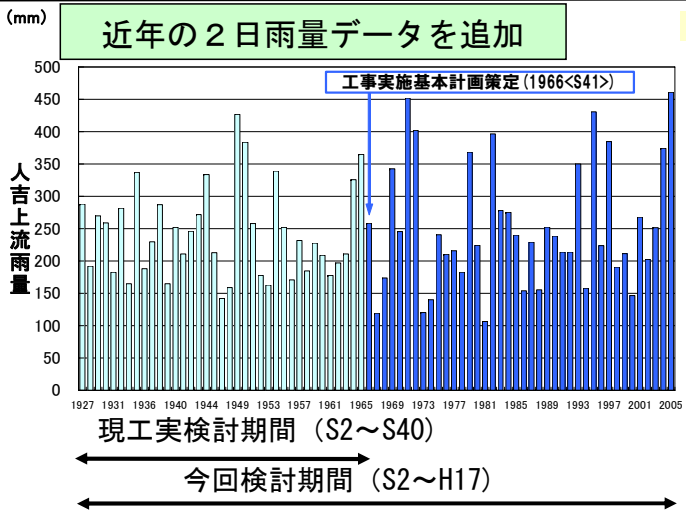
資料３　基本高水ピーク流量及び基準点

基本高水のピーク流量に関する様々な検証に横石地点と1/100を追加（P1～7　追加部分赤字）　球磨川水系

工事実施基本計画策定時の検討を一部修正した場合　検討①②

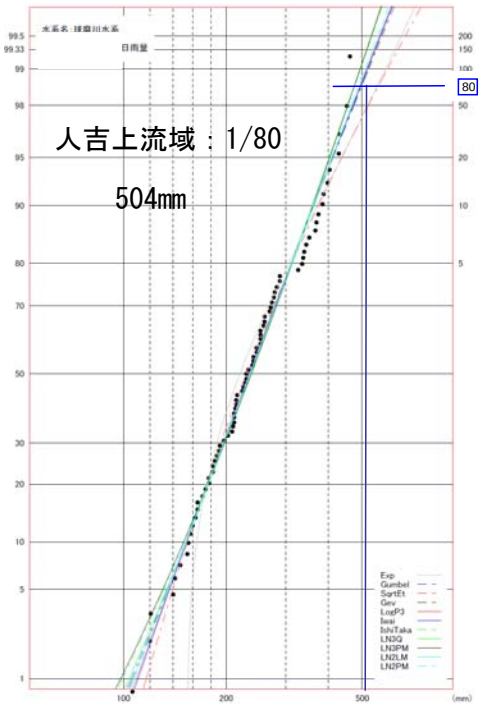
※ 工事実施基本計画を基にしていることから萩原地点としているが、以降の検討では近傍で流量観測が行われている横石地点で評価。

近年の２日雨量データを追加



１／８０降雨量の算定

雨量確率図　（人吉上流域）



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

1/80年

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

1/100年

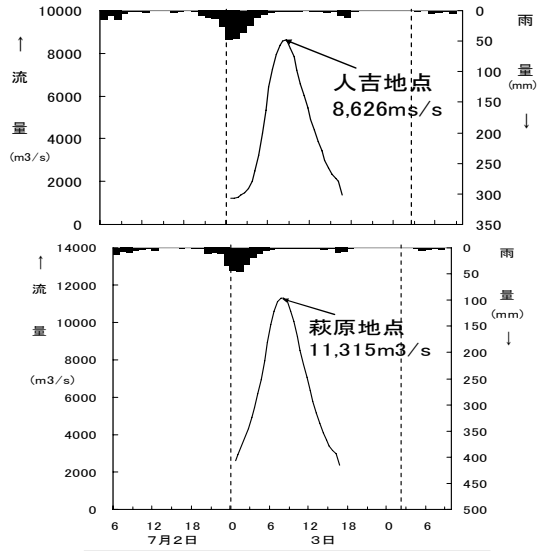
統計年数の追加
S2～H17　79年間
人吉上流域
519mm／２日
全流域
483mm／２日

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

※（数字）は1/100降雨量　　単位：mm

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	549（567）	513（529）	523（541）	525（544）	469（483）
	川辺川	455（467）	495（509）	450（462）	447（459）	469（483）
	本川下流	415（428）	415（428）	440（452）	440（452）	469（483）

