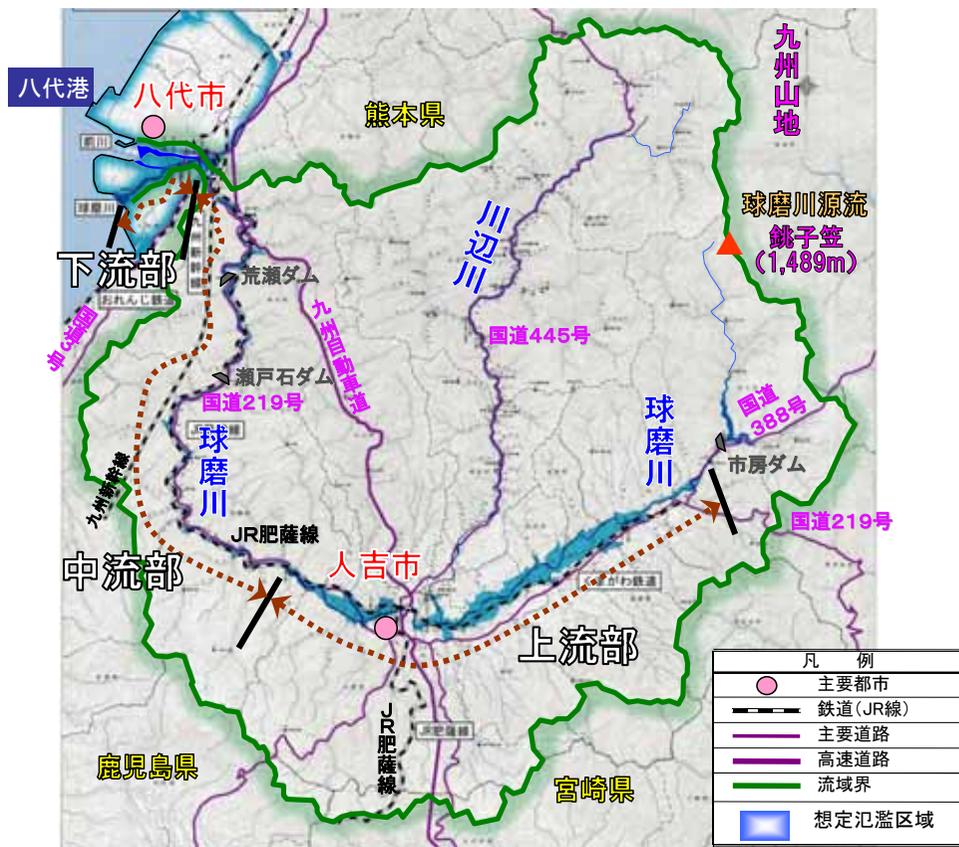


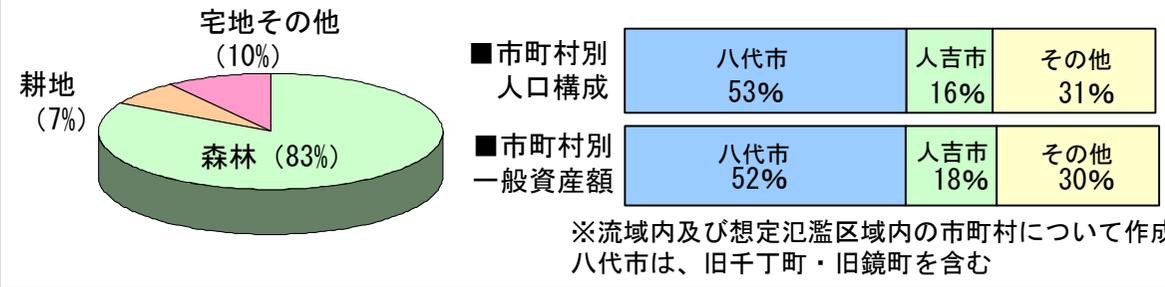
- ・ 球磨川流域の面積は、熊本県土の約 1 / 4
- ・ 流域内人口は、熊本県人口の約 1 割
- ・ 球磨川の下流に位置する八代市は熊本県第 2 の都市であり、九州の南北を繋ぐ交通の要所
- ・ 上流部人吉市は九州の小京都と呼ばれる球磨地方の中心都市



