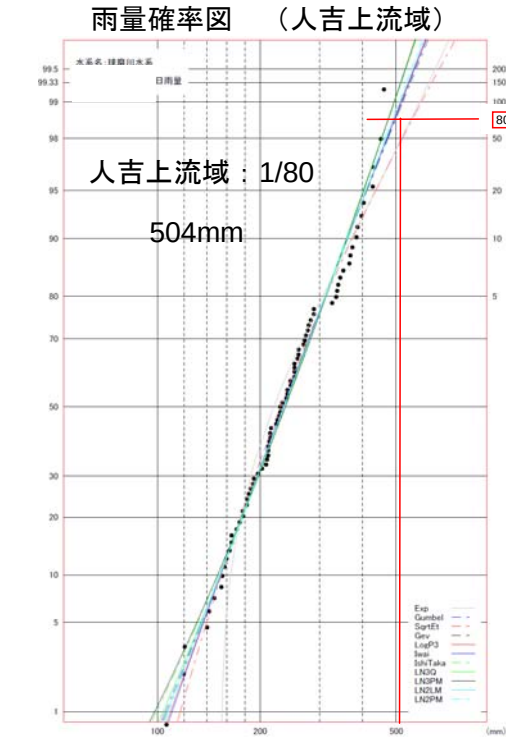
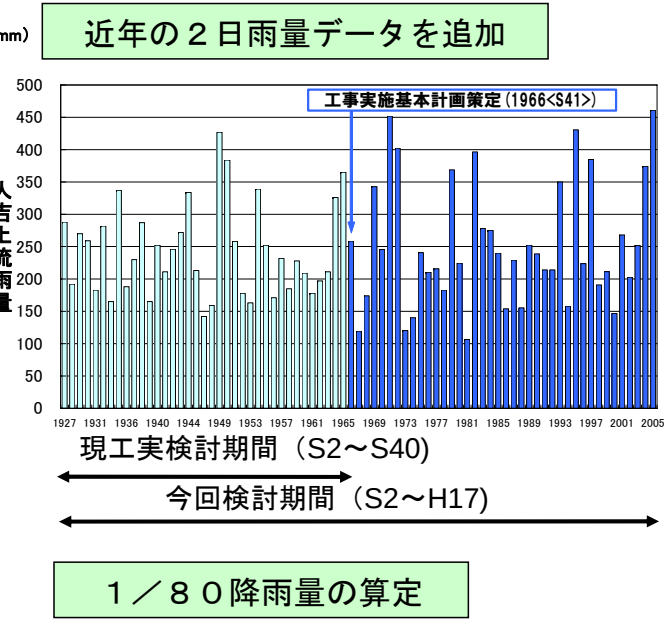




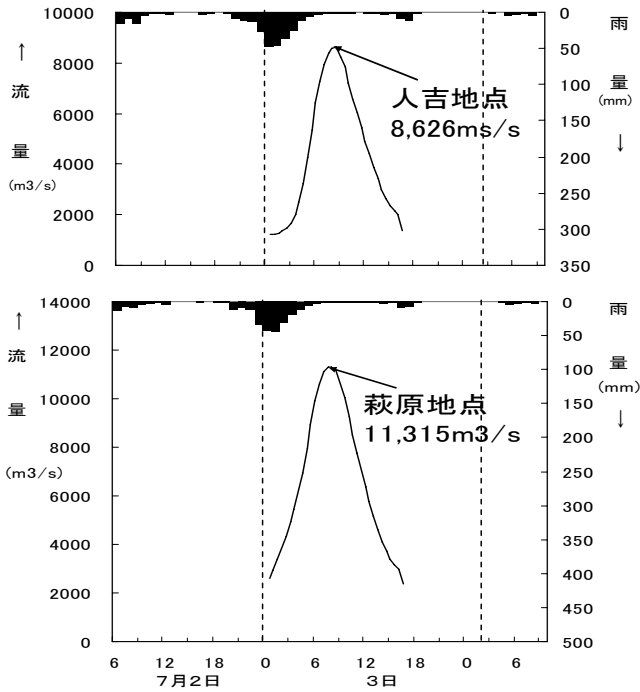
工事実施基本計画
S2~S40 39年間
人吉上流域
440mm / 2日
全流域
380mm / 2日

統計年数の追加
S2~H17 79年間
人吉上流域
504mm / 2日
全流域
469mm / 2日

昭和40年洪水を基に工事実施基本計画と同様に5パターンの計画降雨量を設定

降雨の 5パターン の地域分布		本川上流型	川辺川型	本川下流型Ⅰ	本川下流型Ⅱ	全流域型
	本川上流	5 4 9	5 1 3	5 2 3	5 2 5	4 6 9
	川辺川	4 5 5	4 9 5	4 5 0	4 4 7	4 6 9
	本川下流	4 1 5	4 1 5	4 4 0	4 4 0	4 6 9