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（単位図法）



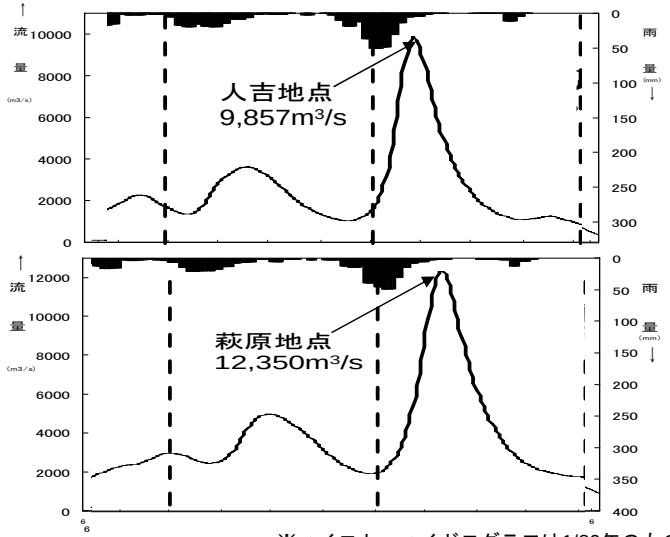
基本高水のピーク流量計算結果一覧　(m³/s)

	地点	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
1/80	人吉	8,626	8,526	8,293	8,289	7,810
	萩原	11,315	11,280	11,195	11,186	11,010
1/100	人吉	8,920	8,834	8,593	8,600	8,087
	萩原	11,730	11,698	11,593	11,596	11,397

近年までのデータを含めて算出

1/80	人吉地点：約　８，６００m³/s 萩原地点：約１１，３００m³/s
1/100	人吉地点：約　８，９００m³/s 萩原地点：約１１，７００m³/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



※ハイエト・ハイドログラフは1/80年のもの

基本高水のピーク流量計算結果一覧　(m³/s)

	地点	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
1/80	人吉	9,857	9,732	9,424	9,424	8,801
	萩原	12,350	12,225	12,077	12,077	11,636
1/100	人吉	10,242	10,115	9,817	9,826	9,159
	萩原	12,832	12,706	12,559	12,569	12,099

近年までのデータを含めて貯留関数法を用いて算出

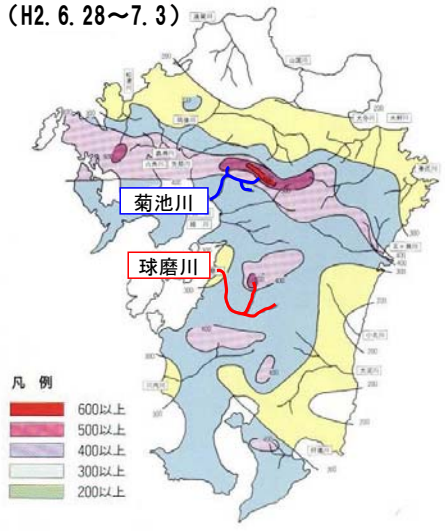
1/80	人吉地点：約　９，９００m³/s 萩原地点：約１２，４００m³/s
1/100	人吉地点：約１０，２００m³/s 萩原地点：約１２，８００m³/s

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（菊池川H2.7洪水）検討③

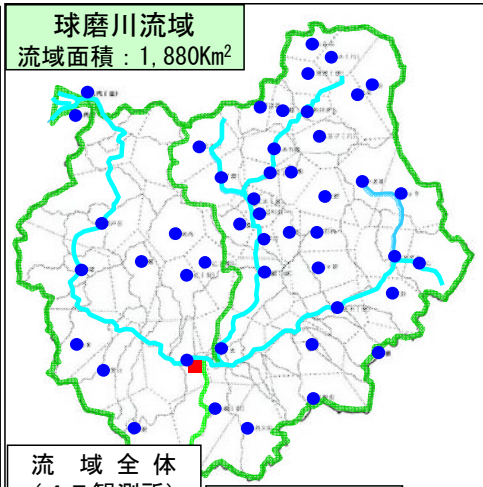
・九州北部地方、特に菊池川（熊本県北部）で、下流の玉名観測所の計画高水流量を大幅に上回る過去最大の出水となった平成２年７月梅雨前線による降雨が球磨川流域で降った場合について検討を実施。