【球磨川の諸元】

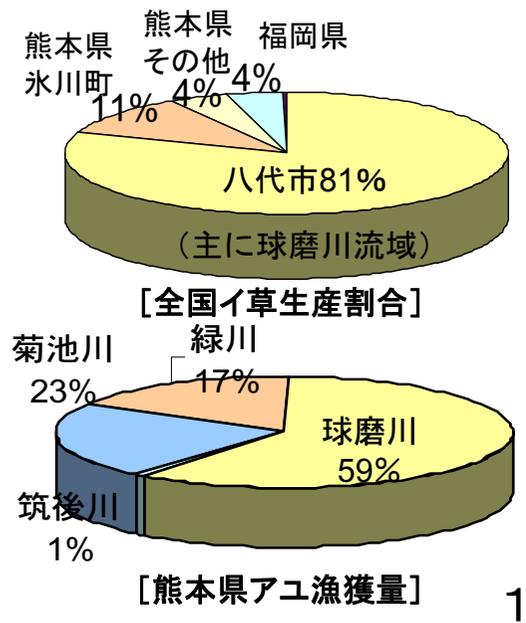
・ 流域面積	: 1,880km ²
・ 幹川流路延長	: 115km
・ 流域内市町村	: 4市5町5村
・ 流域内人口	: 約14万人
・ 流域内一般資産額	: 約1.8兆円
・ 想定氾濫区域内人口	: 約14.5万人
・ 想定氾濫区域内資産	: 約1.9兆円

- 土地利用**
- ・ 球磨川流域では 8 割以上が森林
 - ・ 人口・資産は、下流の八代市及び上流の人吉市に集中



- 産業**
- 【工業等】**
- ・ 下流の八代市では、球磨川の水を利用した製紙業、金属製品業等の工場が立地。
 - ・ 河口付近の八代港は、重要港湾、貿易港等に指定され、南九州開発の拠点工業港として発達。
-
- 球磨川河口付近に位置する八代港

- 【農業等】**
- ・ 氾濫原の八代平野では、米・イ草の二毛作が盛ん。最近ではハウス栽培が盛んで、トマトの生産高は県内 1 位。
 - ・ 上流部は穀倉地帯を形成。米焼酎造りが盛ん。
- 【その他産業】**
- ・ 球磨川におけるアユの漁獲量は、熊本県内の約 6 割を占める。
 - ・ 日本三急流と称され、球磨川下りは全国的に有名。アユ釣り、温泉と併せ、人吉・球磨地方の観光のシンボル。



主な洪水と治水計画の変遷

主な洪水等の実績と治水計画の変遷

発生年月等	被害の概要(戸)			最大流量(m ³ /s)※	
	家屋損壊・流出	床上浸水	床下浸水	人吉	横石
寛文9年8月(1669年)	人吉市の青井阿蘇神社楼門が3尺余浸水。死者11人、浸水家屋1,432戸			—	—
正徳2年7月(1712年)	青井阿蘇神社楼門まで浸水(寛文9年の洪水に1尺増水)			—	—
宝暦5年6月(1755年)	山津波が発生し瀬戸石付近で閉鎖し、これが決壊。萩原堤防決壊。死者506人、家屋流出2,118戸、田畑22,000haに被害			—	—
明治21年6月	死者3人、家屋流出6戸、その他橋梁流出			—	—
大正15年7月	家屋流出3戸、浸水家屋200戸(人吉)、川辺川、柳瀬の両井手は全壊			—	—
昭和2年8月	32	浸水家屋500戸(人吉)		—	—
昭和12年	球磨川下流部改修計画策定 下流部(八代市)直轄事業に着手 計画高水流量:5,000m ³ /s(萩原)				
昭和19年7月	507	1,422	—	—	—
昭和22年	球磨川上流部改修計画策定 直轄編入:上流部(人吉市~多良木町)(中流部は未編入) 計画高水流量:5,000m ³ /s(萩原) 4,000m ³ /s(人吉)				
昭和29年	直轄編入:上流部(湯前町~水上村)				
昭和29年8月	106	562	—	約2,800	約3,600
昭和31年	球磨川改修計画策定 基本高水のピーク流量:5,500m ³ /s(萩原) 4,500m ³ /s(人吉) 計画高水流量 :5,000m ³ /s(萩原) 4,000m ³ /s(人吉)				
昭和35年3月	市房ダム完成(国施工、熊本県管理)				
昭和38年8月	281	1,185	3,430	約3,000	約3,600
昭和39年8月	44	753	893	約3,400	約4,800
昭和40年7月	1,281	2,751	10,074	約5,700	約7,800
昭和41年4月	球磨川水系工事実施基本計画策定 基本高水のピーク流量:9,000m ³ /s(萩原) 7,000m ³ /s(人吉) 計画高水流量 :7,000m ³ /s(萩原) 4,000m ³ /s(人吉)				
昭和46年8月	209	1,332	1,315	約5,300	約7,100
昭和47年7月	64	2,447	12,164	約4,100	約5,500
昭和48年	直轄編入:南川、中流部(旧坂本村~球磨村)				
昭和57年7月25日	47	1,113	4,044	約5,500	約7,100
平成11年9月	台風18号に伴う高潮による浸水被害(床上浸水3戸、床下浸水20戸)				
平成16年8月	—	13	36	約4,300	約5,800
平成17年9月	—	46	73	約4,600	約6,700