検討① 工事実施基本計画時の検討に
近年の2日雨量データを追加して検討

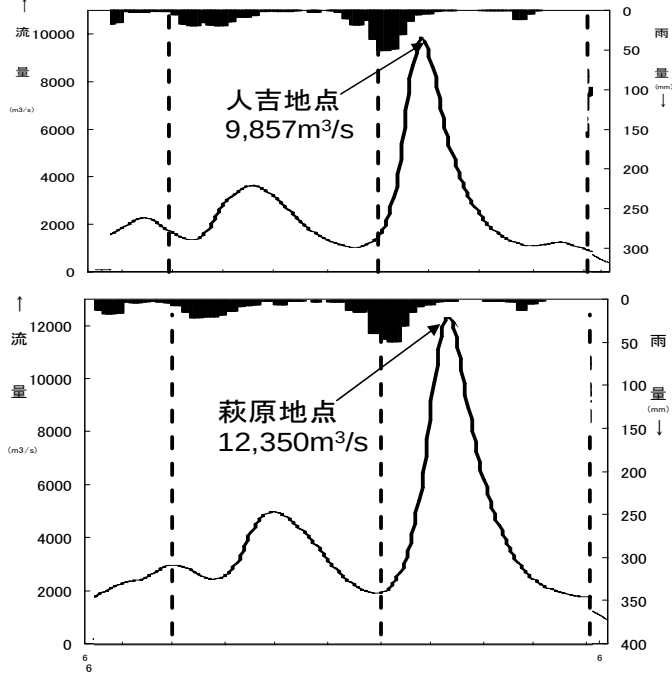


基本高水のピーク流量計算結果一覧

	本川上 流型	川辺川 型	本川下 流型Ⅰ	本川下 流型Ⅱ	全流域 型
人吉	8,626	8,526	8,293	8,289	7,810
萩原	11,315	11,280	11,195	11,186	11,010

近年までのデータを含めて算出
人吉地点 : 約 8, 600 m³/s

検討② 工事実施基本計画に近年の2日雨量
データを追加し貯留関数法により検討

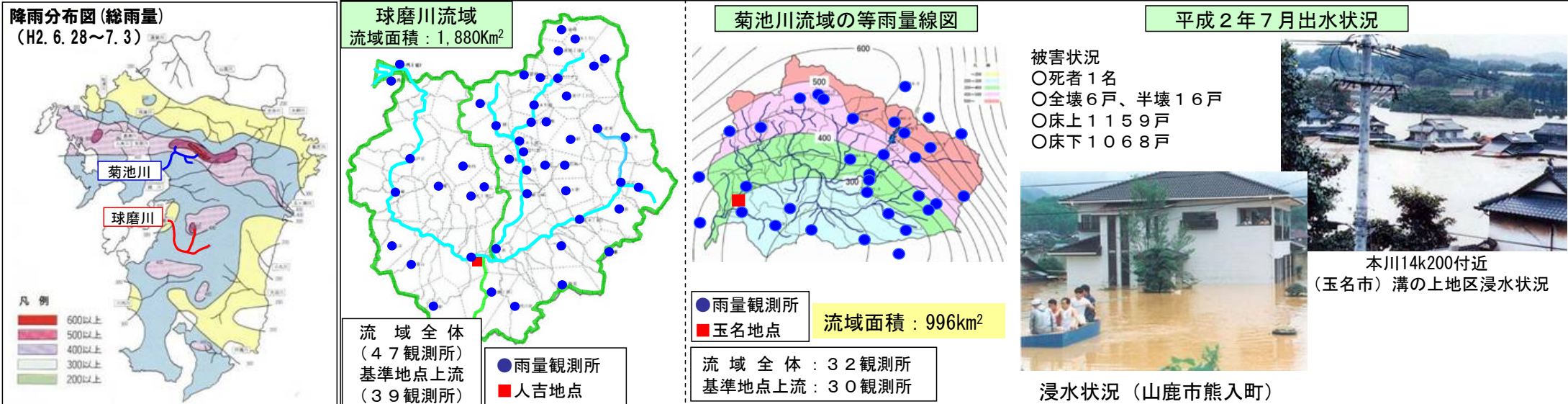


基本高水のピーク流量計算結果一覧

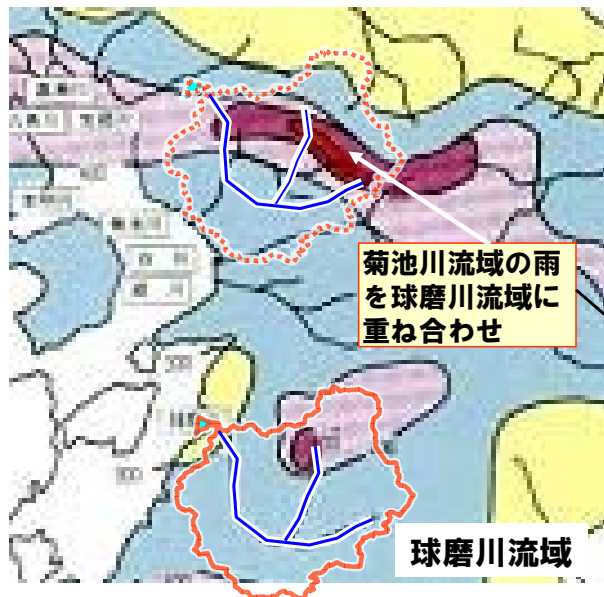
	本川上 流型	川辺川 型	本川下 流型Ⅰ	本川下 流型Ⅱ	全流域 型
人吉	9,857	9,732	9,424	9,424	8,801
萩原	12,350	12,225	12,077	12,077	11,636

