

1. 基本高水(計画の基本となる洪水)のピーク流量の考え方

①基本高水のピーク流量の決定

以下のことを総合的に勘案して定める

- 全国的な安全度バランスを踏まえた目標となる確率規模の降雨量から流出計算で算出される流量(雨量確率手法)
- 観測された最大規模の洪水流量
- 周辺状況や被害発生形態など

なお、確率規模の流量の算出には、雨量確率手法の他、流量確率手法があるが、流量確率手法は水系の様々な区間での流量の算定ができないこと、一般的に流量より雨量データが多く蓄積されていること等から、様々な区間の流量の算定が可能な雨量確率手法を用いる必要がある。

流量確率手法については、流量観測データが蓄積された基準地点での評価は可能な「流量確率手法」でも検証

また、確率の検討ではなく実績の流域の湿潤状態と実績の降雨を重ね合わせることで流量を算出

②一般的な基本高水の見直しの考え方

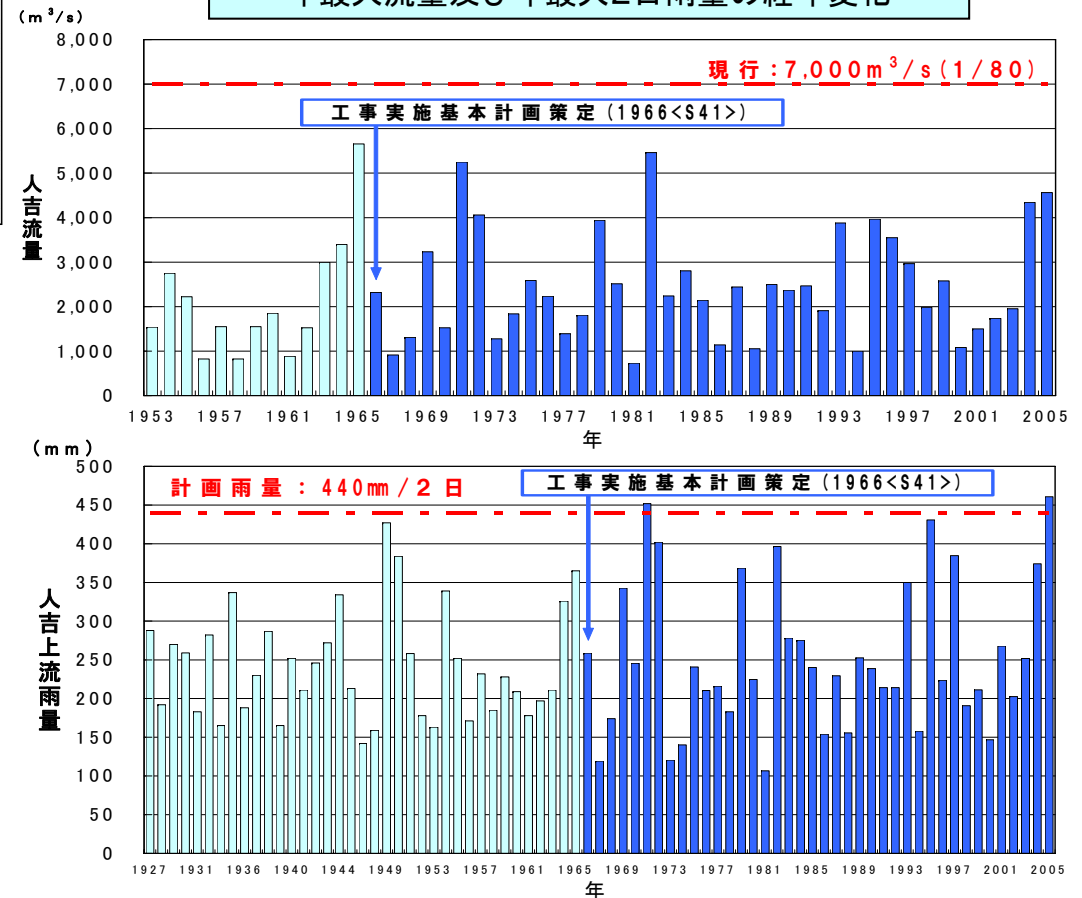
最近のデータまで含めた治水計画とすべきであるが、変動する毎年のデータを用いて頻繁に見直すことは長期的な観点で整備する治水計画の目標としては適切でない。このため、一般的には、以下のような場合に見直しを行っている。

- ①の考えを受け、
 - ・最近の洪水流量の検証から見直す必要がある場合
 - ・計画策定以降に観測された洪水流量がこれまでの計画を上回っているなどの場合
 等について見直しを行っている。

③球磨川における治水計画の検討

- ・最近の雨量、流量データまで含めて検討を実施
 - ・工事実施基本計画策定時に用いた単位図法ではなく、他水系で近年一般的に用いている貯留関数法により流量を算定
 - ・最近までの流量データを含めて流量の確率で評価
 - ・確率の検討ではなく実績の流域の湿潤状態と実績の降雨を重ね合わせることで流量を算出
 - 最近の洪水や降雨の発生状況
- 以上を踏まえ総合的に基本高水のピーク流量を決定する。

年最大流量及び年最大2日雨量の経年変化



雨の降り方によるピーク流量の違いについて

球磨川水系

平成17年台風14号では、10mm～20mm/hの降雨が長時間に渡ったため、計画雨量440mmを超える460.8mmの降雨があった。しかし、前期降雨がほとんどなく、短時間降雨が比較的小さかったため、計画流量7000m³/sより小さい約4600m³/sの流量であった。

対象洪水	流域平均 2日雨量 (mm)	人吉地点ピーク流量 (m ³ /s)		短時間最大時間雨量 (mm)				前期雨量 <10日間> (mm) ※1
		氾濫等戻し流量	実績流量	1時間	3時間	6時間	12時間	
昭和40年7月	355.7	約5,700	約5,000	36.1	97.1	140.6	167.1	388.8
昭和47年7月	401.9	約4,100	約3,900	23.9	57.7	112.4	151.6	382.3
昭和57年7月	369.5	約5,500	約5,400	32.0	86.4	140.6	250.4	443.1
平成17年9月	460.8	約4,600	約4,300	28.0	71.1	119.5	232.9	26.8
既定計画(S40.7月)	440.0	約7,000	—	41.3	111.7	169.0	205.7	388.8