・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。

降雨分布図（総雨量）
（H2.6.28～7.3）



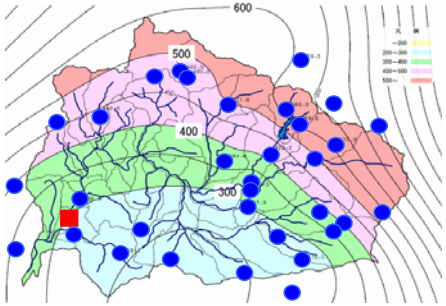
球磨川流域
流域面積：1,880Km²



流 域 全 体
（４７観測所）
基準地点上流
（３９観測所）

●雨量観測所
■人吉地点

菊池川流域の等雨量線図



●雨量観測所
■玉名地点

流域面積：996km²

流 域 全 体 ：３２観測所
基準地点上流：３０観測所

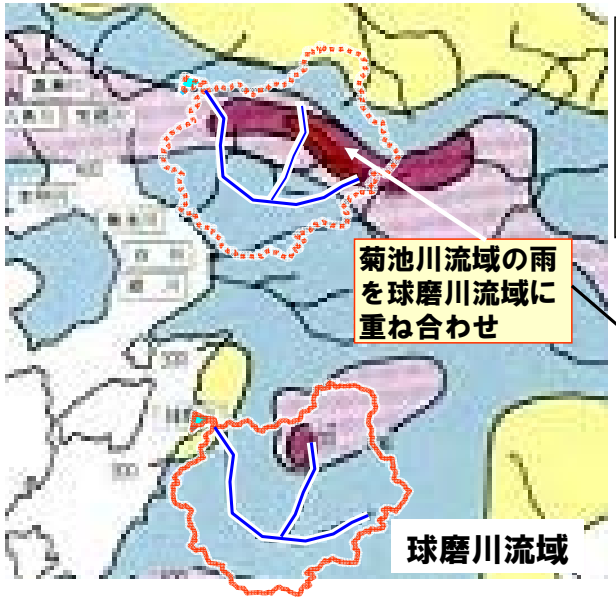
平成２年７月出水状況

被害状況
○死者１名
○全壊６戸、半壊１６戸
○床上１１５９戸
○床下１０６８戸

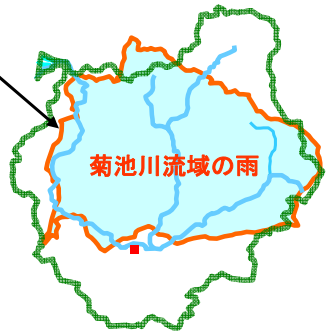
本川14k200付近
（玉名市）溝の上地区浸水状況

浸水状況（山鹿市熊入町）

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,TI）、計画Rsa）

人吉地点の最大流量：約 ７，４００m³/s
横石地点の最大流量：約 ９，３００m³/s

基 準 地 点 に お け る 雨 量 比 較 （ 単位 ： mm）

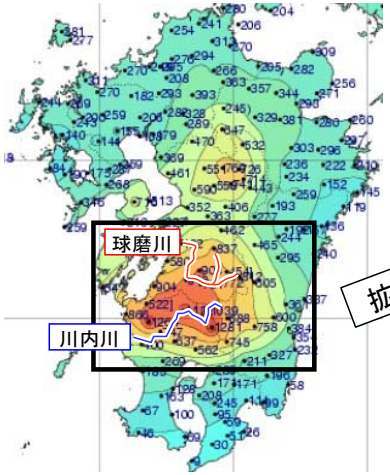
	総 雨 量	最大２日雨量	最大12時間雨量
人 吉 上 流 域 (A=1,137km²)	584	419 <7/1～7/2>	318 <7/2 5時～16時>
玉 名 上 流 域 (A=906km²)	557	399 <7/1～7/2>	306 <7/2 4時～15時>

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
横 石 上 流 域 (A=1,873km²)	525	366 <7/1～7/2>	274 <7/2 4時～15時>
菊 池 川 全 流 域 (A=996km²)	541	384 <7/1～7/2>	294 <7/2 4時～15時>

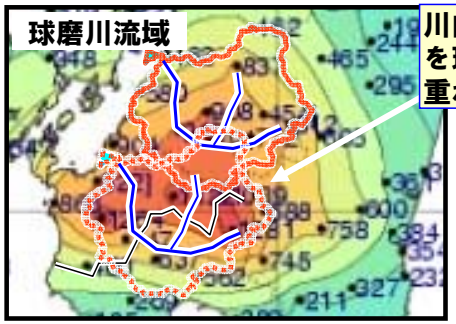
九州の他流域で発生した実際の降雨が球磨川に降った場合の検討について（川内川H18.7洪水） 検討④

・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。
・平成１８年７月洪水の降雨は短時間に集中していることに加え、それ以前の長時間にわたる降雨により流域が湿潤状態になるため、洪水ピーク流量が人吉地点で７，８００m³/s、横石地点で１２，２００m³/sと大きい流量となることが想定される。



