下時間の時間差を考慮して重ね合わせた八斗島地点における最大流量の推定値は17,000m³/sです。なお、氾濫等により相当量の浸水が生じていたと推定される状態の流量です。
- 今後20～30年間で目指す安全の水準に関しては、項目番号1-1で述べたとおり設定することが妥当と考えます。

論点1-6. カスリーン台風の実績流量について (2/2)

カスリーン台風の実績流量に関する文献

利根川の最大洪水量

利根川改修区域上流端に於いて如何程の洪水量が流下したかは不明であるので之を推定する。利根川上流域の上福島、烏川の岩鼻、神流川の若泉流量観測値があるので、之等の観測値を用いて、三川合流を求める。3観測地点より合流点までの距離は表1に示す如くであって流下速度を同表の如く仮定すると最大流量の合流点までの所要時間は表1の如くなる。3地点の流量時間関係がそのまま流下時間だけ遅れて合流点に於いても生じると仮定すれば、合流点に於ける流量一時間関係は之等の算術和で表わされる。

岩鼻の最大流量の到達すると考えられる18時32分より、上福島の最大流量の到達すると考えられる19時56分まで各時刻に於ける流量を推定すると表2の如くなる。之に依ると19時をはさんで約1時間位16,900m³/Sの最大洪水量が続いた計算になる。

表1

観測所名	流下速度	距離(km)	到達時間(分)
上福島	6m/sec	5.7	16
岩鼻	5m/sec	8.2	27
若泉	5m/sec	15.4	51

表2

時刻	合流量			
	上福島	岩鼻	岩泉	合流量
18:00	8,490	5,530	1,380	15,400
18:32	8,680	6,740	1,340	16,760
19:00	8,930	6,610	1,310	16,850
19:30	9,080	6,480	1,270	16,830
19:56	9,220	5,910	1,240	16,370
20:30	9,220	4,970	1,250	15,440
20:56	''	4,380	1,240	14,840

カスリーン颱風の研究 利根川水系に於ける災害の實相
(日本学術振興会群馬県災害対策特別委員会報告)より作成

論点1-7. 目標流量がカスリーン台風の実績流量を下回ることについて (1/1)

【論点に関するご意見の例】

- 整備目標がカスリーン台風の実績を下回るとは不安である。

【河川管理者の見解】

- 全国のいわゆる直轄管理区間の河川整備計画においては、戦後最大の洪水を安全に流下させることを目標として目標流量を設定していることが多く、その結果として、河川整備計画の目標流量の規模は概ね年超過確率1/20～1/70の範囲となっています。
- 利根川の場合には、戦後最大洪水は昭和22年9月カスリーン台風となり、大きな被害が発生した近年の洪水に対する再度災害防止洪水という観点からは同洪水規模を目標とすべきと考えられますが、同洪水の流量は約21,100m³/s(項目番号2-2参照)と推定され、長期的な視野に立って定める河川整備の最終目標である河川整備基本方針規模(1/200)の整備水準を20～30年間で達成することを目指すこととなり、現実的には不可能と考えられます。
- 今後20～30年間で目指す安全の水準に関しては、項目番号1-1で述べたとおり設定することが妥当と考えます。

論点2-1. 目標流量17,000m³/sの算出方法について (1/16)

【論点に関するご意見の例】

- 治水安全度1/70～1/80は目標流量17,000m³/sに相当するとしているが、科学的根拠はなく、恣意的な計算によるものである。
- 基本高水流量の算出に使用した流出計算モデルは、流量が過大に算出されるため問題である。

【河川管理者の見解】

- 八斗島地点における年超過確率1/70～1/80に相当する流量(「治水対策に係る目標流量(案)」)を算出すると17,000m³/sになります。
- これは、利根川の基本高水の検証を行い、データを点検した上で、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年の工事実施基本計画改定時と同様に、確率流量(総合確率法)の試算等を行いました。この過程で、八斗島地点におけるピーク流量とその年超過確率の関係を求めており、これを用いて上述の17,000m³/sを求めています。
- なお、利根川の基本高水の検証については、国土交通省が自ら行いましたが、学術的な評価を日本学術会議に平成23年1月に依頼し、9月に同会議から回答が示されました。また、国土交通省が行った利根川の基本高水の検証については、「利根川の基本高水の検証について」としてとりまとめ、公表してきています。

論点2-1. 目標流量17,000m³/sの算出方法について (2/16)

新たな流出計算モデルの構築

社会資本整備審議会河川分科会(第44回)
参考資料4-2 利根川の基本高水の検証について(概要)より作成

基礎式

- 八斗島上流における新たな流出計算モデルで用いる貯留関数法の基礎式は、次のとおりである。

①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、

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

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

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

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】*1、 $Q_{(t)}$: 直接流出高【mm/hr】、

T_1 : 遅滞時間【hr】、 K : 定数、 P : 定数、

$Q_{(t)}$: 直接流出強度【m³/s】、 A : 流域面積【km²】、

R_0 : 初期損失雨量【mm】、 R_{sa} : 飽和雨量【mm】、

R_{sum} : 総降雨量【mm】*2、 Q_{sum} : 総直接流出量【m³】、

f_1 : 一次流出率【無次元】、 $Q_{ca(t)}$: 流域からの流出量【m³/s】、

$Q_{b(t)}$: 基底流量【m³/s】

*1 地点観測雨量からティーセ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。

②河道の基礎式

$$S_{l(t)} = K \cdot Q_{l(t)}^P - T_1 \cdot Q_{l(t)}$$

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

$$Q_{l(t)} = Q_{(t+T_1)}$$

$S_{l(t)}$: みかけの貯留量【(m³/s)・hr】、 $Q_{l(t)}$: 遅れ時間 T_1 を考慮した流出量【m³/s】、

$Q_{(t)}$: 流出量【m³/s】、 $I_{(t)}$: 流入量【m³/s】、 T_1 : 遅滞時間【hr】、

K : 定数【無次元】、 P : 定数【無次元】、

論点2-1. 目標流量17,000m³/sの算出方法について (3/16)

新たな流出計算モデルの構築

社会資本整備審議会河川分科会(第44回)
参考資料4-2 利根川の基本高水の検証について(概要)より作成

流域分割

- 流域分割に当たっては、流域面積のバランス、地形(勾配)や降雨の傾向、河道状況を勘案しつつ、次の(i)及び(ii)の観点等から39の小流域に分割した。

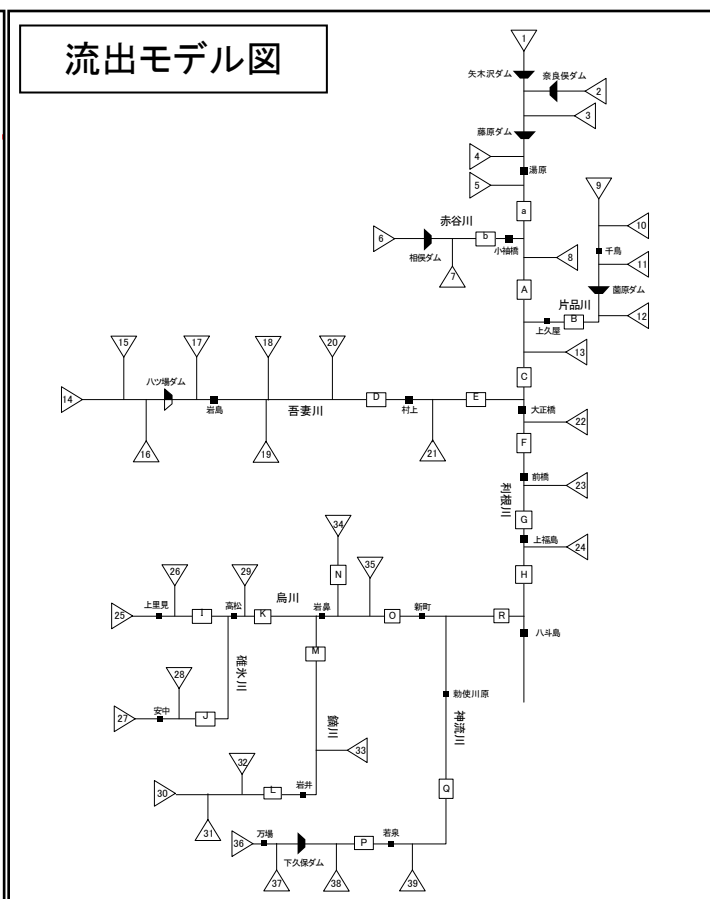
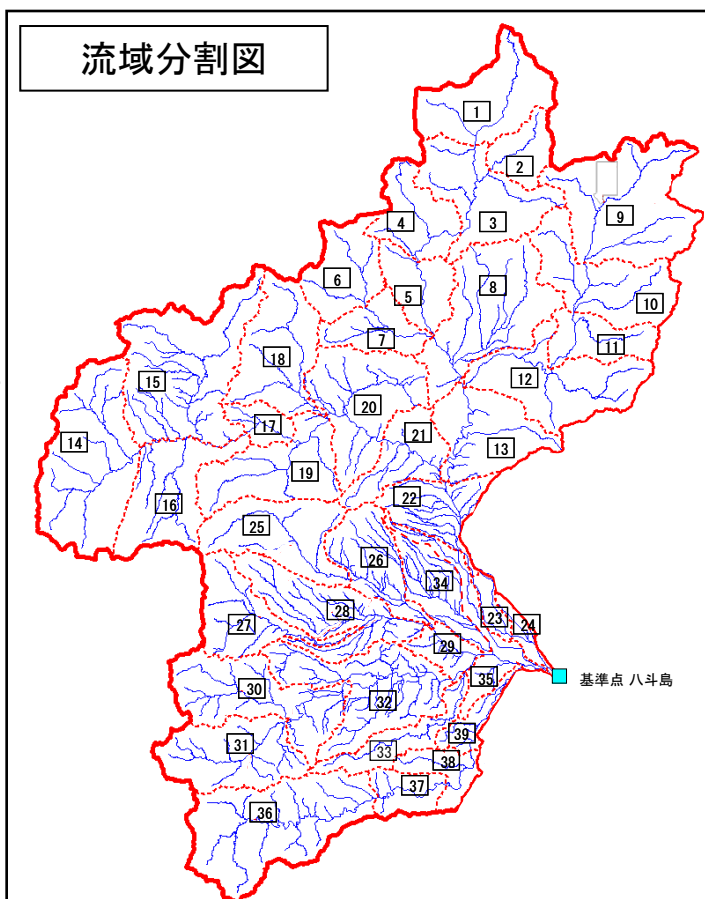
(i)観測所が整備され、データが蓄積されてきていることを踏まえ、より多くの地点で流量データと計算値の適合性の検討を行うことにより、精度の高い計算値が得られるよう、既設ダム地点、水位・流量観測所等が下流端となるように分割すること。