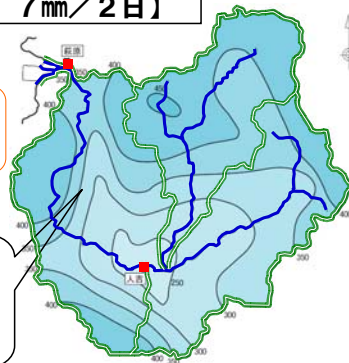
赤：4洪水中最大 青：4洪水中最小 ※1 最大2日雨量以前(10日間を対象)の降雨量は、国交省、熊本県所管の観測所の日雨量データより算出

2日雨量の分布図

昭和40年7月洪水
【355.7mm/2日】

前期降雨
多い

球磨川全域で降雨が多いが、特に球磨川及び川辺川上流域で降雨が多い

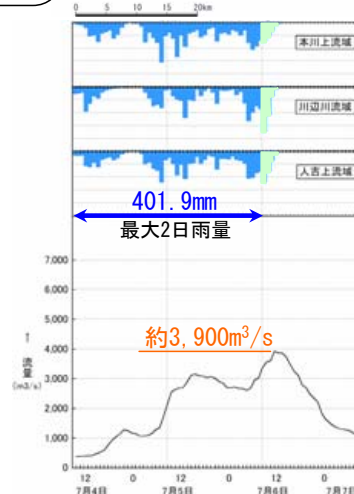
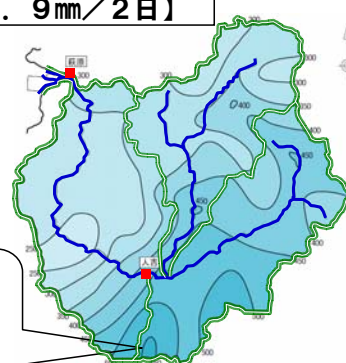


- ・短期間に降雨が集中
- ・洪水波形がシャープ
- ・ピーク流量が大

昭和47年7月洪水
【401.9mm/2日】

前期降雨
多い

球磨川全域で降雨が多いが、特に流域の南側で降雨が多い

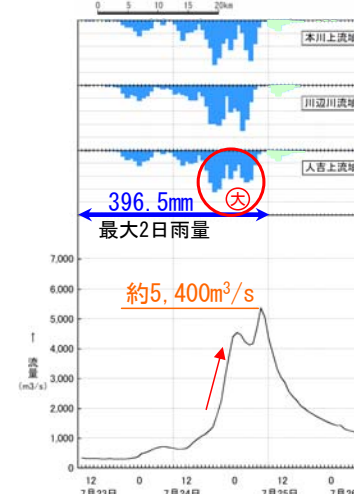
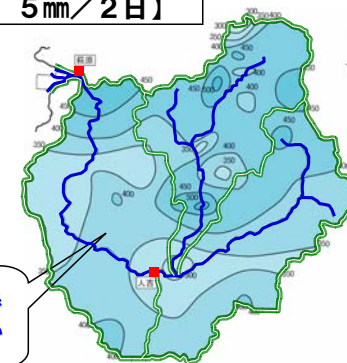


- ・だらだらとした降雨
- ・洪水波形がゆるやか
- ・ピーク流量が小

昭和57年7月洪水
【396.5mm/2日】

前期降雨
多い

球磨川全域で降雨が多い

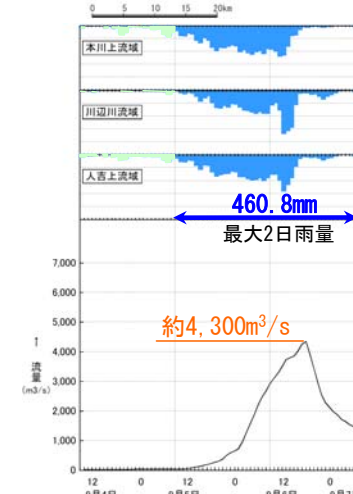
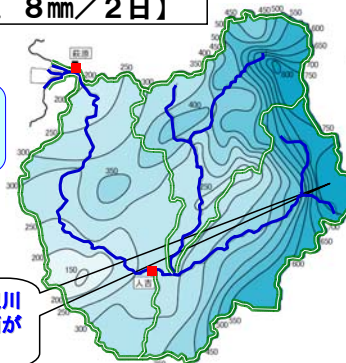


- ・降雨は12時間に集中
- ・洪水波形がシャープ
- ・ピーク流量が大

平成17年9月洪水
【460.8mm/2日】

前期降雨
少ない

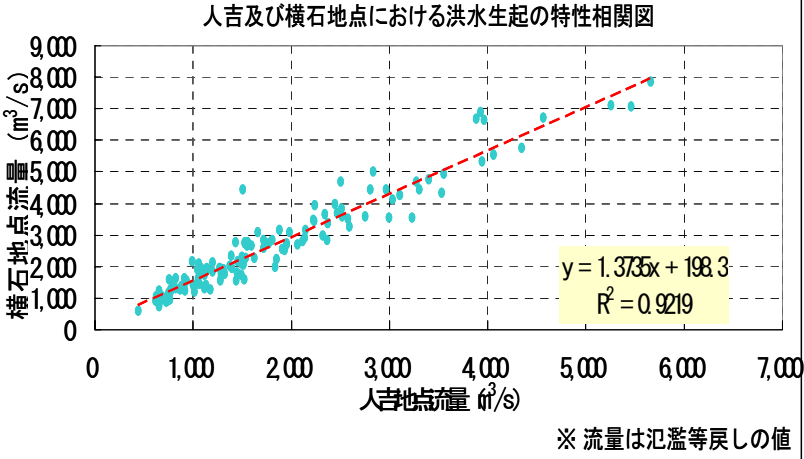
球磨川及び川辺川の上流域に降雨が偏っている



- ・だらだらとした降雨
- ・洪水波形がゆるやか
- ・ピーク流量は小

2. 計画基準地点

- ◆球磨川は、下流部の八代と上流部の人吉付近に人口・資産が集積
- ◆上流の人吉から下流の八代間は大きい支川がなく2地点の流量には強い相関関係があることから基準地点は1地点で十分
- ◆洪水は上流から下流へ流下することから上流側で設定すべき
- ◇工事実施基本計画では、直轄区間が中抜けしていた特殊な事情から基準地点を2地点としていたが、以上より、基準地点を人吉の1地点とする