近年までのデータを含めて貯留関数法を用いて算出
人吉地点 : 約 9, 900 m³/s

- ・九州北部地方、特に菊池川(熊本県北部)で、下流の玉名観測所の計画高水流量を大幅に上回る過去最大の出水となった平成2年7月梅雨前線による降雨が球磨川流域で降った場合について検討を実施。
- ・人吉地点において洪水ピーク流量が7,400m³/sと想定された。

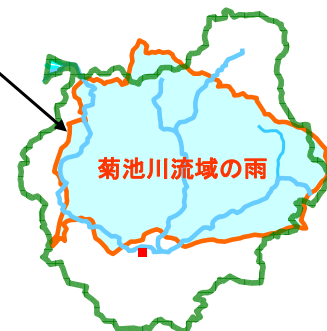


球磨川流域と菊池川流域の重ね合わせ(雨量観測所選定)



(雨量の設定)

- ・菊池川流域およびその近隣の雨量観測所を球磨川流域に重ねあわせ、球磨川流域の各雨量観測所の雨量を設定



人吉地点の流量算出

左記で選定した菊池川流域の観測所の雨量が球磨川流域の雨量観測所に降ったと仮定し、流出計算を実施。

上記降雨の場合の人吉地点の最大流量: 7,400m³/s

基準地点における雨量比較(単位: mm)

	総雨量	最大2日雨量	最大12時間雨量
玉名上流域 (A=906km ²)	557	399 <7/1~7/2>	306 <7/2 4時~15時>
人吉上流域 (A=1,137km ²)	584	419 <7/1~7/2>	318 <7/2 5時~16時>

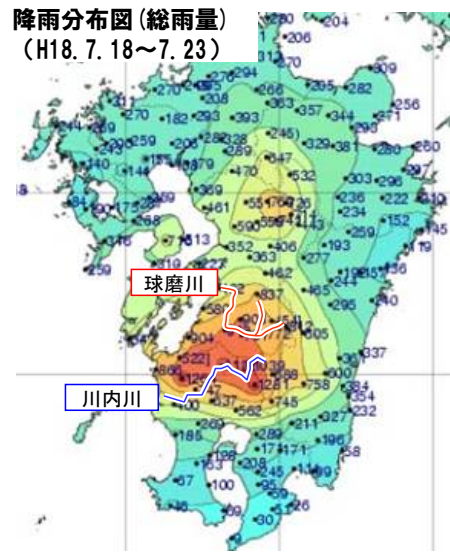
全体流域における雨量比較(単位: mm)

	総雨量	最大2日雨量	最大12時間雨量
菊池川全流域 (A=996km ²)	541	384 <7/1~7/2>	294 <7/2 4時~15時>
横石上流域 (A=1,873km ²)	525	366 <7/1~7/2>	274 <7/2 4時~15時>

九州の他流域で発生した実際の降雨が球磨川に降った場合の検討について(川内川H18.7洪水) 検討④

球磨川水系

- 九州南部地方、特に川内川（鹿児島県北部）で、下流の宮之城観測所他3観測所の計画高水流量を上回る過去最大の出水となった平成18年7月梅雨前線による降雨が球磨川流域で降った場合について検討を実施。
- 人吉地点において洪水ピーク流量が7,800m³/sと想定された。