- 既設ダム地点 … 6箇所
 - 水位・流量観測所 … 20箇所
 - 水位観測所 … 3箇所
- 計 29箇所

(ii)大きな支川の合流点において、本支川の流量を算出できるように、合流地点が下流端となるように分割すること。
… 18箇所

その他、ハツ場ダム地点が下流端となるように分割。
… 2箇所

※(i)と(ii)の両方の観点で分割している小流域がある。



論点2-1. 目標流量17,000m³/sの算出方法について (4/16)

新たな流出計算モデルの構築

社会資本整備審議会河川分科会(第44回)
参考資料4-2 利根川の基本高水の検証について(概要)より作成

流域定数の設定(1/5)

1) 流域定数解析洪水

- 流域定数の設定に当たっては、近年30年間(昭和53年～平成19年)のデータの中から、八斗島地点の流量が比較的大きい洪水(以下「流域定数解析洪水」という。)を用いた。具体的には、八斗島地点の年最大流量の平均値に相当する3,500m³/sを上回る洪水が15洪水あり、これらを用いた。

流域定数解析洪水一覧表

NO.	洪水名	八斗島地点 ピーク流量 (m ³ /s)	NO.	洪水名	八斗島地点 ピーク流量 (m ³ /s)
1	昭和56年8月洪水	7,690	9	平成11年8月洪水	5,202
2	昭和57年7月洪水	7,991	10	平成12年9月洪水	3,971
3	昭和57年9月洪水	8,192	11	平成13年9月洪水	6,785
4	昭和58年9月洪水	4,267	12	平成14年7月洪水	5,972
5	昭和60年7月洪水	4,077	13	平成16年10月洪水	3,728
6	昭和61年9月洪水	4,454	14	平成18年7月洪水	3,929
7	平成3年8月洪水	4,589	15	平成19年9月洪水	7,755
8	平成10年9月洪水	9,222			

(出典:水文水質データベース)

2) 小流域ごとの流域平均時間雨量

- 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日とした。
- 流域定数解析洪水の小流域ごとの流域平均時間雨量は、ティーセン法により求めた。具体的には、八斗島上流域における雨量観測所(他機関も含む。)について、当該洪水の計画降雨継続時間内の時間雨量の観測データを整理し、毎1日間(昭和53年から平成7年までの洪水は9時～翌9時、平成8年以降の洪水は0時～翌0時)に欠測がない全ての雨量観測所を用いて、1日ごとにティーセン分割を行い、小流域ごとの流域平均時間雨量を求めた。

論点2-1. 目標流量17,000m³/sの算出方法について (5/16)

新たな流出計算モデルの構築

社会資本整備審議会河川分科会(第44回)
参考資料4-2 利根川の基本高水の検証について(概要)より作成

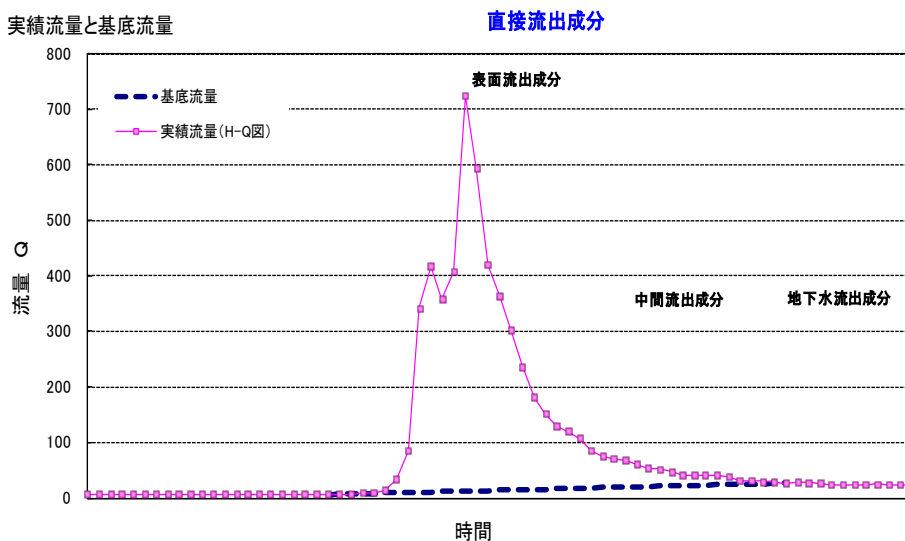
流域定数の設定(2/5)

3) 流出成分の分離

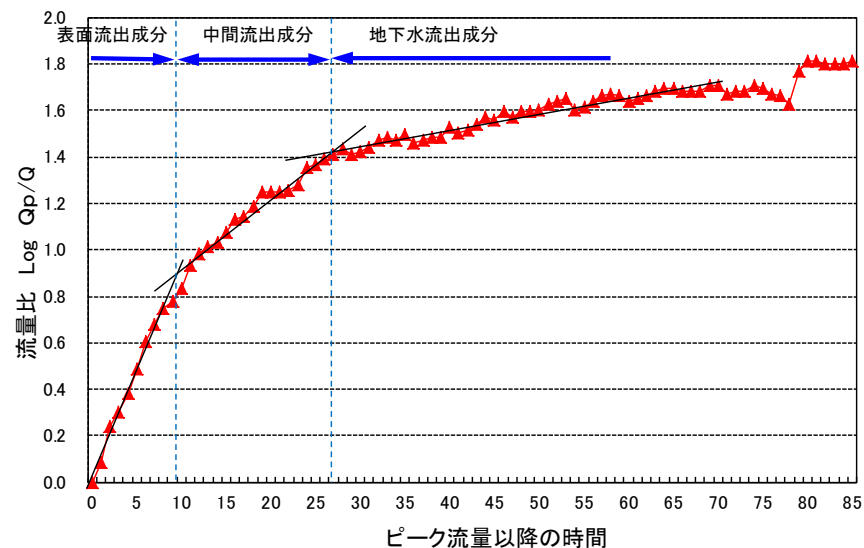
- 流域定数の設定を行う上で、H-Q図から読み取った実績流量のハイドログラフをもとに流出成分を分離し、流域定数解析洪水ごとに流域定数の解析地点のハイドログラフについて、ハイドログラフの低減部の指数低減性を利用する方法によって、直接流出成分と間接流出成分の分離を行い、各時刻の直接流出量と基底流量を求めた。
- 一般的に、ハイドログラフの低減部を片対数紙に描き、2本または3本の直線で近似すると、2本の場合はその折れ点、3本の場合には洪水の終わりから1つ目の折れ点が中間流出の終了時点と考えられている。今回は、ピーク以降の流量を3本の直線で分離し、洪水の終わりから1つ目の折れ点を直接流出の終了地点とした。

事例) 安中地点 H10洪水

実績流量と基底流量



流量低減部の成分分離



論点2-1. 目標流量17,000m³/sの算出方法について (6/16)

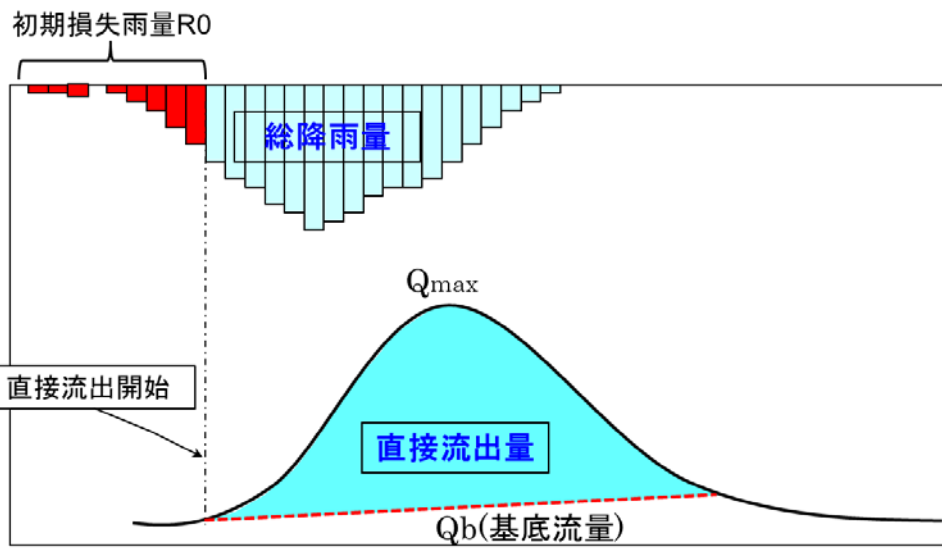
新たな流出計算モデルの構築

社会資本整備審議会河川分科会(第44回)
参考資料4-2 利根川の基本高水の検証について(概要)より作成

流域定数の設定(3/5)