○計算結果

計画規模	一般化極値分布	グンベル分布	指数分布	平方根指数型最大値分布	対数ピアソンⅢ型分布	対数正規分布(岩井法)	対数正規分布(石原・高瀬法)	対数正規分布(クオントイル法)	3母数対数正規分布(積率法)	2母数対数正規分布(積率法)	2母数対数正規分布(積率法)
1/80	257.9	273.6	304.4	308.6	261.4	260.6	251.9	260.1	251.5	269.6	265.2
1/100	263.4	281.4	315.1	320.4	267.7	266.9	257.1	266.4	256.7	276.6	272.0
1/150	273.1	295.5	334.5	342.3	279.0	278.2	266.6	277.7	266.1	289.4	284.2
SLSC	0.021	0.029	0.061	0.041	0.021	0.021	0.023	0.022	0.023	0.021	0.021

適合度の不良な手法(SLSC>0.040) 適合度の良い手法のうち、各計画規模の最大値、最小値

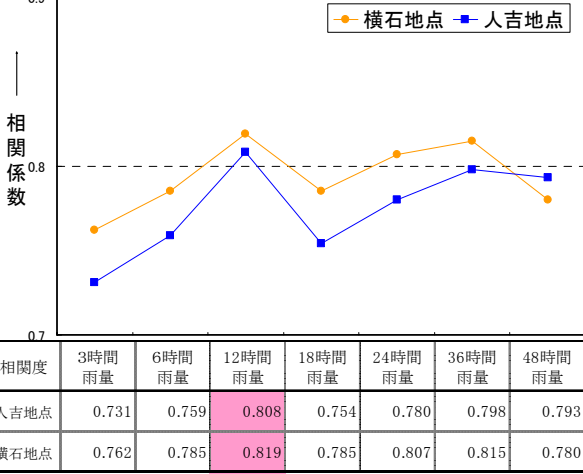
3. 雨量確率手法による基本高水のピーク流量の検討

平成17年までの水理・水文データを用い、かつ他水系で一般的に用いられている流出計算手法である貯留関数法を用いて基本高水のピーク流量を改めて検討

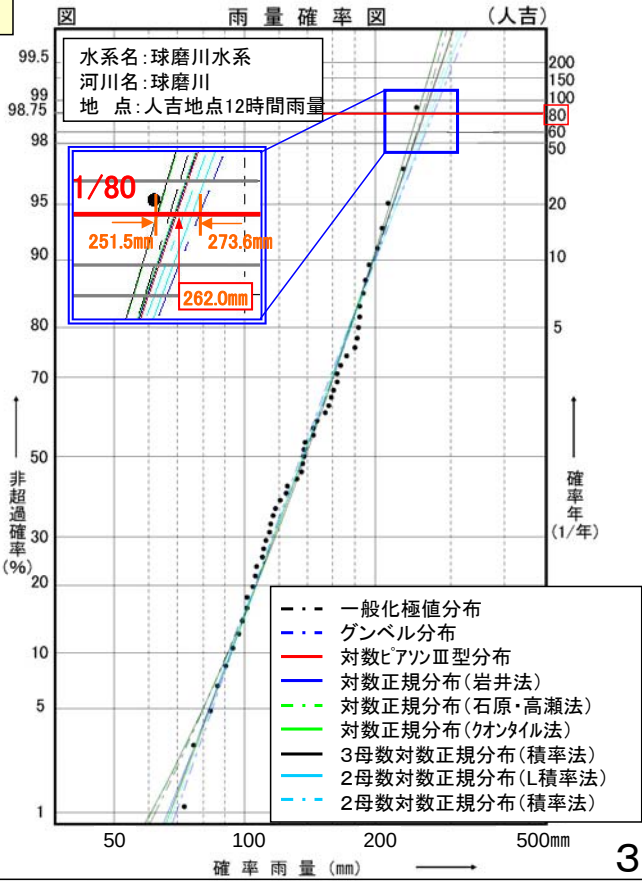
(1) 確率に対応した降雨量の設定

- ・現行計画策定時は時間降雨データが不足していたことから2日雨量を用いていたが、近年、時間雨量データが蓄積されてきたことを踏まえ、洪水のピーク流量に最も影響を与える降雨の継続時間(降雨継続時間)を設定
- ・計画降雨継続時間は、人吉での洪水ピーク流量と最も相関の高い12時間を採用
- ・下流横石も12時間雨量と洪水ピーク流量の相関が最も高く、流域としても12時間は妥当
- ・また、洪水到達時間は、人吉8時間、横石12時間であり、これも考慮している。

図 氾濫等戻し流量と各継続時間の相関度比較図(年最大洪水を対象)



- ◆S28～H17のデータを用いて11の確率統計手法により検討
 - ◆降雨量として適合度の良い手法の平均値を、人吉地点上流域における確率規模に対応した12時間降雨量として採用
- 例) 1/80年 : 262mm/12h
1/100年 : 268mm/12h
1/150年 : 279mm/12h



(2) 主要洪水における降雨量の引き伸ばし

○実際に降った雨のパターンを検討する確率規模の12時間降雨量まで引き伸ばし、流出計算で流量を求める。
例えば、1/80規模では262mm、
1/100規模では268mmまで引き伸ばす。その際、降雨の時間・空間分布により流量が変わるので、過去の主要な洪水の様々な降雨の時間・空間分布を設定。
○球磨川では、過去の主要な実績降雨(右の10洪水)について検討(※の2洪水は、引き伸ばした雨が短時間に極端に集中しているため対象外する。)