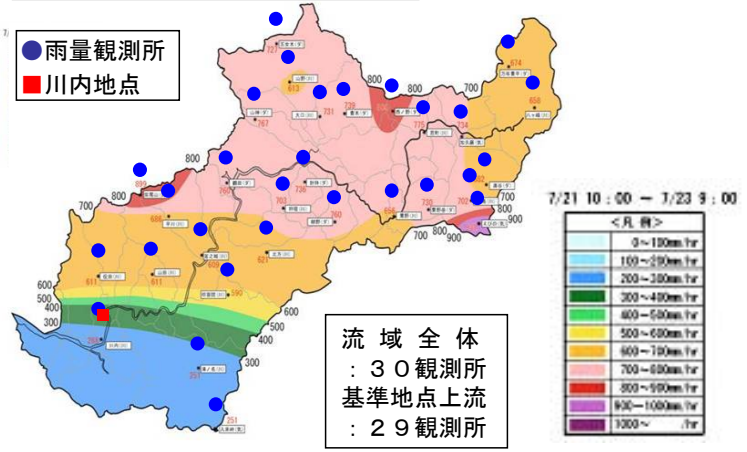
拡大

球磨川流域と川内川流域の重ね合わせ（雨量観測所選定）



（雨量の設定）
・川内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

川内川流域の等雨量線図



流 域 全 体
：３０観測所
基準地点上流
：２９観測所

人吉地点・横石地点の流量算出

上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, TI）、計画Rsa）

人吉地点の最大流量：約　７，８００m³/s
横石地点の最大流量：約１２，２００m³/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
人 吉 上 流 域 (A=1,137km²)	919	670 <7/21～7/22>	250 <7/22 6時～7/23 17時>
川 内 上 流 域 (A=1,425km²)	854	550 <7/21～7/22>	291 <7/22 6時～7/23 17時>

全 体 流 域 に お け る 雨 量 比 較　（単位：mm）

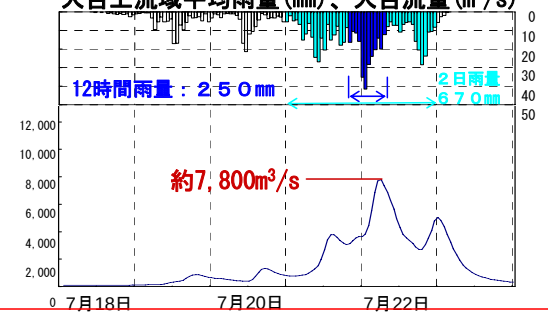
	総 雨 量	最大２日雨量	最大12時間雨量
球 磨 川 全 流 域 (A=1,873km²)	920	690 <7/21～7/22>	278 <7/22 6時～7/23 17時>
川 内 川 全 流 域 (A=1,600km²)	806	520 <7/21～7/22>	277 <7/22 6時～7/23 17時>

（委員からの質問）基本方針案の人吉上流域12時間雨量（262mm）に比べ小さい雨量であるにもかかわらず、最大流量が7,800m³/sと大きくなっているが、このときの短時間雨量やその確率の状況はどうか。

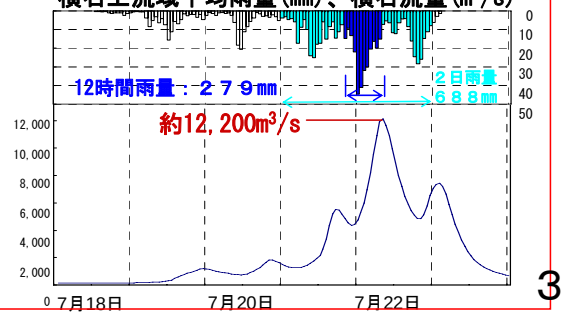
短時間雨量の発生確率

	４時間雨量	８時間雨量	12時間雨量
人吉上流域	129.0mm (約1/140)	199.3mm (約1/100)	249.8mm (約1/50)
全 流 域	147.2mm (約1/360)	189.5mm (約1/330)	278.4mm (約1/200)

人吉上流域平均雨量(mm)、人吉流量(m³/s)



横石上流域平均雨量(mm)、横石流量(m³/s)