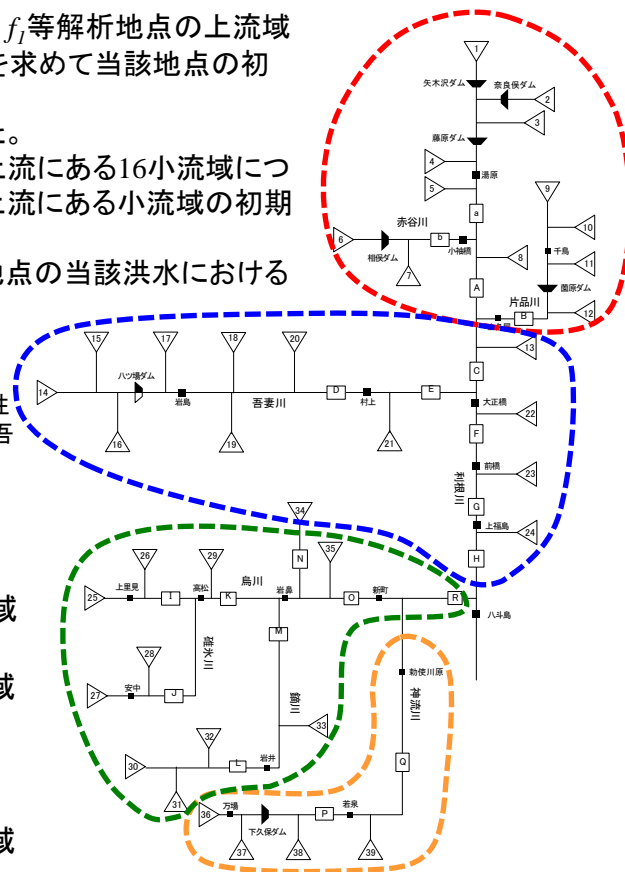
4) 初期損失雨量の設定

- 初期損失雨量は、次に示す地点(以下「 f_i 等解析地点」という。)を選定して、各地点において流域定数解析洪水ごとに求めた。
 - f_i 等解析地点(21地点)
 - (i) 分割した小流域の下流端となる流量観測所(20観測所)のうち、流域定数解析洪水のデータについて、 f_i 、 R_{sa} の解析が可能なデータが存在する流量観測所地点 … 12地点
 - (ii) 分割した小流域の下流端となる既設ダム地点 … 6地点
 - (iii) 流域定数解析洪水のデータについて、 f_i 、 R_{sa} の解析が可能なデータが存在する県管理ダム地点 … 3地点
- f_i 等解析地点において、流域定数解析洪水ごとに、初期損失雨量を求めた。具体的には、 f_i 等解析地点の上流域における流域平均時間雨量のハイトグラフにおいて、直接流出開始以前の時間雨量の和を求めて当該地点の初期損失雨量とした。
- 各小流域の初期損失雨量は、流域定数解析洪水ごとに設定することとし、次のように求めた。
 - f_i 等解析地点のうち、河川ごとに源流に最も近い9地点(以下「最上流地点」という。)の上流にある16小流域については、各最上流地点で求めた当該洪水における初期損失雨量を、当該最上流地点の上流にある小流域の初期損失雨量とした。
 - その他の23小流域については、中流域ごとに、当該中流域に含まれる全ての f_i 等解析地点の当該洪水における初期損失雨量の平均値を求め、当該中流域に属する小流域の初期損失雨量とした。



・中流域は、第四紀火山岩地帯の分布や流出の特性を考慮して奥利根流域、吾妻川流域、烏川流域、神流川流域の4つとし、八斗島上流の39の小流域を4つの中流域に分けた。

- 奥利根流域
- 吾妻川流域
- 烏川流域
- 神流川流域



論点2-1. 目標流量17,000m³/sの算出方法について (7/16)

新たな流出計算モデルの構築

社会資本整備審議会河川分科会(第44回)
参考資料4-2 利根川の基本高水の検証について(概要)より作成

流域定数の設定(4/5)

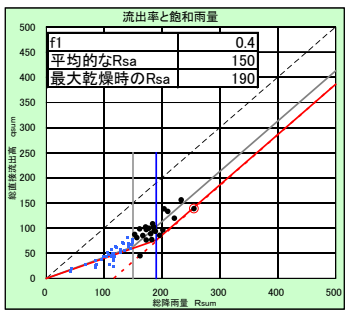
5) f₁・R_{sa}の設定

- 各小流域の f_i は、当該小流域が属する中流域の f_i とすることとし、中流域ごとに f_i を求めた。
具体的には、中流域ごとに、当該中流域に含まれる全ての f_i 等解析地点における全ての流域定数解析洪水の総降雨量 R_{sum} と総直接流出高 q_{sum} を1つの図にプロットし、ある R_{sa} を仮定して、総降雨量が R_{sa} より小さい点群について、その座標と原点を結ぶ直線の傾きの平均値を f_i としたときに、総降雨量が R_{sa} より大きい点群について、総降雨量と総直接流出高の差の平均値が $R_{sa} \cdot (1 - f_i)$ となることを満足するよう、 R_{sa} を変化させて求めた。なお、この R_{sa} を当該中流域の『平均的な R_{sa} 』とした。
ここで、総降雨量が大きい点群の下限を包絡する勾配が1.0の直線と、原点を通る傾きが f_i の直線の交点を『最大乾燥状態の R_{sa} 』とする。
- 実績の総降雨量と総直接流出高を求めることができる場合は、『洪水ごとの R_{sa} 』を求めた。
具体的には、当該地点を含む中流域の $R_{sum} - q_{sum}$ 図において、当該地点の当該洪水のプロットを通るように傾きが1.0の直線を引き、この直線と、原点を通る傾きが f_i の直線との交点のX座標を、当該地点の洪水ごとの R_{sa} とした。
- 各小流域の R_{sa} は、流域定数解析洪水ごとに設定することとし、次のように求めた。
最上流地点の上流にある16小流域については、各最上流地点で求めた当該洪水における洪水ごとの R_{sa} を、当該最上流地点の上流にある小流域の R_{sa} とした。
その他の23小流域については、中流域ごとに、当該中流域に含まれる全ての最上流地点の当該洪水における洪水ごとの R_{sa} の平均値を求め、当該中流域に属する小流域の R_{sa} とした。

奥利根流域

流域面積 (km ²)	1,667
第四紀火山岩地帯	319
非第四紀火山岩地帯	1,347
第四紀占有率(%)	19.2%

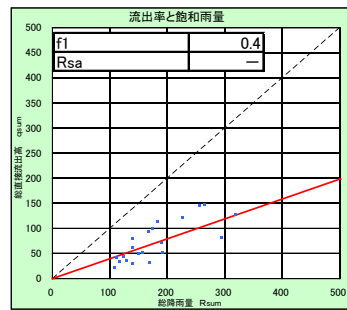
※面積は小数点以下四捨五入



吾妻川流域

流域面積 (km ²)	1,738
第四紀火山岩地帯	1,041
非第四紀火山岩地帯	696
第四紀占有率(%)	59.9%

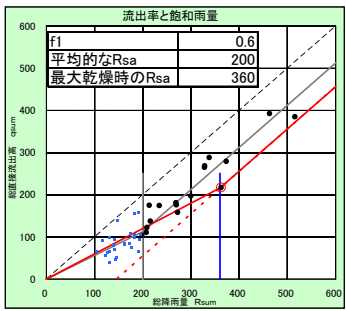
※面積は小数点以下四捨五入



烏川流域

流域面積 (km ²)	1,291
第四紀火山岩地帯	266
非第四紀火山岩地帯	1,025
第四紀占有率(%)	20.6%

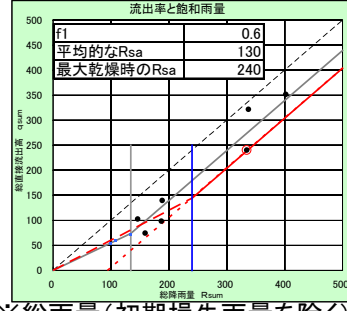
※面積は小数点以下四捨五入



神流川流域

流域面積 (km ²)	412
第四紀火山岩地帯	0
非第四紀火山岩地帯	412
第四紀占有率(%)	0.0%

※面積は小数点以下四捨五入



※総雨量(初期損失雨量を除く)

6) 小流域ごとの有効降雨

- 小流域ごとの有効降雨は、小流域ごとの流域平均時間雨量と $f_{(t)}$ から、次式により求めることができる。

$$re_{(t)} = f_{(t)} \times r_{(t)}$$

$$re_{(t)}: \text{流域平均有効降雨強度【mm/hr】}$$

$$f_{(t)}: \text{流入係数【無次元】}$$

$$r_{(t)}: \text{流域平均降雨強度【mm/hr】} * 1$$
 *1 雨量観測所の観測雨量からティーセン法により求めた流域平均時間雨量。初期損失分も含む。

ここで、 R_{sa} には初期損失雨量 R_0 が含まれないことに留意し、 $f_{(t)}$ は次のとおりである。

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

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

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

論点2-1. 目標流量17,000m³/sの算出方法について (8/16)