平成18年7月出水状況

被害状況

○浸水家屋：2160戸
※詳細は、現在も調査中



▲さつま町（宮之城）



▲えびの市（内堅）

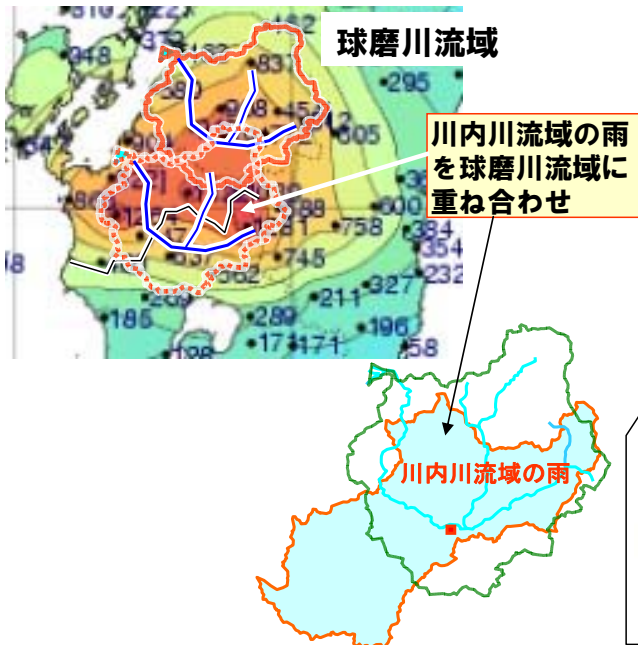


▲剣持菱刈線

計画高水位を超過した観測所

水系名	河川名	観測所名	基準水位			ピーク水位		備考
			警戒水位	危険水位	計画高水位	発生時刻	水位	
川内川	川内川	吉松	5.00 m	-	8.30 m	2006/7/22 15:50	8.72 m	既往最高
川内川	川内川	栗野橋	4.00 m	6.20 m	7.15 m	2006/7/22 16:00	7.29 m	既往最高
川内川	川内川	宮之城	4.60 m	6.60 m	8.74 m	2006/7/22 18:00	11.52m超	既往最高
川内川	羽月川	花北	4.50 m	7.30 m	7.50 m	2006/7/22 12:00	7.55m超	既往最高

球磨川流域と川内川流域の重ね合わせ（雨量観測所選定）

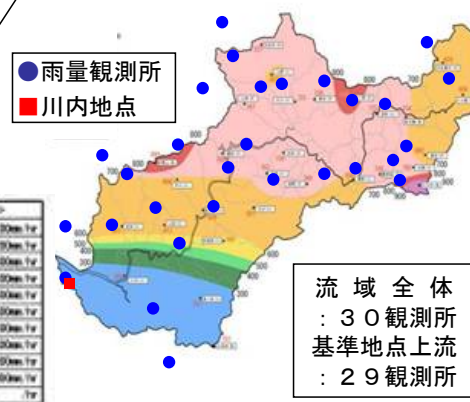


人吉地点の流量算出

左記で選定した川内川流域の観測所雨量を球磨川流域の雨量観測所に降ったと仮定し、流出計算を実施。（計算条件：計画定数（K, P, T1）、計画Rsa）

上記降雨の場合の人吉地点の最大流量：7,800m³/s

川内川流域の等雨量線図



基準地点における雨量比較（単位：mm）

	総雨量	最大2日雨量	最大12時間雨量
川内上流域 (A=1,425km ²)	854	550 <7/21~7/22>	291 <7/22 6時~7/22 17時>
人吉上流域 (A=1,137km ²)	919	670 <7/21~7/22>	250 <7/22 6時~7/22 17時>

全体流域における雨量比較（単位：mm）

	総雨量	最大2日雨量	最大12時間雨量
川内川全流域 (A=1,600km ²)	806	520 <7/21~7/22>	277 <7/22 6時~7/22 17時>
横石上流域 (A=1,873km ²)	920	690 <7/21~7/22>	278 <7/22 6時~7/22 17時>

○球磨川では、藩政時代から度々大きな洪水に見舞われた記録が存在。降雨量や流量のデータが無い時代の洪水について、古文書等の文献に記載された氾濫原の痕跡水位から流量を推定。

寛文9年洪水<1669年>：約8,200m³/s、正徳2年洪水<1712年>：約8,900m³/s

寛文9年(1669年)洪水



※出典：南藤蔓綿録 卷之十三

日平八郎日大南流木を井阿蘇神社の門に
同大橋より南10間余り流出、大橋
より以来大橋2つに成る

文献の記載内容

同年8月11日大雨洪水、青井宮樓門に3尺余間へ、大橋より以来大橋2つに成る

②流量と水位の関係からの推定

青井阿蘇神社は河川近傍にあり、氾濫水位は河川水位とほぼ同様であると考えられることから、河川改修が進んでいない昭和40年7月洪水の、水位と流量の関係より推定流量を算出した。

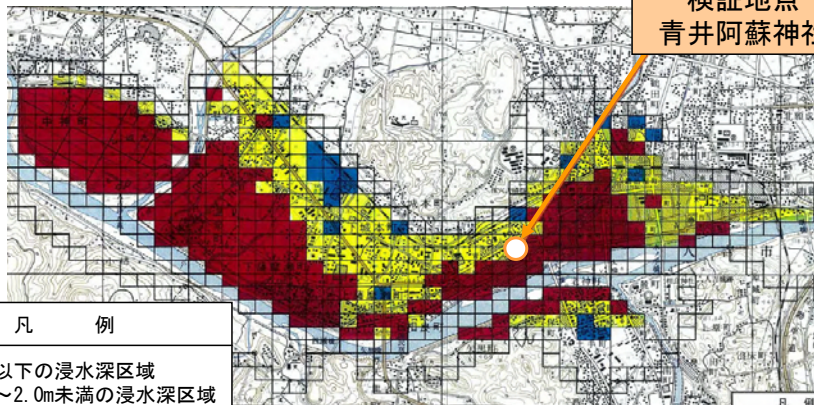
- ・寛文洪水の水位を人吉観測所水位に換算
6.54m (=5.05m+1.49m)