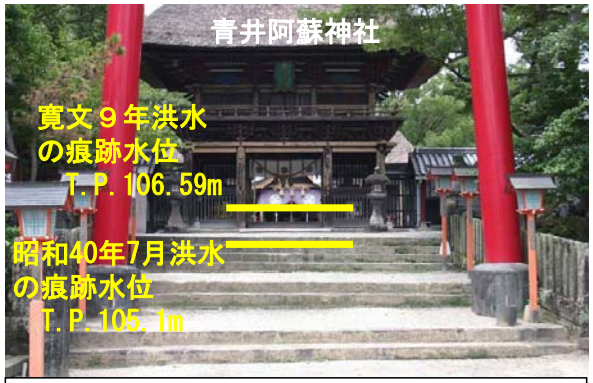


歴史的洪水の痕跡水位を基にした洪水ピーク流量の推定　検討⑤　追加無し

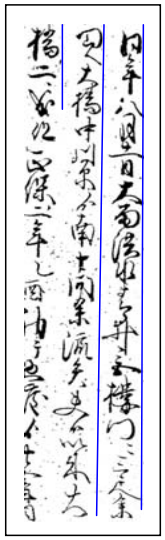
球磨川水系

・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検討。『横石地点については、古文書等の文献に洪水の記載がないため、人吉地点のみ検討』
・人吉地点において、寛文９年洪水<1669年>は約８，２００m³/s、正徳２年洪水<1712年>は約８，９００m³/sと推定された。

寛文９年(1669年)洪水



痕跡水位は、S40.7洪水より1.49m高い
T.P.106.59m



※出典：南藤蔓綿録　巻之十三

文献の記載内容

同年8月11日大雨洪水、青井宮楼門に3尺余間へ、大橋中川原より南10間余り流出、夫より以来大橋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。

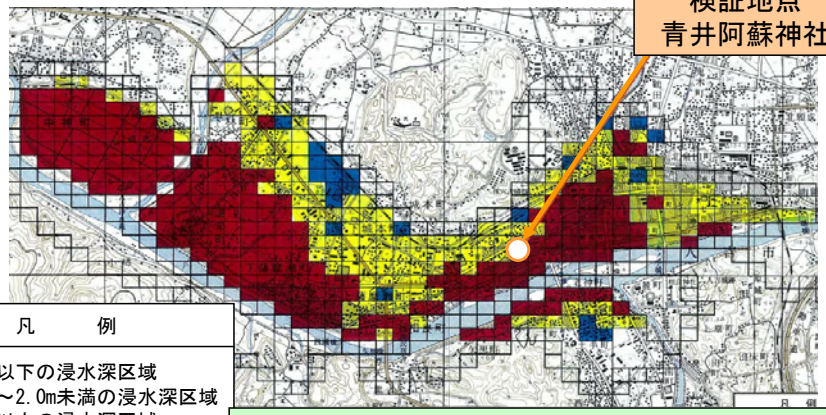
・寛文洪水の水位を人吉観測所水位に換算
6.54m（=5.05m+1.49m）

⇒ 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）

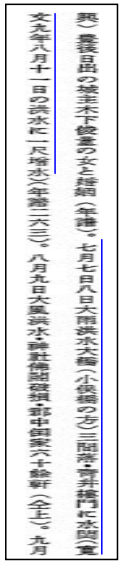
①氾濫シミュレーションによる推定



○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



※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（小俣橋の方）三間落・青井楼門に水問 ※(寛文９年8月11日の洪水に1尺増水)

※痕跡水位T.P.106.893m
(1尺＝約30.3cmとして計算)