新たな流出計算モデルの構築

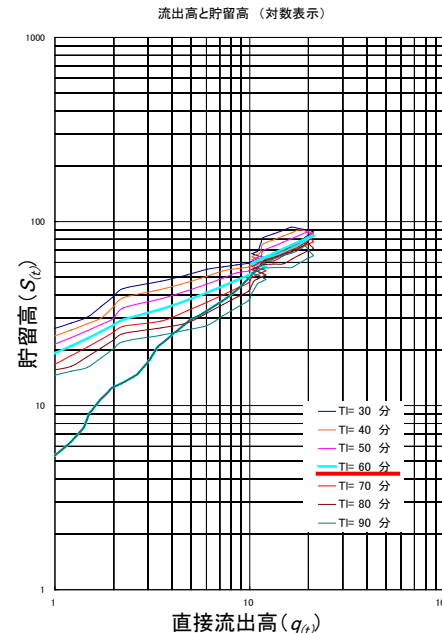
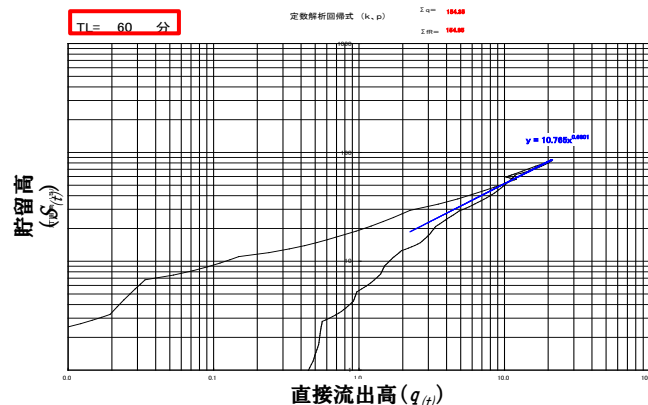
社会資本整備審議会河川分科会(第44回)
参考資料4-2 利根川の基本高水の検証について(概要)より作成

流域定数の設定(5/5)

7) 流域のK, P, T_fの設定

- 分割した小流域の下流端となる流量観測所地点及びダム地点のうち、流域定数解析洪水のデータについて、 K 、 P 、 T_f の解析が可能なデータが存在し、かつ、河道の影響を受けにくい地点(以下「 K 等解析地点」という。)が8地点あり、これらの地点で K 、 P 、 T_f の解析を行うこととした。
- 各 K 等解析地点における、流域定数解析洪水ごとの貯留高と直接流出高の関係を整理し、解析を行った。
具体的には、 T_f を少しずつ変えて貯留高と直接流出高を両対数でプロットして $S_{(t)}-q_{(t)}$ 図を作成し、最もループが小さくなる T_f を求めた。求めた T_f によって両対数でプロットした $S_{(t)}-q_{(t)}$ 関係を直線近似し、切片を K 、傾きを P として求めた。
このようにして洪水ごと、地点ごとの K 、 P 、 T_f を求めることとし、大きな洪水における流出量の再現性を考慮して、 K 等解析地点ごとに、 K 、 P は最大流量となる洪水の値を、 T_f は規模の大きい洪水の値の平均値を、それぞれ用いて、当該 K 等解析地点 K 、 P 、 T_f を求めた。
- K 等解析地点の上流にある13の小流域については、各 K 等解析地点で求めた K 、 P 、 T_f を、当該 K 等解析地点の上流にある小流域の K 、 P 、 T_f とした。
その他の26小流域については、 K 等解析地点に県管理ダム地点3地点を加えた合計11地点で求めた値から K 、 P 、 T_f を設定した(県管理ダム地点では、 K 等解析地点と同じ方法で地点ごとに K 、 P 、 T_f を求めている)。
具体的には、中流域ごとに、上記11地点のうち当該中流域に含まれる地点の平均値を求め、当該中流域に属する小流域の K 、 P 、 T_f とした。

例) 安中地点 平成10年9月洪水



河道定数の設定

- 河道定数 K 、 P の検討に当たっては、平成18年から平成22年までの最新測量断面を用いて、河道ごとに流量規模ごとの河道貯留量(s)を不等流計算により求め、流量と河道貯留の関係から、切片を K 、傾きを P として求めた。
- 河道の T_f については、定流の貯留関数と洪水流の貯留関数の関係から求めた。
- 流出計算に当たっては、全ての洪水の流出計算において、このようにして求めた K 、 P 、 T_f を用いた。

論点2-1. 目標流量17,000m³/sの算出方法について (9/16)

新たな流出計算モデルの構築

社会資本整備審議会河川分科会(第44回)
参考資料4-2 利根川の基本高水の検証について(概要)より作成

設定した定数の例

流域定数

流域 No	流域 面積	一次 流出率	飽和 雨量	流入係数	初期 損失 雨量	遅滞 時間	係数		開始 基底 流量
							A (km ²)	f1	
1	165.48	0.4	150	1.0	12.0	30	7.587	0.528	7.3
2	60.59	0.4	150	1.0	12.0	50	6.252	0.656	2.7
3	165.77	0.4	150	1.0	12.0	50	9.480	0.592	7.3
4	103.07	0.4	150	1.0	12.0	50	9.480	0.592	4.6
5	81.80	0.4	150	1.0	12.0	50	9.480	0.592	3.6
6	110.19	0.4	150	1.0	12.0	40	10.591	0.655	4.9
7	79.19	0.4	150	1.0	12.0	50	9.480	0.592	3.5
8	226.00	0.4	150	1.0	12.0	50	9.480	0.592	10.0
9	252.05	0.4	150	1.0	12.0	90	13.487	0.530	11.1
10	161.64	0.4	150	1.0	12.0	90	13.487	0.530	7.1
11	78.78	0.4	150	1.0	12.0	90	13.487	0.530	3.5
12	182.31	0.4	150	1.0	12.0	50	9.480	0.592	8.0
13	144.49	0.4	—	—	14.0	50	35.239	0.300	6.4
14	269.24	0.4	—	—	14.0	100	29.321	0.305	11.9
15	289.00	0.4	—	—	14.0	100	29.321	0.305	12.8
16	153.20	0.4	—	—	14.0	100	29.321	0.305	6.8
17	38.30	0.4	—	—	14.0	100	29.321	0.305	1.7
18	164.22	0.4	—	—	14.0	50	35.239	0.300	7.2
19	157.01	0.4	—	—	14.0	50	35.239	0.300	6.9
20	188.37	0.4	—	—	14.0	50	35.239	0.300	8.3
21	97.12	0.4	—	—	14.0	50	35.239	0.300	4.3
22	93.33	0.4	—	—	14.0	50	35.239	0.300	4.1
23	24.68	0.4	—	—	14.0	50	35.239	0.300	1.1
24	23.88	0.4	—	—	14.0	50	35.239	0.300	1.1
25	155.13	0.6	200	1.0	14.0	30	29.519	0.428	6.8
26	110.02	0.6	200	1.0	14.0	40	18.623	0.572	4.9
27	121.39	0.6	200	1.0	14.0	60	10.765	0.680	5.4
28	165.39	0.6	200	1.0	14.0	40	18.623	0.572	7.3
29	43.27	0.6	200	1.0	14.0	40	18.623	0.572	1.9
30	190.64	0.6	200	1.0	14.0	40	18.623	0.572	8.4
31	158.74	0.6	200	1.0	14.0	40	18.623	0.572	7.0
32	201.63	0.6	200	1.0	14.0	40	18.623	0.572	8.9
33	75.00	0.6	200	1.0	14.0	40	18.623	0.572	3.3
34	94.85	0.4	—	—	14.0	50	35.239	0.300	4.2
35	70.05	0.6	200	1.0	14.0	40	18.623	0.572	3.1
36	269.56	0.6	130	1.0	22.0	80	29.976	0.476	11.9
37	53.25	0.6	130	1.0	22.0	80	29.976	0.476	2.4
38	51.68	0.6	130	1.0	22.0	80	29.976	0.476	2.3
39	37.50	0.6	130	1.0	22.0	80	29.976	0.476	1.7
	5,107.81								225.5

河道定数

河道 No.	K	P	遅滞 時間
			TI (時間)
a	—	—	0.217
b	—	—	0.234
A	4.476	0.699	0.165
B	12.030	0.665	0.350
C	13.878	0.665	0.273
D	7.381	0.663	0.160
E	4.966	0.729	0.180
F	4.831	0.797	0.250
G	6.405	0.724	0.170
H	6.223	0.681	0.143
K	8.039	0.712	0.281
O	12.928	0.627	0.208
Q	9.401	0.727	0.509
R	7.492	0.632	0.127
N	7.515	0.644	0.306
I	6.235	0.742	0.318
J	8.598	0.654	0.269
M	1.660	0.752	0.095
L	16.279	0.614	0.333
P	6.775	0.684	0.268

注:各小流域の初期損失雨量、Rsa、基底流量は、新たな流出計算モデルの構築で算出した平均的な値である。

論点2-1. 目標流量17,000m³/sの算出方法について (10/16)

新たな流出計算モデルの構築

社会資本整備審議会河川分科会(第44回)
参考資料4-2 利根川の基本高水の検証について(概要)より作成

流出計算モデルの再現性の検討(1/2)

- 近年30年間(昭和53年～平成19年)の流量データを対象として、八斗島地点の流量が大きい洪水(以下「再現性検討洪水」という。)を用いることとした。具体的には、八斗島地点の流量が5,000m³/sを上回る洪水が8洪水あり、これらを用いた。

(再現性検討洪水)