約8,200m³/sと推定

○昭和40年7月洪水時のピーク水位を参考に文献に記載の青井阿蘇神社付近における痕跡水位から流量を算出した結果、人吉地点で約8,200m³/s。

※なお、熊本大学藤芳教授による寛文9年の洪水解析結果では、人吉地点での流量は7,800m³/sであったとしている。(熊本県防災会議資料)

①氾濫シミュレーションによる推定



検証地点
青井阿蘇神社

凡 例

- 0.5m以下の浸水深区域
- 0.5m～2.0m未満の浸水深区域
- 2.0m以上の浸水深区域

○当時、流量や地形などのデータがないことから、流量については、昭和40年7月洪水の洪水波形に基づき、また、河道内、あるいは堤内地の地形については昭和40～50年代のデータをあてはめ、当時の氾濫シミュレーションを実施

○洪水氾濫シミュレーションの検討の結果、浸水位が痕跡水位と概ね一致する洪水流量は、約8,100m³/s。

正徳2年(1712年)洪水

寛文9年(1669年)の洪水に「尺増水(年産六三)八月九日大雨洪水に社神領御領(主)九月

※出典：球磨郡誌

文献の記載内容

7月7日8日大雨洪水大橋(小橋の方)三間落・青井樓門に水
問(寛文9年8月11日の洪水に1尺増水)

流量と水位の関係からの推定

青井阿蘇神社は河川近傍にあり、氾濫水位は河川水位とほぼ同様であると考えられることから、河川改修が進んでいない昭和40年7月洪水の、水位と流量の関係より推定流量を算出した。

- ・正徳洪水の水位を人吉観測所水位に換算
6.843m (=5.05m+1.793m)

約8,900m³/sと推定

○文献に記載の青井阿蘇神社付近における痕跡水位から昭和40年7月洪水時のピーク水位を考慮し流量を算出した結果、人吉地点で約8,900m³/s。

※痕跡水位T.P. 106.893m
(1尺=約30.3cmとして計算)

モンテカルロ法を用いた洪水シミュレーションによる1/80年規模の洪水流量の検討 検討⑥ 球磨川水系

データの蓄積の多い日雨量データを基にコンピュータの中で想定できる降雨を多数発生させ、洪水のピーク流量を推定し、確率洪水流量を算定

検討の流れ

①降雨の発生

昭和28年～平成17年の年最大の2日雨量データから2日雨量の確率分布を推定し、モンテカルロ法（乱数を発生させる手法）により、100万回分の雨を降らせる

②降雨の流量への変換

①で発生させた年最大2日雨量をこれまでの2日雨量と洪水ピーク流量の関係から確率的に100万回分の洪水ピーク流量に変換

③流量確率手法による計画規模の流量算出

②で得られた年最大流量データを用い非超過確率1/80年の流量を推定

1/80の流量の算定結果

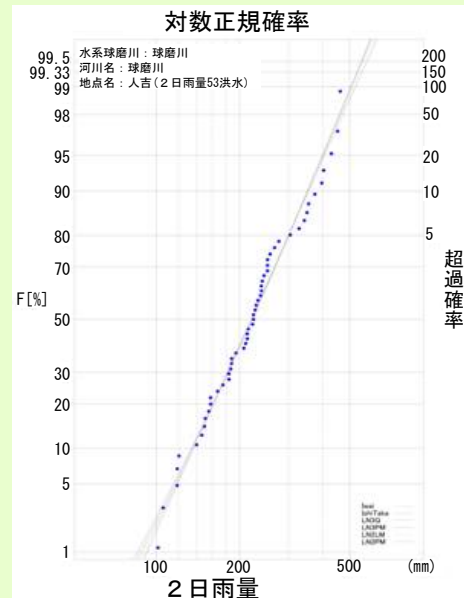
	1/80の洪水ピーク流量
3母数積率法	7,169
岩井法	7,339
クォンタイル法	7,298
石原・高瀬法	7,119
2母数L積率	7,466
2母数積率	7,294