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。

モンテカルロ法を用いた洪水シミュレーションによる洪水流量の検討　検討⑥

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、確率洪水流量を検討

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

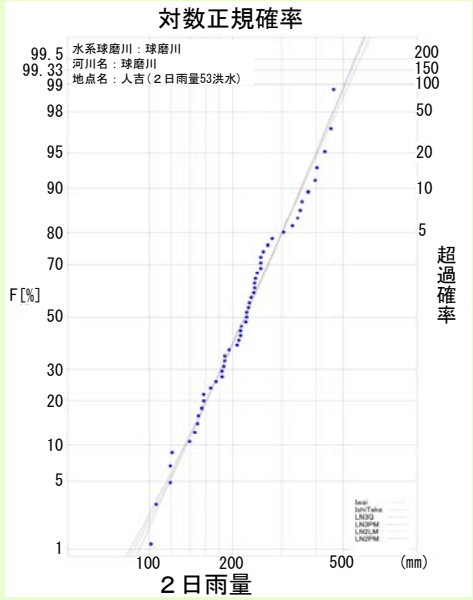
③流量確率手法による計画規模の流量算出

②で得られた年最大流量データを用い非超過確率（人吉：1/80年, 1/100年、横石：1/80年, 1/100年）の流量を想定

２日雨量の推定に用いた確率分布形

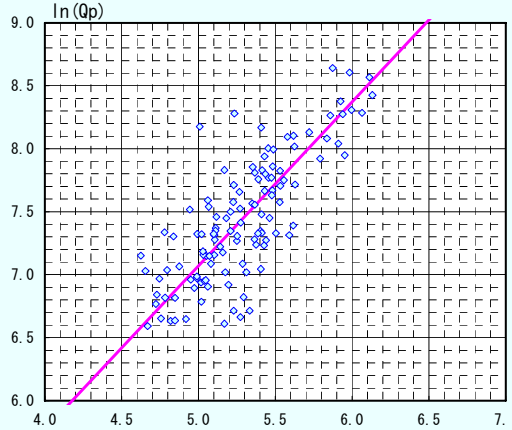
- ３母数積率法
- 岩井法
- クォンタイル法
- 石原・高瀬法
- ２母数Ｌ積率法
- ２母数積率法

◆年最大２日雨量の発生確率



人吉1/80の例

◆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。

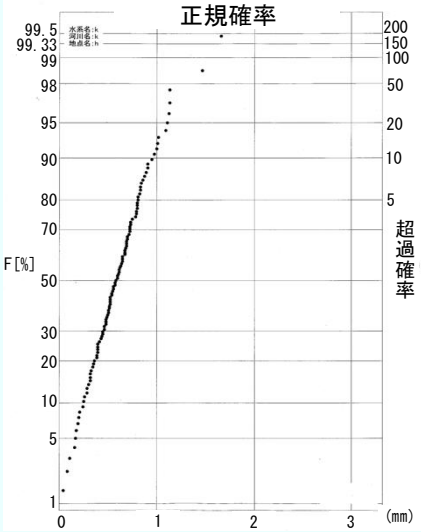


図　相関の線からのずれのプロット

人吉、横石地点の洪水ピーク流量の算定結果

（m³/s）

	1／80		1／100	
	人吉地点	横石地点	人吉地点	横石地点
３母数積率法	7, 169	10, 078	7, 490	10, 500
岩井法	7, 339	10, 277	7, 683	10, 723
クォンタイル法	7, 298	10, 243	7, 635	10, 688
石原・高瀬法	7, 119	10, 058	7, 471	10, 480
２母数Ｌ積率法	7, 466	10, 559	7, 826	11, 049
２母数積率法	7, 294	10, 293	7, 638	10, 752
洪水ピーク流量	7, 119 ～ 7, 466	10, 058 ～ 10, 559	7, 471 ～ 7, 826	10, 480 ～ 11, 049