昭和56年8月洪水	昭和57年7月洪水
昭和57年9月洪水	平成10年9月洪水
平成11年8月洪水	平成13年9月洪水
平成14年7月洪水	平成19年9月洪水

① 計算条件

1) 洪水調節施設

- 再現性検討洪水発生時に供用していたダムを下流端とする小流域からの流出量 Q_{cal} は、当該ダムにおける当該洪水の実績放流量とした。

2) 流出計算モデル

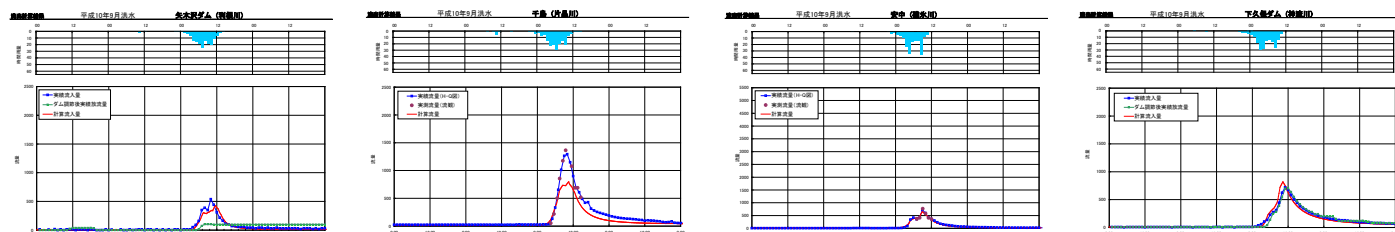
- 流出計算は、新たな流出計算モデルを用いて行う。
- 各小流域の流域面積、 f_l 、 K 、 P 、 TI と各河道の K 、 P 、 TI は全ての再現性検討洪水で同じ値とした。
- 各小流域の初期損失雨量、 R_{sa} 、基底流量は再現性検討洪水ごとに求めた値とした。
- 各小流域の基底流量は、八斗島地点において洪水ごとに流出成分の分離により求めた直接流出開始時点の八斗島地点の流量を、当該洪水の八斗島地点の基底流量の開始流量とした。この八斗島地点の基底流量の開始流量に八斗島上流域の流域面積における当該小流域の流域面積の割合を乗じた値を、洪水ごとの各小流域の開始基底流量とした。
- 新たな流出計算モデルにおいては、洪水の全ての時間を10分間隔で計算した。

3) 雨量

- 各再現性検討洪水の小流域ごとの流域平均時間雨量を用いた。

② 計算結果

上記の計算条件によって計算を行った。

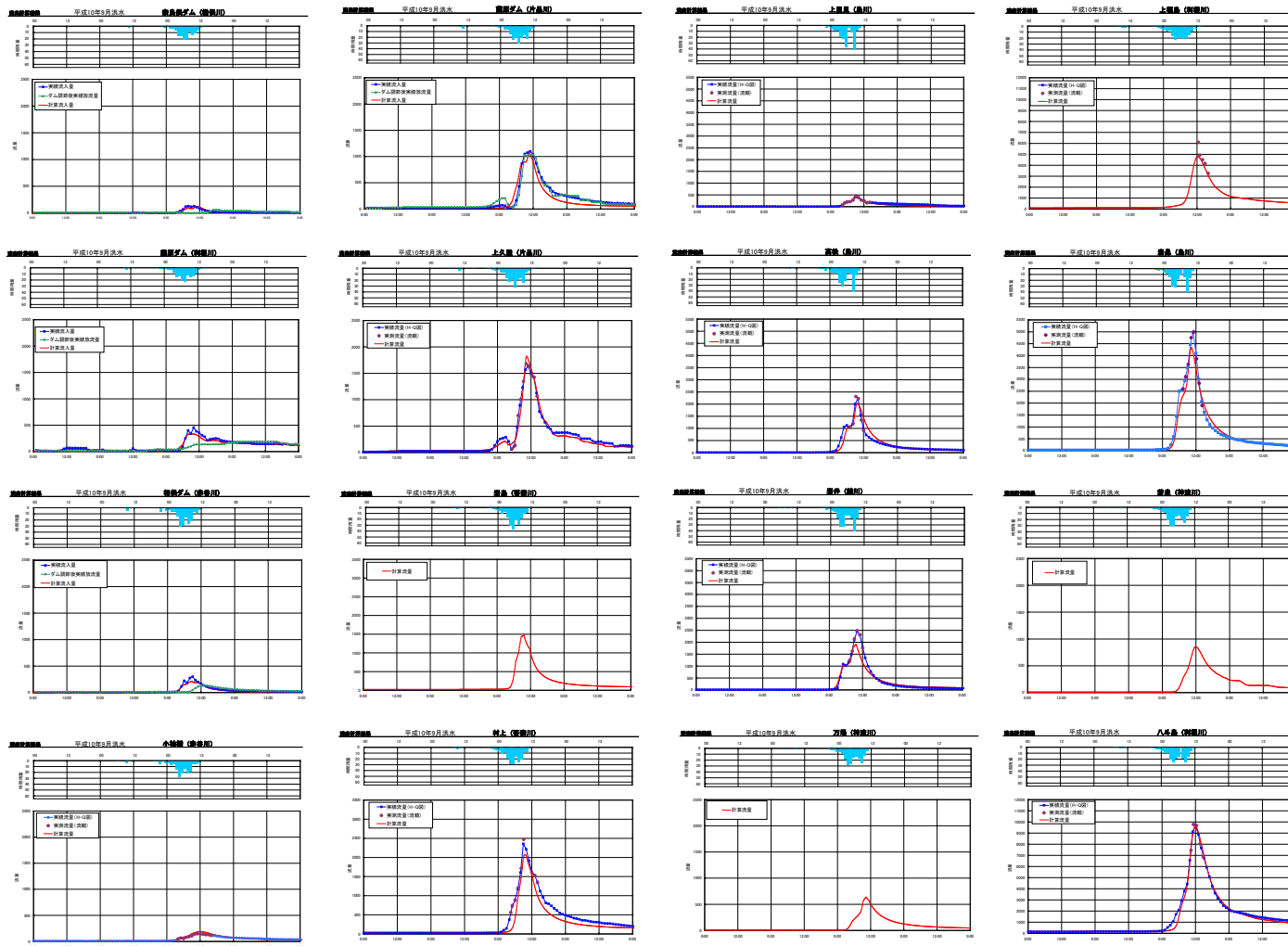


論点2-1. 目標流量17,000m³/sの算出方法について (11/16)

新たな流出計算モデルの構築

社会資本整備審議会河川分科会(第44回)
参考資料4-2 利根川の基本高水の検証について(概要)より作成

流出計算モデルの再現性の検討(2/2)



例) 平成10年9月洪水

論点2-1. 目標流量17,000m³/sの算出方法について (12/16)

新たな流出計算モデルを用いた流出計算の実施

社会資本整備審議会河川分科会(第44回)

参考資料4-2 利根川の基本高水の検証について(概要)より作成

- 新たな流出計算モデルを用いて、昭和55年の工事实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の計算を実施した。
- 観測史上最大流量(昭和22年9月洪水)については、現時点で収集可能な雨量データを収集し、雨量及び流量データの点検を行い必要に応じて修正して用いた。

観測史上最大流量

① 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。
- ・各小流域の流域面積、 f_p 、 K 、 P 、 T_f と各河道の K 、 P 、 T_f は「利根川の基本高水の検証について 平成23年9月」2.(3)で示した方法で求めた。
- ・各小流域の初期損失雨量、 R_{sa} 、基底流量は、新たな流出計算モデルの構築で算出した平均的な値とした。

3) 雨量

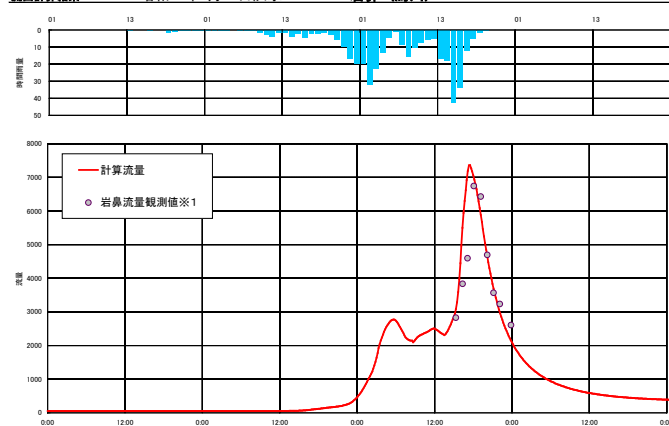
- ・毎1日雨量及び同期間の24時間雨量に欠測がない全ての雨量観測所を用いて、等雨量線法により、一日ごとに、小流域ごとの流域平均日雨量を求めた。
- ・流域内の地形、谷の方向、気象条件等を勘案し、時間雨量観測所ごとに当該時間雨量観測所の観測雨量の時間分布を当てはめる区域(以下「影響区域」という。)を定め、影響区域に属する小流域の流域平均降雨強度を求め、小流域ごとの流域平均時間雨量を作成した。