降雨量と引き伸ばし率		(1/80、1/100の例)	
降雨パターン	実績降雨量(mm)	1/80(262mm)引き伸ばし率	1/100(268mm)引き伸ばし率
S30. 9	203.5	1.287	1.317
S39. 8	185.2	1.415	1.447
S40. 7※	167.1	1.568	1.604
S46. 8	208.3	1.258	1.287
S47. 6※	194.6	1.346	1.377
S47. 7	151.6	1.728	1.768
S57. 7	250.4	1.046	1.070
H5. 9	188.5	1.390	1.422
H7. 7	184.7	1.419	1.451
H9. 9	190.4	1.376	1.408
H16. 8	215.2	1.217	1.245
H17. 9	232.9	1.125	1.151

※については検討の結果、対象外

(3) 流出計算モデルの設定

- 降雨から流量を算定する流出計算モデルの作成には、その流域の流出特性が反映されるよう、複数の実績洪水で降雨と流出量の関係を確認しモデルの定数を決定。
- 貯留関数モデルの構築に当たっては、昭和40年以降の8洪水で諸定数を同定。(S40. 7, S46. 8, S47. 7, S54. 7, S57. 7, H5. 8, H7. 7及びH9. 9)

- 流域の定数の取り扱い
 - ・土地利用は経年的に殆ど変化していないため、流域の状況を表す定数(k, p)は、経年的に変化しないものとして再現性の確認を実施、結果は良好。
 - ・流域の土地利用は、今後も大きく変化しないものとして計画でも同じ定数を採用。

貯留関数法について

貯留関数法の基礎式

$$dS/dt = f \cdot r - Q$$

$$S = k \cdot Q^p$$

Q : 流出量 (mm/h)

r : 有効降雨量 (mm/h)

t : 時間 (hr)

S : 貯留高 (mm)

f1, f2 : 流出率

k, p : モデル定数

(f, k, pは流域毎に決まる値)

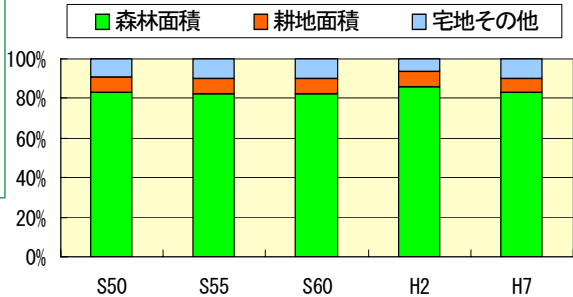
Rsa1, Rsa2: 流出率の変化点となる雨量

$$0 < \sum r < Rsa1 \quad f1 \cdot r$$

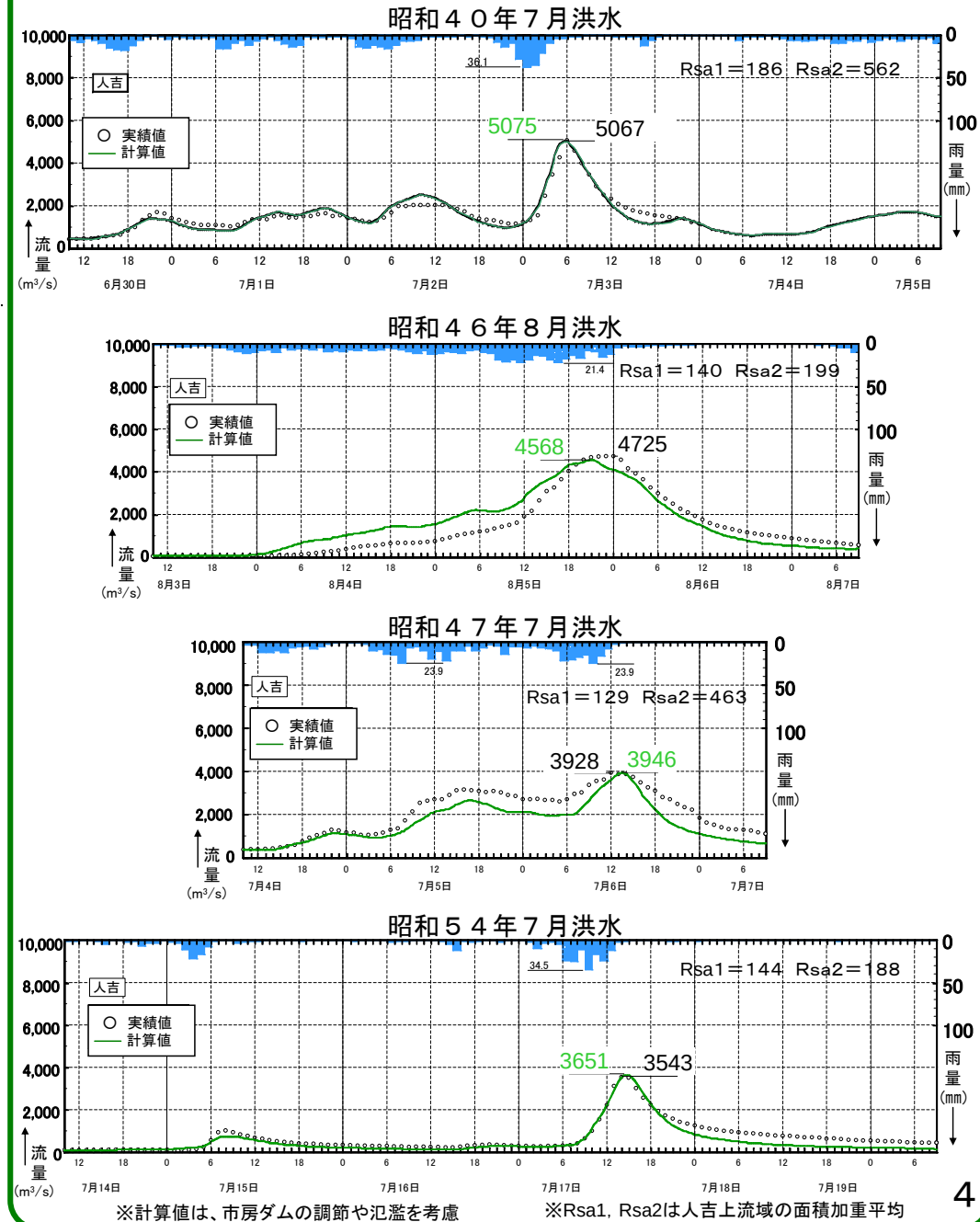
$$Rsa1 < \sum r < Rsa2 \quad f2 \cdot r$$