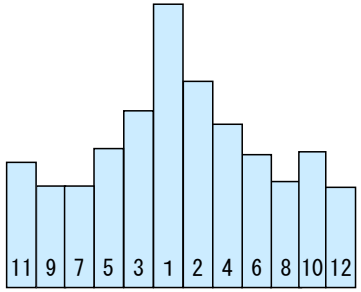
モデル降雨波形による洪水流量の検討　　検討⑦

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

短時間降雨確率

モデル降雨の設定（人吉地点１／８０の例）

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

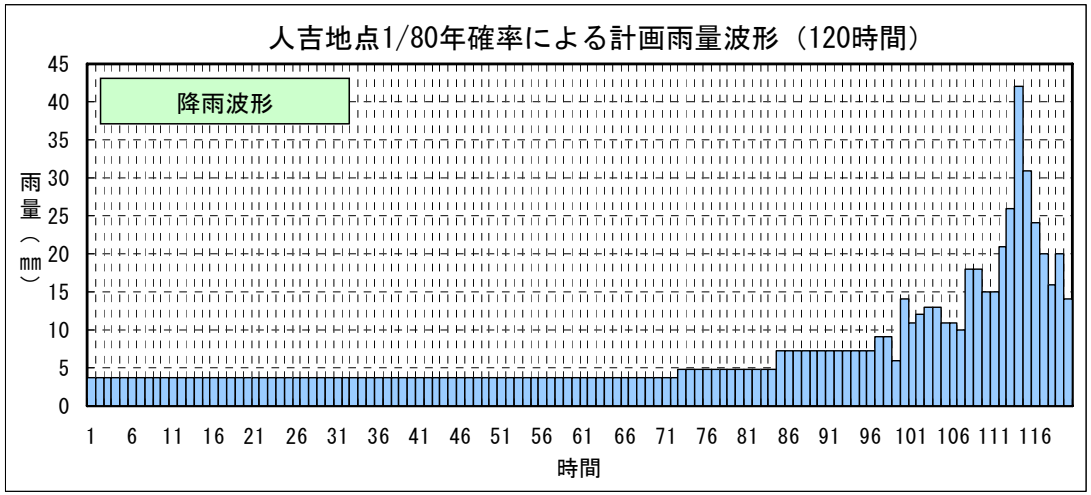


・全ての継続時間において、１／８０年となるように降雨波形を設定。

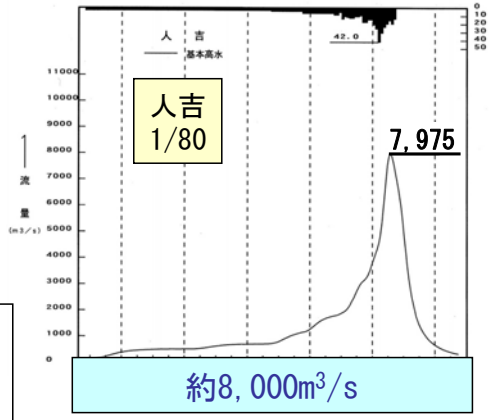
・降雨が最も集中する１２時間について、真ん中に降雨のピークが来るように設定

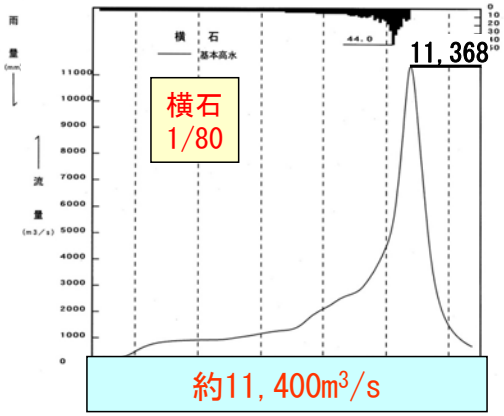
・１２時間より前については徐々に小さくなるように設定

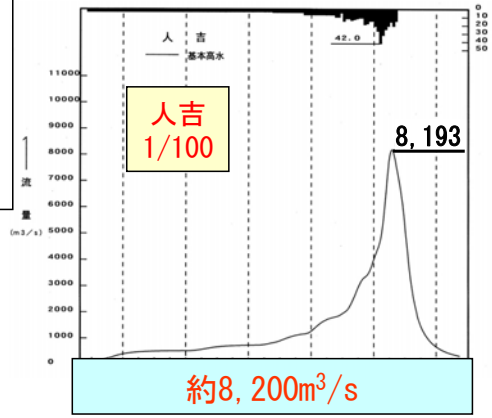
（実際に発生したS40の降雨と類似した降雨波形をイメージして設定）

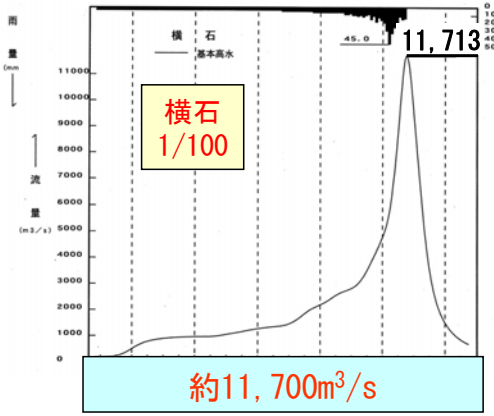


流出計算の実施









○計算結果

1/80	人吉	約 8,000m³/s
	横石	約11,400m³/s
1/100	人吉	約 8,200m³/s
	横石	約11,700m³/s

基本高水のピーク流量について

球磨川水系

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	7,000m³/s	7,000m³/s	7,200m³/s
萩原地点	9,000m³/s	－	－