7,119～7,466m³/s

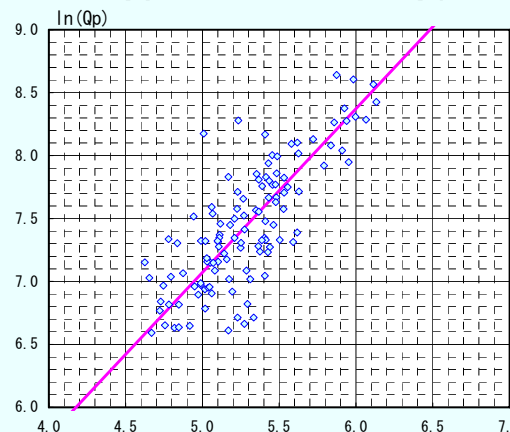
2日雨量の推定に用いた確率分布形

- ・3母数積率法
- ・岩井法
- ・クォンタイル法
- ・石原・高瀬法
- ・2母数L積率法
- ・2母数積率法

◆年最大2日雨量の発生確率



◆2日雨量とピーク流量の関係



相関の線からのずれは、前期雨量、2日雨量の時空間分布等の違いを反映し、正規分布に従うものと仮定

相関の線からのずれは正規分布に従っている。

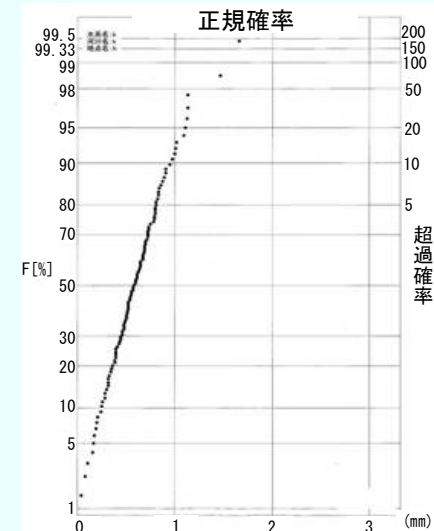


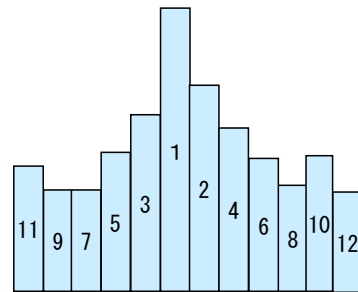
図 相関の線からのずれのプロット

1～120時間の全ての降雨継続時間において1/80年の降雨となるよう降雨波形を作成し、流出計算を実施

モデル降雨の設定

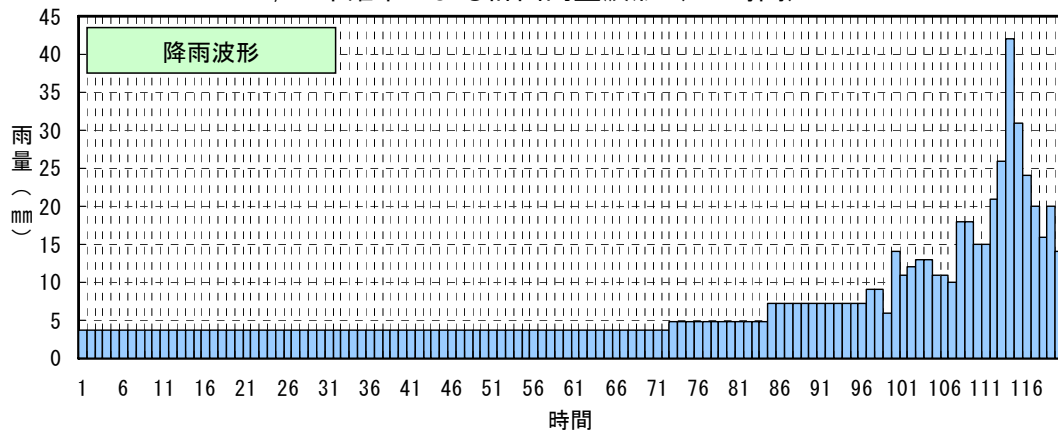
短時間降雨確率

継続時間	1/80年確率雨量	前時間先取りの 1時間雨量
12	262	14
11	248	18
10	230	20
9	210	15
8	195	16
7	179	15
6	164	20
5	144	21
4	123	24
3	99	26
2	73	31
1	42	42