② 計算結果

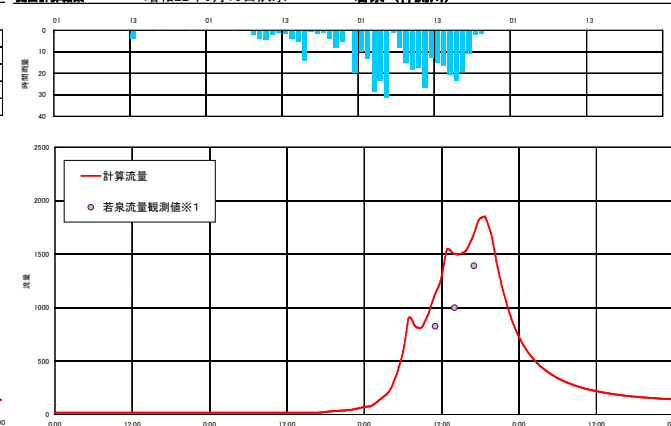
上記の計算条件によって計算を行い、八斗島地点におけるピーク流量は、約21,100m³/sとなった。

観測史上最大洪水の流出計算結果

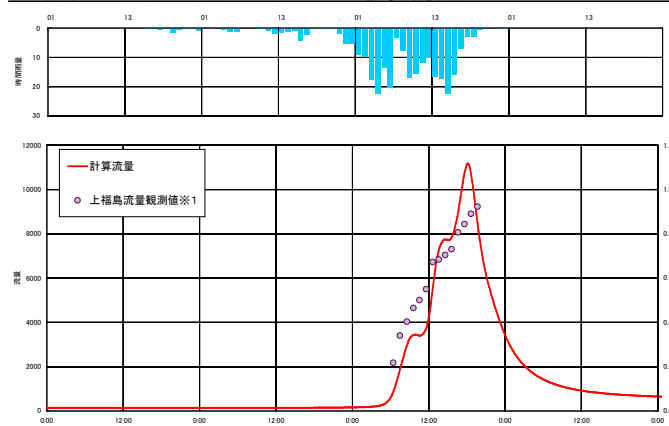
流出計算結果 昭和22年9月13日洪水 岩鼻(島川)



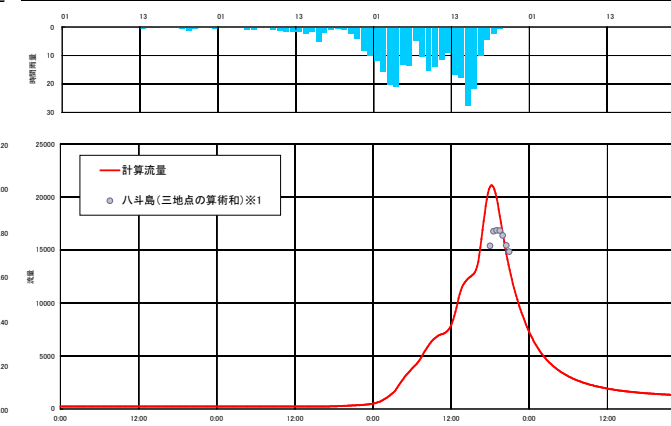
流出計算結果 昭和22年9月13日洪水 若泉(神流川)



流出計算結果 昭和22年9月13日洪水 上福島(利根川)



流出計算結果 昭和22年9月13日洪水 八斗島(利根川)



※1: 出典「カスリン颱風の研究」、「利根川の解析」

論点2-1. 目標流量17,000m³/sの算出方法について (13/16)

新たな流出計算モデルを用いた流出計算の実施

社会資本整備審議会河川分科会(第44回)

参考資料4-2 利根川の基本高水の検証について(概要)より作成

- 新たな流出計算モデルを用いて、昭和55年の工事实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の計算を実施した。
- 確率流量(1/200確率流量)については、近年の洪水を含めて、現時点において収集可能な雨量及び流量データを収集し、雨量及び流量データの点検を行い必要に応じて修正して用いた。
- 指数分布(積率法)による試算(1,000mmまでのRを与えて Q_p-R 関係を求めたもの)を以下に示す。

流量確率(1/3)

① 確率降雨量の算定

1) 流域平均3日雨量の算定

- ・雨量観測所のデータが入りできた大正15年から平成19年の日雨量データを用いた。
- ・昭和55年度の工事实施基本計画改定時と同様に、八斗島地点上流域の流域平均3日雨量が100mm以上となる洪水を抽出したところ、68洪水が該当した。

八斗島地点上流域の流域平均3日雨量が100mm以上となる68洪水(大正15年～平成19年)

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

2) 雨量確率分布の検討

- ・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積率法の3手法を用いて確率分布の母数推定を行った。
- ・SLSC (standard least squares criterion : 標準最小二乗規準)を用いて、適合度を検討したところ、全ての手法において、SLSCは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た。

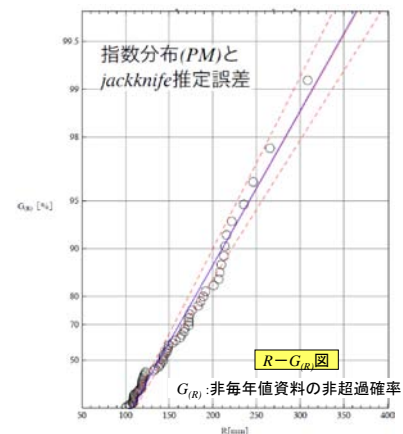
赤枠は時間雨量観測所のデータが収集できた昭和11年～平成19年までの62洪水

3) 確率降雨量

- ・jackknife推定誤差が小さい指数分布(積率法)の1/200超過確率は346mmとなった。
- ・非毎年値の非超過確率と毎年値の非超過確率の関係から1/200年超過確率雨量を求めると、336mmとなった。

② 代表降雨波形群の選定

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年間において、流域平均3日雨量が100mm以上の洪水が62洪水あり、その降雨波形を代表降雨波形群とした。



論点2-1. 目標流量17,000m³/sの算出方法について (14/16)

新たな流出計算モデルを用いた流出計算の実施

社会資本整備審議会河川分科会(第44回)

参考資料4-2 利根川の基本高水の検証について(概要)より作成

流量確率(2/3)

③ 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

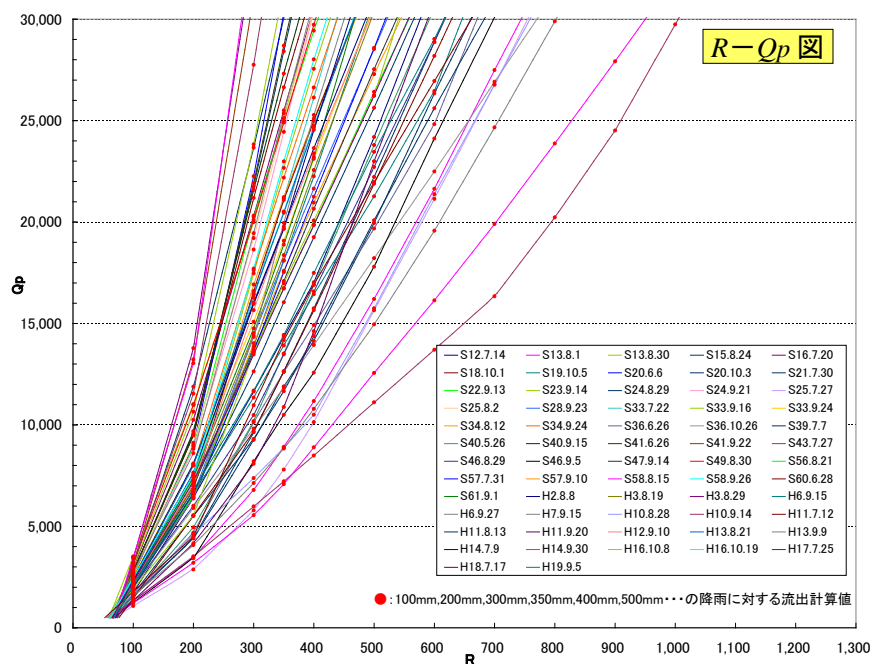
- ・流出計算は、新たな流出計算モデルを用いて行う。
- ・各小流域の流域面積、 f_i 、 K 、 P 、 T_i と各河道の K 、 P 、 T_i は「利根川の基本高水の検証について平成23年9月」2.(3)で示した方法で求めた。
- ・各小流域の初期損失雨量、 R_{sa} 、基底流量は、新たな流出計算モデルの構築で算出した平均的な値とした。

3) 雨量

- ・八斗島地点上流域の流域平均3日雨量(R)が任意の3日雨量(100mm、200mm、300mm、350mm、400mm、500mm、600mm、700mm、800mm、900mm及び1,000mm)となるよう、各代表降雨波形の小流域ごとの流域平均雨量の時間分布を引き伸ばし(引き縮め)、それぞれの任意の3日雨量における各代表降雨波形における小流域ごとの流域平均時間雨量を求めた。

④ 代表降雨波形ごとのピーク流量(Q_p)の算定

上記の計算条件で流出計算を行い、代表降雨波形ごとに、任意の八斗島地点上流域の流域平均3日雨量(R)に対するピーク流量(Q_p)を算出して R と Q_p の関係を求め、 $R-Q_p$ 図を作成した。



論点2-1. 目標流量17,000m³/sの算出方法について (15/16)