様　々　な　検　証　の　結　果

検証手法	人吉地点流量	横石（萩原）地点流量	内容
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洪水流量の検討	**人吉（1/ 80）：約 8,600m³/s** **人吉（1/100）：約 8,900m³/s**	**萩原（1/ 80）：約11,300m³/s** **萩原（1/100）：約11,700m³/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洪水の検討	**人吉（1/ 80）：約 9,900m³/s** **人吉（1/100）：約10,200m³/s**	**萩原（1/ 80）：約12,400m³/s** **萩原（1/100）：約12,800m³/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）は変更せず ・流出モデル：単位図法→貯留関数法
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：約 7,400m³/s** **川内川流域の降雨を移動：約 7,800m³/s**	**菊池川流域の降雨を移動：約 9,300m³/s** **川内川流域の降雨を移動：約12,200m³/s**	・菊池川：H 2.2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）：約 8,200m³/s** **正徳２年（1712年）：約 8,900m³/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洪水流量の推定	1/ 80：6,001m³/s～7,159m³/s 1/100：6,211m³/s～7,521m³/s	1/ 80：8,387m³/s～10,170m³/s 1/100：8,659m³/s～10,674m³/s	・人吉地点流量データ（S28～H17：53年） ・横石地点流量データ（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洪水流量の推定	1/ 80：7,119m³/s～7,466m³/s 1/100：7,471m³/s～7,826m³/s	1/ 80：10,058m³/s～10,559m³/s 1/100：10,480m³/s～11,049m³/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、1/100年（横石地点のみ）となる流量を推定
モデル降雨波形による洪水流量の推定	**人吉（1/ 80）：約 8,000m³/s** **人吉（1/100）：約 8,300m³/s**	**横石（1/ 80）：約11,400m³/s** **横石（1/100）：約11,700m³/s**	・1～120時間の各継続時間を1/80年、1/100年となる降雨に設定

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

基本高水のピーク流量の算定根拠

【降雨データ統計期間S2～S40、昭和４０年７月洪水の５パターン、単位図法】 (m³/s)

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 (440mm/2日)	人吉	7,040	**7,060**	5,840	5,950	5,940
萩原		萩原	**8,910**	8,900	8,500	8,570	8,580

（降雨データ統計期間S28～H18、貯留関数法） (m³/s)

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	H18.7
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	—

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	H18.7
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	5,352
		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	8,466
	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	5,518
		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	8,712

※検討対象洪水の抽出　※（ ）書きは通過流量

◎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４０００m³/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。

【委員からの意見】

○台風性は上流を中心に降ることが多く、このような場合には、人吉と横石の洪水のピーク流量の相関は高い。梅雨性は流域全体、中流、下流を中心に降ることがあり、下流に多く降る場合には、人吉と横石の洪水のピーク流量の相関が悪くなる。

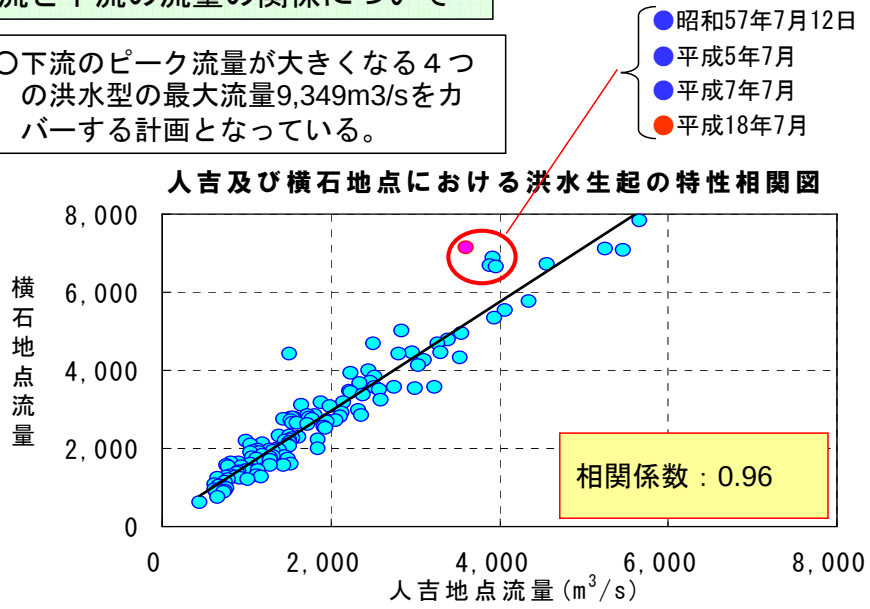
○例えば、平成１８年７月洪水の様に下流に多く降った場合には、人吉と横石の洪水ピーク流量の相関からはずれており、このような場合もあることから下流の横石についても基準地点とし、２点で管理していくことが望ましい。

基準地点の比較

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	基本高水のピーク流量(m³/s) 人吉	横石
河川整備基本方針（案）	基準：1地点 人吉：1/80	7,000 (6,997)	9,700※ (9,625)
参考	基準：２地点 人吉：1/80 横石：1/80	7,000 (6,997)	9,600 (9,528)
	基準：２地点 人吉：1/80 横石：1/100	7,000 (6,997)	9,900 (9,834)

※人吉地点1/80の場合の横石流量は通過流量。安全度は約1/90

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４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。