$$Rsa2 < \sum r \quad r$$

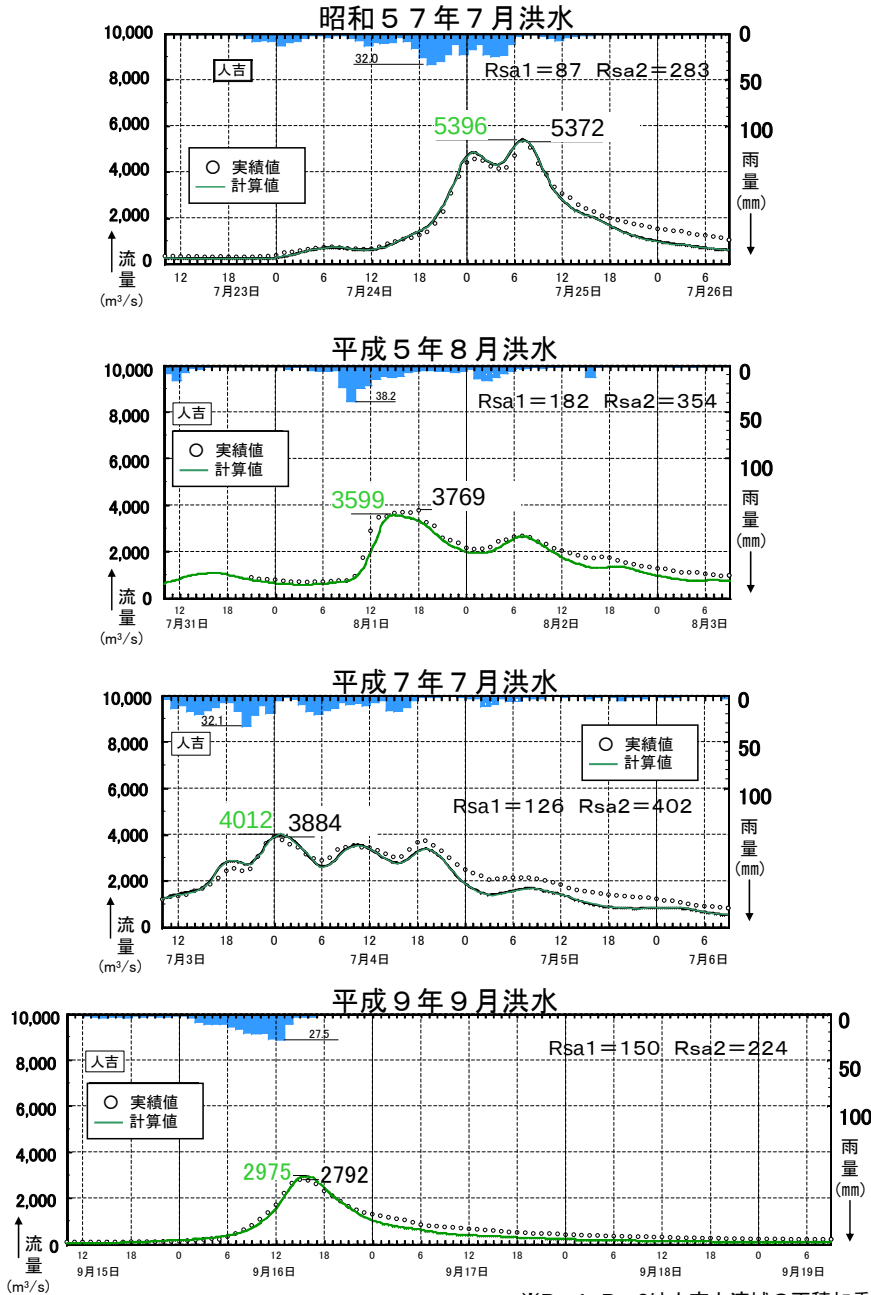
○流域の土地利用変化



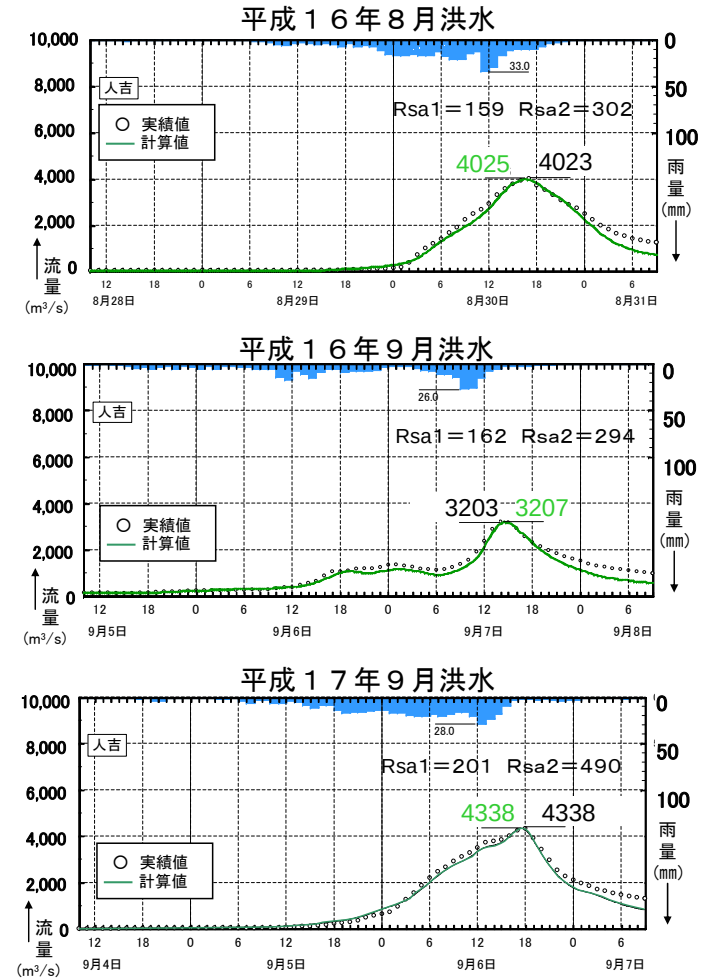
人吉地点における洪水再現検証結果【流出モデル諸定数同定 8洪水】



人吉地点における洪水再現検証結果【流出モデル諸定数同定 8 洪水】



人吉地点における洪水再現検証結果【近年 3 洪水】



※計算値は、市房ダムの調節や氾濫を考慮 ※Rsa1, Rsa2は人吉上流域の面積加重平均

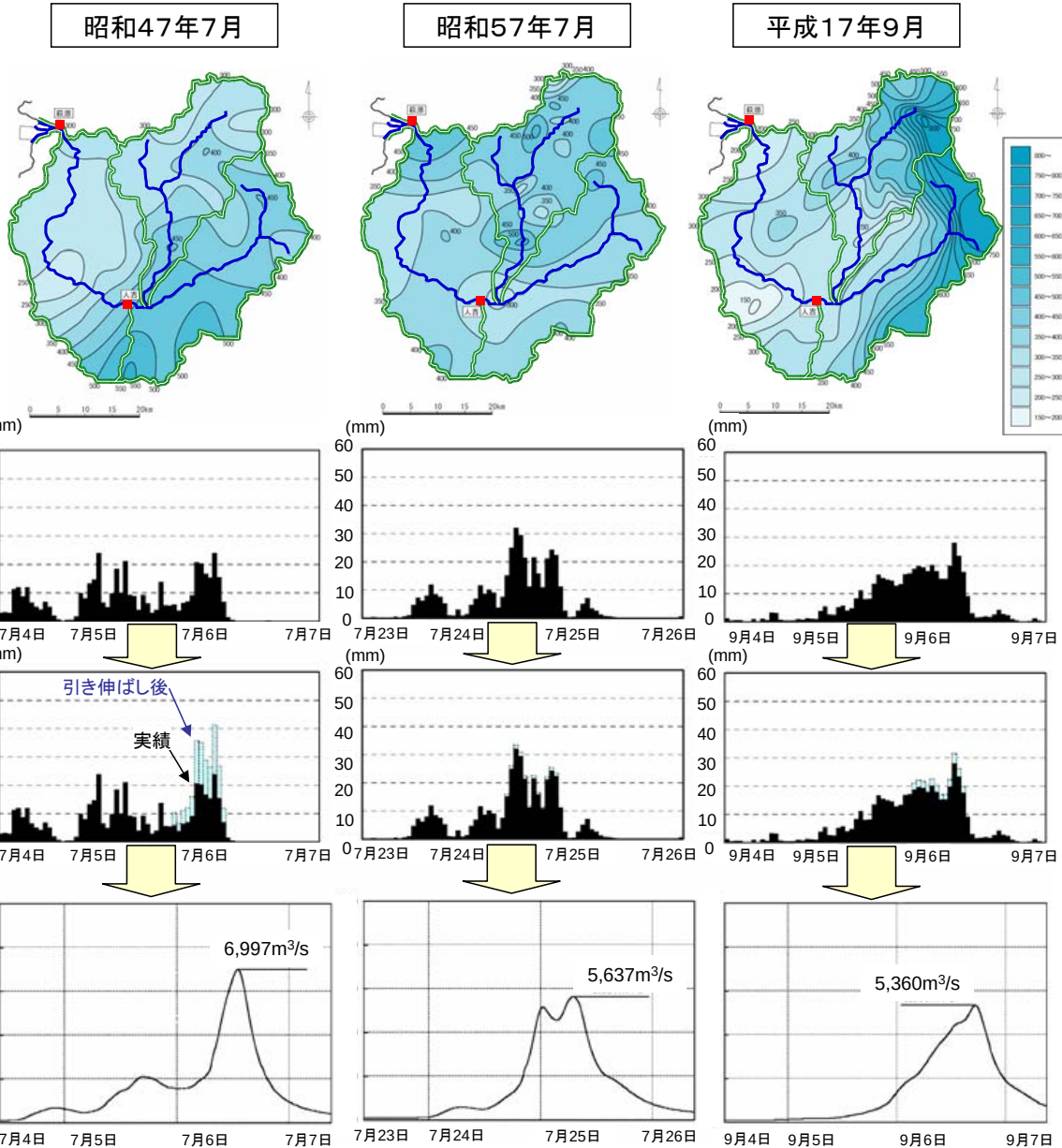
流量算定までの流れの概要

実績の降雨
の地域分布

実績の降雨
の時間分布

実績降雨の
計画降雨量
への引き伸
ばし

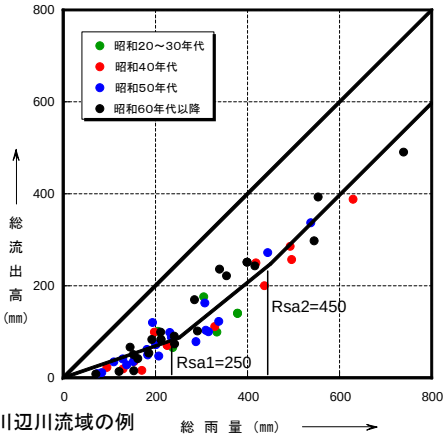
流出計算結
果



計画の降雨設定に関する定数

有効雨量推算条件の設定結果

対象流域	流出率		飽和雨量(mm)		備考
	f ₁	f ₂	Rsa1	Rsa2	
市房ダム上流域	0.35	0.70	250	550	
本川上流域	0.35	0.80	150	450	
川辺川流域	0.35	0.80	250	450	
本川下流域	0.50	0.80	200	—	人吉～横石