新たな流出計算モデルを用いた流出計算の実施

社会資本整備審議会河川分科会(第44回)
参考資料4-2 利根川の基本高水の検証について(概要)より作成

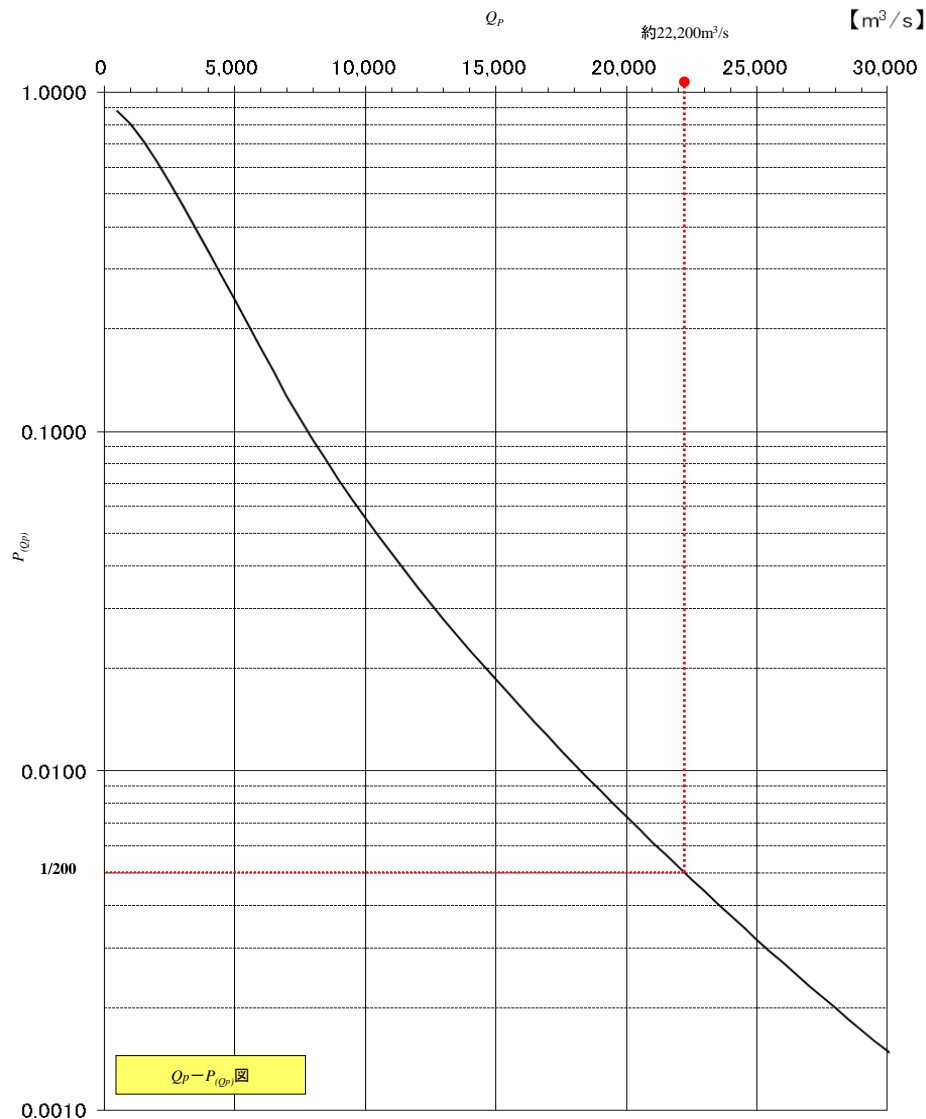
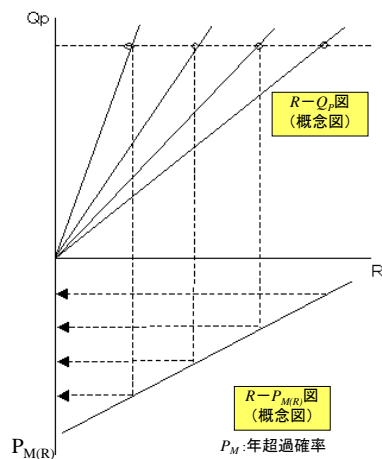
流量確率(3/3)

⑤ 確率流量の算定

- ・ $R - Q_p$ 図により、62の代表洪水波形ごとに任意の Q_p に対する雨量 (R_i) を読み取り、雨量の年超過確率 $P_{M(R_i)}$ より、各 R_i に対する年超過確率 $P_{M(R_i)}$ を算出し、任意の Q_p に対する年超過確率 ($P_{(Q_p)}$) を次式で定義し、 Q_p と $P_{(Q_p)}$ の関係を求め、 $Q_p - P_{(Q_p)}$ 図を作成した。

$$P_{(Q_p)} = \sum \frac{P_{M(R_i)}}{n} \quad (i=1,2,\dots,n(=62))$$

- ・ このようにして作成した $Q_p - P_{(Q_p)}$ 図から、八斗島地点における 1/200 確率流量は、約 22,200 m³/s となった。

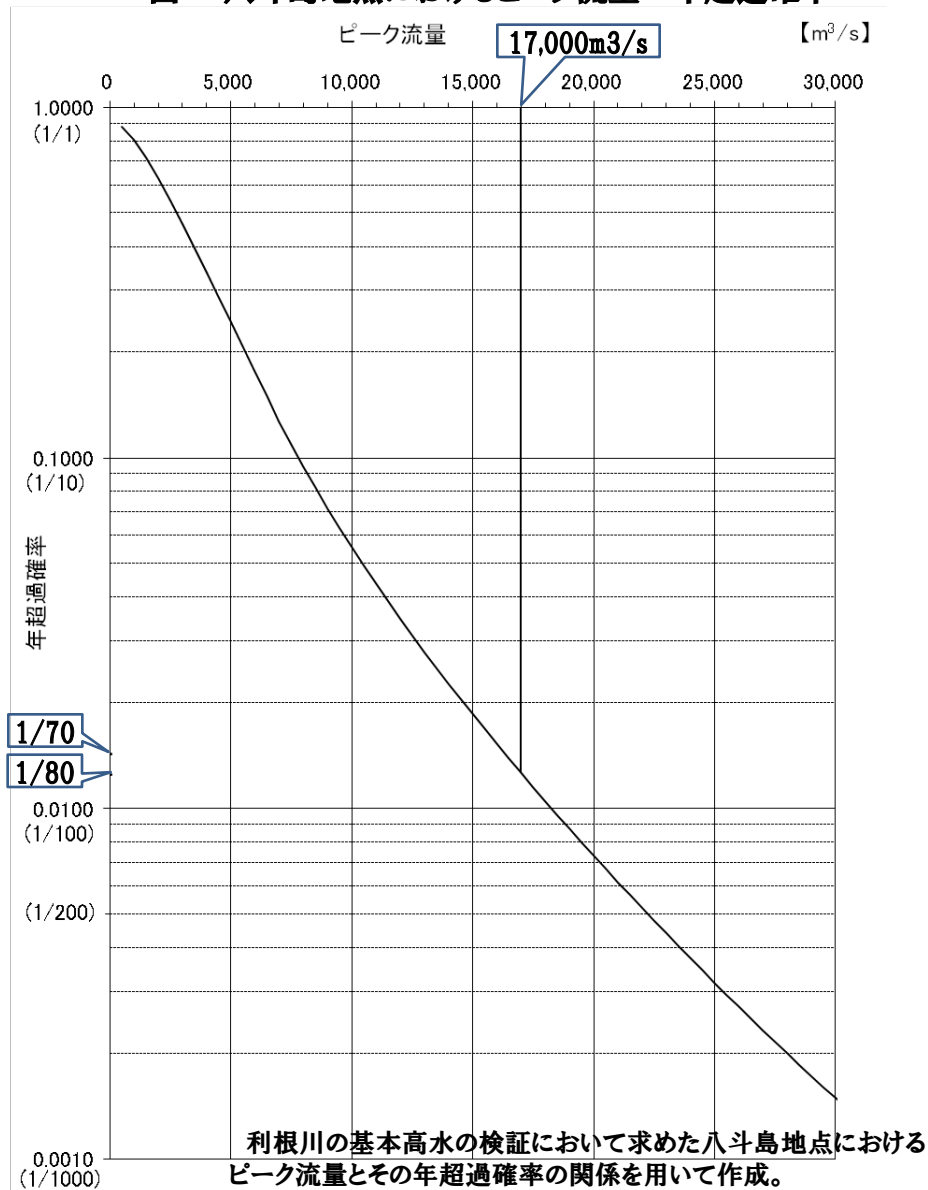


論点2-1. 目標流量17,000m³/sの算出方法について (16/16)

◆ 年最大流量標本は、基準地点八斗島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(72年間)を対象に、流域平均3日雨量が100mm以上の62洪水の降雨波形を代表降雨波形群として、確率流量図($Q_p - P_{(Q_p)}$)を用いて、基準地点八斗島における年超過確率1/70～1/80に相当する流量(「治水対策に係る目標流量※(案)」)を17,000m³/sと算出した。

※ 治水対策に係る目標流量は、洪水調節施設が存在しない状態で流出する場合の流量と仮定しています。

図 八斗島地点におけるピーク流量－年超過確率



【出典】 国土交通省:利根川の基本高水の検証について、平成23年9月

論点2-2. 流出計算モデルと実績流量の差について (1/1)

【論点に関するご意見の例】

- 昭和22年9月洪水は実績流量17,000m³/sとしているが、流出計算モデルで再現すると21,100m³/sとなるのはなぜか。

【河川管理者の見解】

- 「カスリーン台風の実績流量は17,000m³/s」との旨のご指摘ですが、昭和22年9月洪水(カスリーン台風)において、八斗島上流の3地点においてピーク流量付近の流量観測が行われており、この観測流量を流下時間の時間差を考慮して重ね合わせた八斗島地点における最大流量の推定値は17,000m³/sです。なお、氾濫等により相当量の浸水が生じていたと推定される状態の流量です。
- 一方、「カスリーン台風をモデルで再現すると21,100m³/s」との旨のご指摘ですが、利根川の基本高水の検証において新たに構築した流出計算モデルを用いて、データ点検後の実績雨量から、全て河道を流下すると仮定し、八斗島地点におけるピーク流量を求めると、約21,100m³/sとなります。