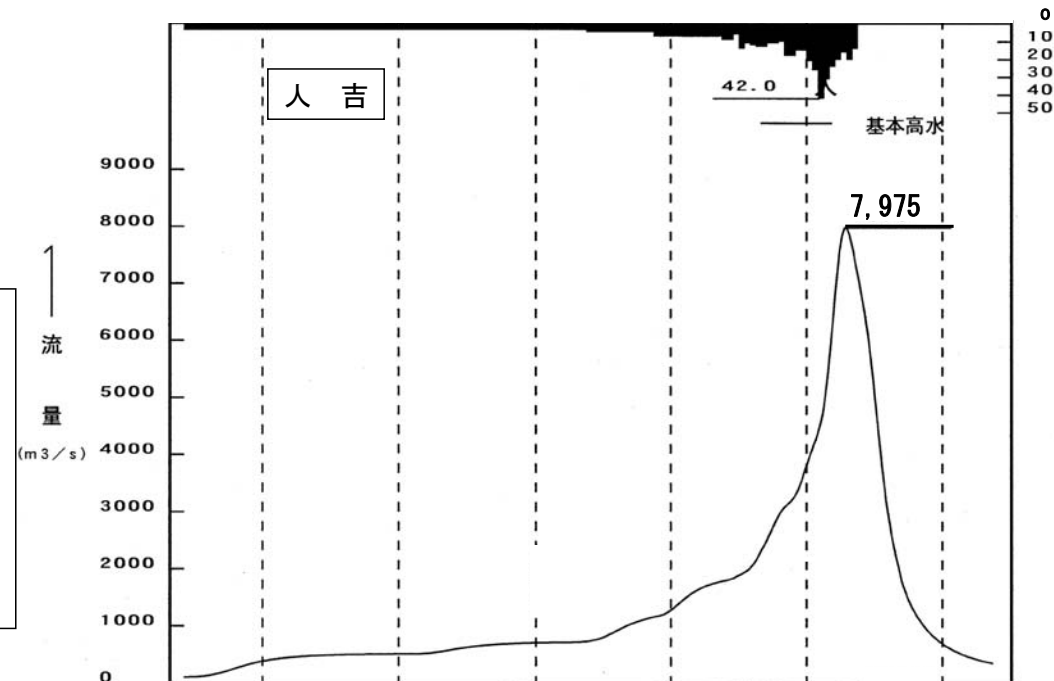


- ・全ての継続時間において、1/80年となるように降雨波形を設定。
 - ・降雨が最も集中する12時間について、真ん中に降雨のピークが来るように設定
 - ・12時間より前については徐々に小さくなるように設定
- （実際に発生したS40の降雨と類似した降雨波形をイメージして設定）

1/80年確率による計画雨量波形（120時間）



流出計算の実施



計算結果

河川名	地点名	現計画基本高水の ピーク流量	計画Rsa
球磨川	人吉	7,000	7,975

約8,000m³/s

基準地点	工事実施基本計画（1/80年） （統計期間：昭和2年～昭和40年）	河川整備基本方針（案）（統計期間：昭和28年～平成17年）	
		1／80年	1／100年
人吉地点	7,000m ³ /s	7,000m ³ /s	7,200m ³ /s
萩原地点	9,000m ³ /s	—	—

様々な検証

検証手法	人吉地点流量	備考
工事実施基本計画の算定方法で最近のデータを含めた場合の1／80年の洪水流量の検討	人吉：8,600m ³ /s	降雨統計期間：S2～S40（39年）→S2～H17（79年） 計画降雨継続時間（2日）、昭和40年降雨型（5パターン）、流出モデル（単位図法）は変更せず
工事実施基本計画の算定方法で最近のデータを含め、近年一般的に使用される流出モデルにした場合の1／80年の洪水の検討	人吉：9,900m ³ /s	降雨統計期間：S2～S40（39年）→S2～H17（79年） 流出モデル：単位図法→貯留関数法 計画降雨継続時間（2日）、昭和40年降雨型（5パターン）は変更せず
九州他河川の実績降雨による試算	菊池川流域の降雨を移動：7,400m ³ /s 川内川流域の降雨を移動：7,800m ³ /s	菊池川：H2.2洪水 梅雨前線 総雨量：584mm 川内川：H18.7洪水 梅雨前線 総雨量：919mm
歴史的洪水の痕跡水位を基にした洪水流量の推定	寛文9年（1669年）：8,200m ³ /s 正徳2年（1712年）：8,900m ³ /s	寛文9年：氾濫シミュレーション、水位と流量の関係からの推定 正徳2年：水位と流量の関係からの推定
流量確率手法による1／80年洪水流量の推定	6,001m ³ /s～7,159m ³ /s	人吉地点流量データ（S28～H17：53年）
モンテカルロ法を用いた洪水シミュレーションによる1／80年洪水流量の推定	7,119m ³ /s～7,466m ³ /s	確率論を用い、コンピュータ上で仮想洪水を発生させ、非超過確率1/80年となる流量を推定
1/80年確率規模（1～120時間）のモデル降雨波形による洪水流量の推定	約8,000m ³ /s	1～120時間の各継続時間を全て1/80年となる降雨を設定

①基準地点の現状

○これまでに策定した河川整備基本方針の中で定めている計画基準地点は1地点としている水系が多い（河川整備基本方針策定済み50水系中39水系）が、水系の社会的自然的状況を考慮して、基準地点を複数にしている水系もある。主な理由で区分すると以下のとおり。