(4) 流出計算結果(1/80, 1/100)

降雨パターン	1/80 ピーク流量	1/100 ピーク流量
S30.9	4,001	4,138
S39.8	4,295	4,435
S40.7※	10,230	10,529
S46.8	5,591	5,736
S47.6※	3,768	3,897
S47.7	6,997	7,201
S57.7	5,637	5,791
H5.9	4,009	4,142
H7.7	5,451	5,604
H9.9	4,142	4,288
H16.8	4,576	4,712
H17.9	5,360	5,520

※については引き伸ばした降雨が短時間に極端に集中しているため対象外

1/80年 最大約7,000m³/s
1/100年 最大約7,200m³/s

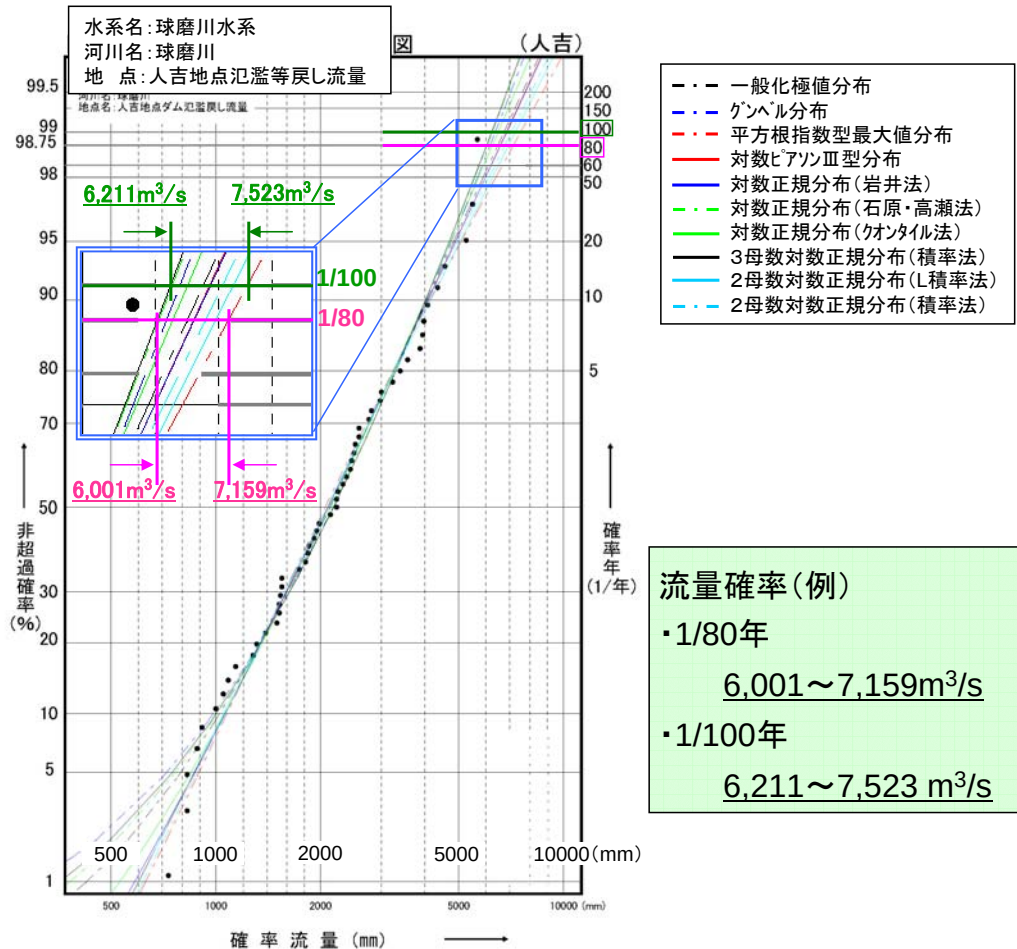
基本高水のピーク流量について

球磨川水系

様々な手法による検証

(1) 流量確率手法による検証

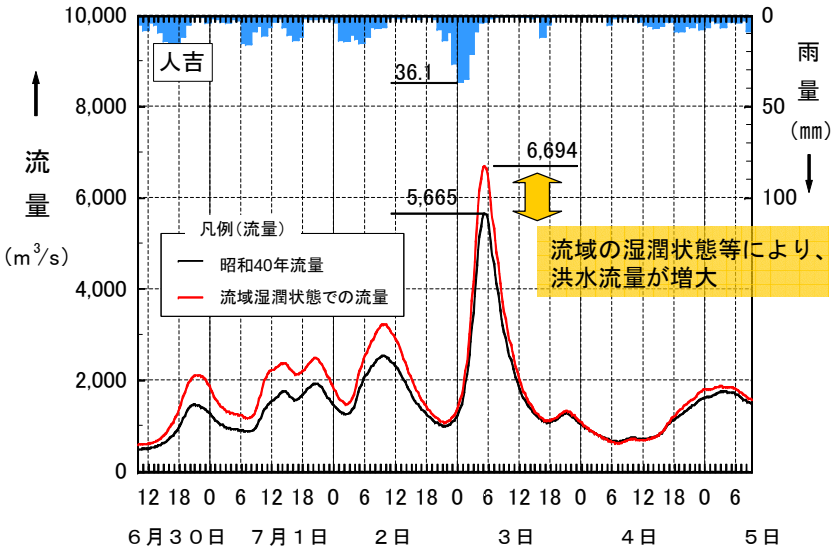
昭和28年～平成17年の流量データを用いた確率流量から検証



(2) 実績の流域湿潤状態と実績降雨の重ね合わせによる検討

過去に実際に生じた流域の湿潤状態と実際に生じた降雨現象が重なって発生した場合の流量について検討

洪水年月日	実績流量 (ダム 氾濫戻し流量) (m³/s)	実績降雨量 (mm/12h)	逆算 Rsa (mm)		最小 Rsaの 人吉流量※ (m³/s)
			Rsa1	Rsa2	
S30. 9. 30	2,220	203.5	—	—	4,237
S39. 8. 24	3,396	185.2	144	236	4,030
S40. 7. 3	5,657	167.1	186	562	6,694
S46. 8. 5	5,250	208.3	140	199	5,151
S47. 6. 12	3,526	194.6	101	162	3,697
S47. 7. 6	4,059	151.6	129	463	5,029
S57. 7. 25	5,460	250.4	87	283	6,014
H 5. 9. 3	3,305	188.5	133	248	3,933
H 7. 7. 4	3,964	184.7	126	402	4,930
H 9. 9. 16	2,964	190.4	150	224	3,935