論点2-3. 総合確率法について (1/1)

【論点に関するご意見の例】

- 総合確率法は科学性が疑われており、治水安全度に対して目標流量は過大である。
- 雨量確率と流量確率が1:1に対応する仮定が不適切なので目標流量は過大である。

【河川管理者の見解】

- 「利根川・江戸川河川整備計画」における治水対策に係る目標流量(案)17,000m³/sは、利根川の基本高水の検証において求めた項目番号2-1第2段落で述べた関係を用いて求めています。
- 総合確率法は、流域の過去の代表降雨波形ごとに任意のピーク流量が生じる雨量に対する超過確率を算出し、その超過確率と降雨波形の生起確率の積を求め、すべての降雨波形にわたって加算してそのピーク流量の超過確率とし、様々なピーク流量の超過確率を求め、その関係から計画規模相当の確率流量を算定しています。
- なお、利根川の基本高水の検証については、項目番号2-1第3段落で述べたとおり、国土交通省が自ら行いましたが、学術的な評価を日本学術会議に平成23年1月に依頼し、9月に同会議から回答が示されました。また、国土交通省が行った利根川の基本高水の検証については、「利根川の基本高水の検証について」としてとりまとめ、公表してきています。

※確率流量(総合確率法)の算定方法については、本資料のp23~25を参照してください。

論点2-4. 近年60年間の実績流量を用いて確率計算を行うと17,000m³/sは過大であるというご意見について (1/3)

【論点に関するご意見の例】

- 戦後の森林荒廃時の洪水を除いた過去の実績流量を統計処理すれば、統計手法で計算結果は異なるが、平均をとると約13,000m³/sとなる。
- 過去60年(昭和26年～平成22年)の観測流量をもとに統計処理をすれば1/200流量でさえ、15,654m³/sに過ぎない。

【河川管理者の見解】

○ 「利根川・江戸川河川整備計画」における治水対策に係る目標流量(案)17,000m³/sは、項目番号2-1で述べた方法により求めています。

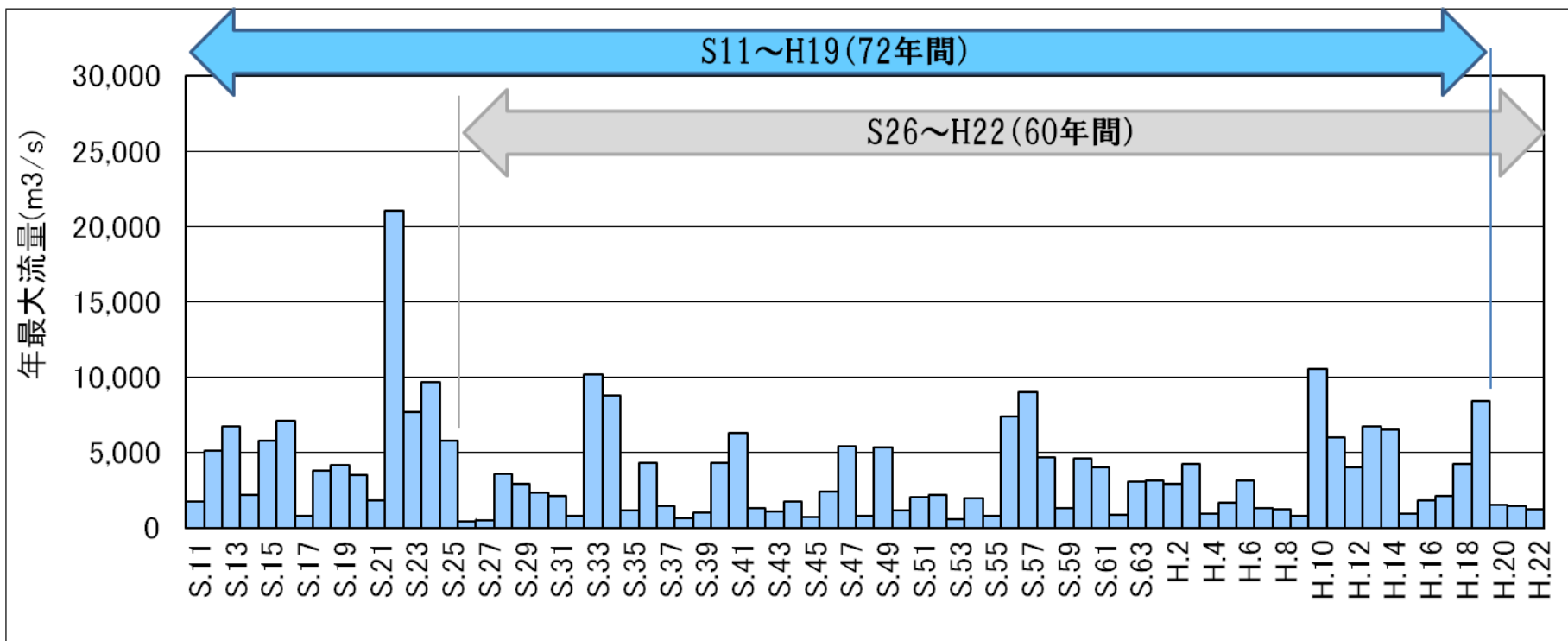
○ なお、基準地点八斗島上流域の時間雨量データが入手できた昭和11年以降のデータを用いて、基準地点八斗島について、年最大流量標本による流量確率の試算等を行うと、次のとおりです。

① 統計期間が昭和11年～平成19年の72カ年の場合、1/200年超過確率の流量は18,402m³/s～26,817m³/sと推定されます。これについては、社会資本整備審議会河川分科会(第44回)資料として公表しています。

② また、1/80年超過確率の流量について、①と同様に試算すると14,879m³/s～19,855m³/sとなります。

論点2-4. 近年60年間の実績流量を用いて確率計算を行うと17,000m³/sは過大であるというご意見について (2/3)

年最大流量(実績流量(ダム・氾濫戻し流量))



社会資本整備審議会河川分科会(第44回) 資料1-4に一部加筆

論点2-4. 近年60年間の実績流量を用いて確率計算を行うと17,000m³/sは過大であるというご意見について (3/3)

年最大流量標本による流量確率

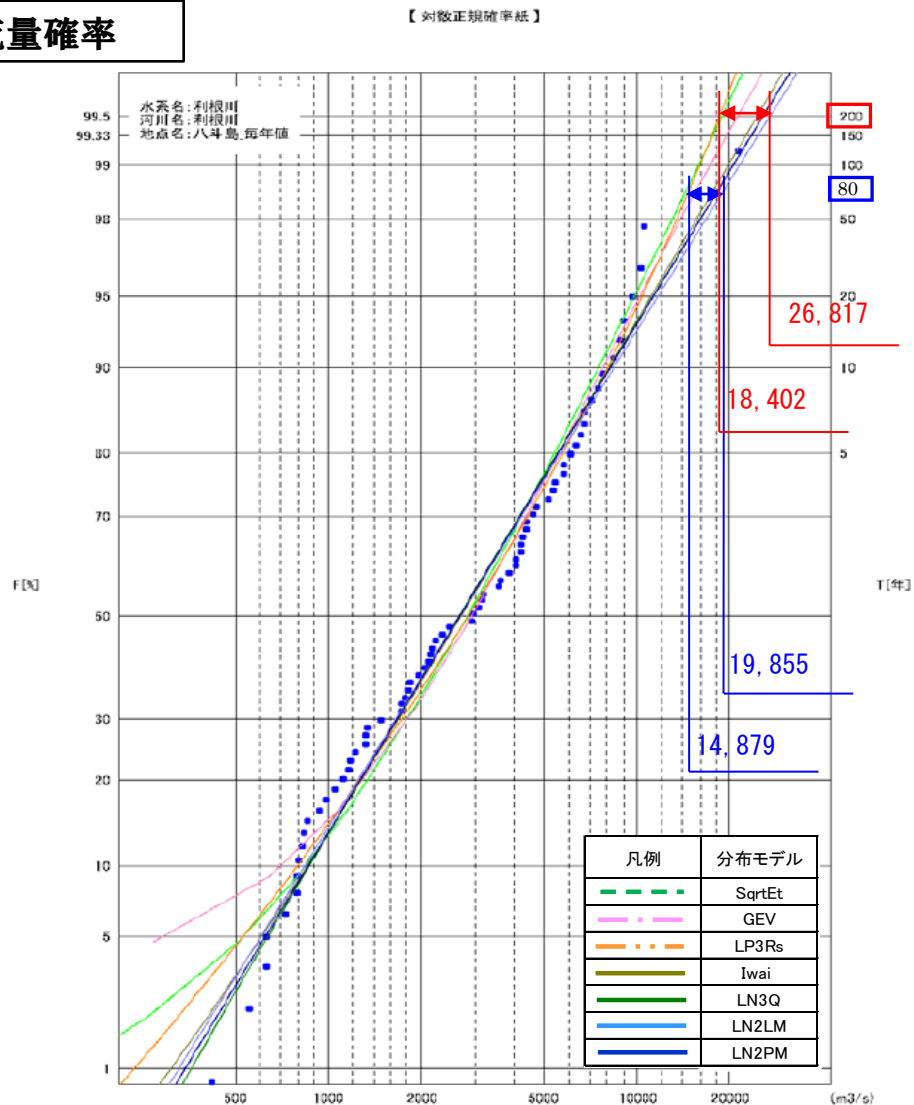


図 基準地点八斗島の流量確率計算結果図(S11~H19, N=72)
社会資本整備審議会河川分科会(第44回)資料1-4に一部加筆