1. 狭窄部等により氾濫区域が分断されていたり、流出特性が上下流で異なる水系で、本川の上下流それぞれに主要な防御対象区域がある水系

石狩川、天塩川、阿武隈川、富士川、庄内川

2. 下流部で支川が合流している等により、実態上別河川として取り扱える水系

吉野川（本川、旧吉野川）、那賀川（本川、桑野川）

3. 主要な防御対象区域が支川付近にある水系

天塩川（本川、名寄川）、鳴瀬川（本川、吉田川）
重信川（本川、石手川）

4. 流域面積や流出特性により支川に基準点を設けている水系

石狩川（本川、豊平川、千歳川、夕張川、幾春別川、空知川、雨竜川）
利根川（本川、渡良瀬川、鬼怒川、小貝川）
九頭竜川（本川、日野川、足羽川）

②基準地点が複数ある水系の事例

面積は小規模であるが、下流の大都市名古屋市を守るため、相対的に下流部の安全度を上げている

庄内川水系

（流域面積：1,010km²）



支川石手川下流の大都市松山市を守るため、支川石手川にも基準地点を設置

重信川水系

（流域面積：445km²）



流域面積が大きく、かつ流路が南北に長く2地点の出水が、独立の現象として起きる可能性が高い

阿武隈川水系

（流域面積：5,400km²）



<基準地点とは>

○基準地点は水系の治水の安全度を定める基準となる地点であり、流域内の資産の分布状況や地形特性等を考慮して設定。

○治水計画における主要区間の流量設定は、様々な地点で安全度を設定すると、下流の流量が上流や支川の流量を集水し構成されているため、上流と下流の流量が逆転する場合があります。一般的には、基準地点を1地点で設定することが望ましい。ただし、上流で下流より小さい安全度を設定する場合や流域が大きく地域で降雨特性が異なる場合等については複数の基準地点を設定する場合もある。

基準地点を1地点とした場合と2地点とした場合の比較

球磨川水系

基本高水のピーク流量の算定根拠

基本高水のピーク流量一覧表（単位：m³/s）

工事実施基本計画

（降雨データ統計期間S2～S40、S40-5パターン、単位図法）

基準	安全度	地点	川辺川型	本川上流型	本川下流Ⅰ	本川下流Ⅱ	全川型
人吉	1/80年	人吉	7,040	7,060	5,840	5,950	5,940
萩原	(440mm/2日)	萩原	8,910	8,900	8,500	8,570	8,580

※萩原1/100の流量は、9,461m³/s。
人吉1/80の引き伸ばしの萩原の通過流量は、10,287m³/s

河川整備基本方針（案）

（降雨データ統計期間S28～S40、実績12パターン、貯留関数法）

基準	安全度	地点	S30.9	S39.8	S46.8	S47.7	S57.7.25	H5.9	H7.7	H9.9	H16.8	H17.9
人吉	1/80年 (262mm/12h)	人吉	4,001	4,295	5,591	6,997	5,637	4,009	5,451	4,142	4,576	5,360
		横石	5,473	6,827	7,678	9,625	7,316	6,076	8,488	5,526	6,143	6,831
	1/100年 (268mm/12h)	人吉	4,138	4,435	5,736	7,201	5,791	4,142	5,604	4,288	4,712	5,520
		横石	5,658	7,029	7,890	9,886	7,509	6,277	8,711	5,714	6,317	7,032

※人吉地点1/80の場合の横石地点の
通過流量の安全度は約1/90

基準	安全度	地点	S30.9	S39.8	S46.8	S47.6	S47.7	S57.7.12	S57.7.25	H5.7	H5.9	H7.7	H9.9	H16.8	H17.9
横石	1/80年 (254mm/12h)	人吉	4,316	3,618	5,646	3,648	6,921	5,296	5,700	3,817	4,199	4,974	4,743	5,378	5,918
		横石	5,898	5,853	7,758	5,446	9,528	9,057	7,395	7,209	6,355	7,792	6,281	7,148	7,545
	1/100年 (261mm/12h)	人吉	4,496	3,760	5,822	3,793	7,161	5,478	5,888	3,937	4,372	5,143	4,940	5,588	6,132
		横石	6,135	6,054	8,014	5,660	9,834	9,349	7,630	7,438	6,612	8,038	6,534	7,413	7,824

検討対象洪水の抽出

- ◎人吉地点：人吉上流域の流域平均雨量の上位10洪水及び流量が4,000m³/s以上の洪水を抽出。
- ◎横石地点：人吉地点の対象洪水に加え、下流域での流出量が多い洪水を抽出。

○球磨川流量配分図（基本高水のピーク流量）

	基準地点・安全度	基本高水流量 (m³/s)	
		人吉	横石
河川整備基本方針(案)	基準:1地点	7,000	9,700※
	人吉:1/80	(6,997)	(9,625)
参考	基準:2地点	7,000	9,600
	人吉:1/80	(6,997)	(9,528)
	横石:1/80		
	基準:2地点	7,000	9,900
	人吉:1/80	(6,997)	(9,834)
	横石:1/100		

※横石流量は通過流量

基準地点の比較



上流と下流の流量の関係について

○下流のピーク流量が大きくなる3つの洪水型の最大流量9,349m³/sをカバーする計画となっている。

- ・昭和57年7月12日
- ・平成5年7月
- ・平成7年7月

人吉及び横石地点における洪水生起の特性相関図