H16. 8. 30	4,341	215.2	159	302	5,191
H17. 9. 4	4,563	232.9	201	490	5,847



球磨川水系流量確率計算結果(基準地点: 人吉、対象年: 昭和28年～平成17年)

計画規模	一般化極値分布	ゲンベル分布	指数分布	平方根指数型 最大値分布	対数ヒアソン Ⅲ型分布	対数正規分布 (岩井法)	対数正規分布 (石原・高瀬法)	対数正規分布 (クォンティル法)	3母数 対数正規分布 (積率法)	2母数 対数正規分布 (L積率法)	2母数 対数正規分布 (積率法)
1/80	6,464	6,139	7,020	7,159	6,567	6,577	6,025	6,236	6,001	6,938	6,762
1/100	6,741	6,361	7,326	7,523	6,848	6,862	6,239	6,482	6,211	7,262	7,070
SLSC	0.026	0.026	0.042	0.030	0.023	0.023	0.028	0.025	0.029	0.023	0.023

適合度の
不良な手法
SLSC>0.040

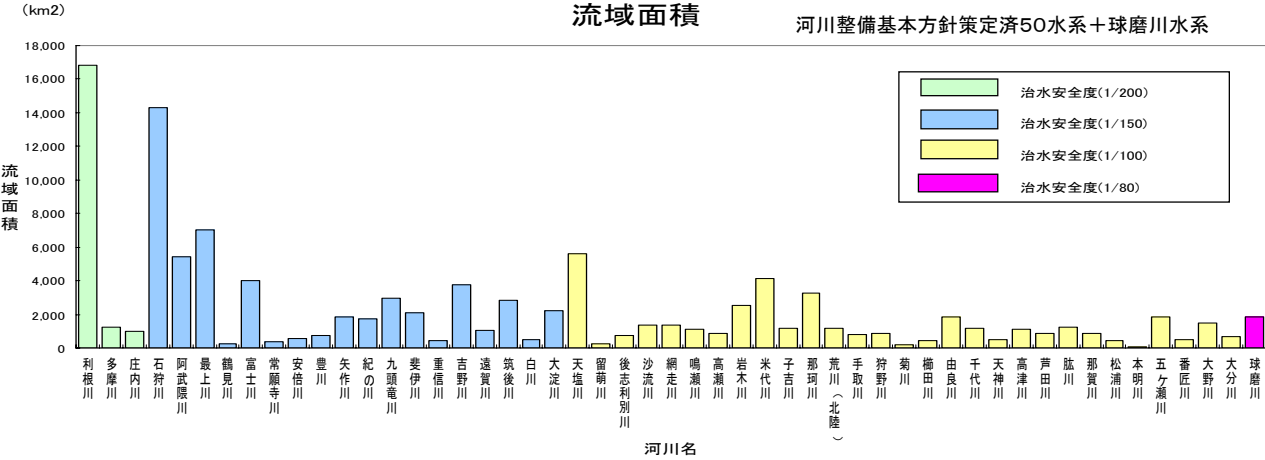
各計画規模の
— 最大値
— 最小値

昭和47年6月の流域の湿潤状態に昭和40年7月の実績の降雨を重ね合わせたとピーク流量は約6,700m³/sとなった。

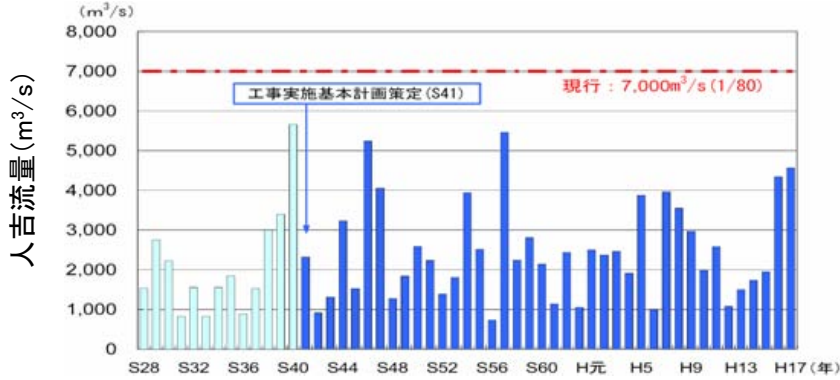
計画規模及び基本高水ピーク流量の設定

- これまで策定してきた河川整備基本方針の計画規模は、1／100年より小さい規模のものはない
- 現行の工事实施基本計画における計画規模1／80年は、想定氾濫区域内人口、同資産及び流域面積において、これまで河川整備基本方針を策定した他の水系と比較しても、著しくバランスを崩すものではない
- これまでの基本方針策定における基本高水については、計画を超える洪水や計画に相当するような洪水の頻発等があった場合に計画規模も含め変更しているが、球磨川水系では、計画規模を超えるような洪水は発生していない
- このため、1／80年(7,000m³/s)は妥当と考えられる

一級水系の流域面積(計画規模別)



年最大流量及び年最大2日雨量の経年変化



一級水系の氾濫区域内における人口(計画規模別)