※最大流量とは洪水が氾濫せずに全て流下し、加えて市房ダムによる洪水調節が行われなかったと仮定した場合の流量(氾濫等戻し流量)である。

※被害状況の出典:「熊本県災異誌」、「熊本県災害誌」、「熊本県消防防災年報」等。

※被災状況は流域市町村の合計とした。また、土砂災害によるものを含む。

H16年は「熊本県 平成16年度 消防・防災・保安年報」。

※H17年は速報値

主な洪水被害

昭和40年7月出水(戦後最大の洪水)

■上流から下流に至るまで、ほぼ全川の基大な浸水被害が発生
人吉地点流量:約5,700m³/s

■人吉市は市街地が浸水し20数戸が流出。



▲人吉市九日町

■下流八代市では、萩原堤防の一部が決壊。前川堰も決壊するなどの被害発生。



八代市萩原町▶



▲人吉市下青井町

■中流部では、殆どの地区で浸水被害が発生。



中流部浸水状況(球磨村神瀬地区)

昭和57年7月出水(戦後第2位の洪水)

▶特殊堤を越えて氾濫(人吉市上薩摩瀬町)



▽家屋が冠水した中流部(八代市(旧坂本村)坂本)

■人吉地点で約5,500m³/sの流量
■人吉市街部は引堤や特殊堤による整備がほぼ完了していたが、これを越えて氾濫。
■被害は、人吉市及び中流部(球磨村、坂本村(現八代市)、芦北町)を中心に発生。



「川辺川ダムを考える住民討論集会」等の概要

第38回河川整備基本方針小委員会
(球磨川2回目)資料3-1 抜粋

川辺川ダムを考える住民討論集会

開催に至る経緯

平成13年11月、ダムに反対の民間研究グループが、ダムによらなくても流域の生命・財産が守れるとする治水代替案を記者発表し、住民団体や政党等がダムと代替案に関する公開討論会を求めた。

熊本県：代替案が、治水の手段としてダムに替わりうる具体的かつ妥当な選択肢たり得るのか、県民に見える形で科学的に議論する必要がある。

国交省：ダム事業に関して県民への説明責任を果たす。

趣旨

川辺川ダム事業をめぐる論点について、県民参加のもと国土交通省、ダム事業に意見のある団体等並びに学者及び住民が相集い、オープンかつ公正に議論する。

主催

第1回：熊本県
第2回～第9回
：国土交通省（コーディネーター：熊本県）

住民討論集会の開催経緯

	開催日	討論内容	開催場所	参加人数
第1回 【治水】	平成13年12月9日（日）	・治水全般（双方の考え方）	相良村総合体育館	約3,000人
第2回 【治水】	平成14年2月24日（日）	・治水代替案 ・基本高水	八代市厚生会館	約1,400人
第3回 【治水】	平成14年6月23日（日）	・双方による現地視察（2日） ・森林、基本高水、萩原堤防	相良村総合体育館	約1,800人
第4回 【治水】	平成14年9月15日（日）	・大雨洪水被害の実態検証 ・基本高水 ・現況河道流量、計画河道流量	県庁地下大会議室	約750人
第5回 【治水】	平成14年12月21日（土）	・洪水調節流量 ・具体的な治水対策 ・費用対効果	人吉カルチャー・ハルス	約2,540人
第6回 【環境】	平成15年2月16日（日）	・流域の環境対策の現状 ・ダムによる水質、流量への影響 ・魚族への影響	県庁地下大会議室	約940人
第7回 【環境】	平成15年5月24日（土）	・八代海への影響 ・希少生物への影響 ・その他	県庁地下大会議室	約800人
第8回 【環境】	平成15年7月13日（日）	・環境影響総括	県庁地下大会議室	約730人
第9回 【治水/環境】	平成15年12月14日（日）	・総論（治水・環境） ・公開質問への回答	県庁地下大会議室	約620人

運営方法等

- ・双方（国土交通省とダム反対側）参加の事前協議により、テーマや進行を協議。
- ・双方の専門家が登壇しての対論形式
- ・第9回は、広く県民質問を募集し、論点を絞ってそれぞれの質問に回答
- ・公開方法
会場での傍聴
県庁内・県の出先でテレビ中継
インターネット
民法テレビで放映（録画）
マスコミへは、事前協議より全公開

森林の保水力共同検証

共同検証を行うに至った経緯

基本高水に関連する森林の保水力については、第9回住民討論集会において、「双方の学者、国土交通省も含めてですね、やり方の方法、保水力の検証方法について協議し合うという合意が成り立ちました（コーディネーター〈熊本県〉）。」

専門家会議の開催趣旨

住民討論集会における論点のうち流域における森林の保水力について、ダム反対側及び国土交通省が共同で検証を行うため、双方の専門家同士が専門的な見地から共同検証の方法等を具体的に議論を行う。

主催/形式

主催：国土交通省（コーディネーター：熊本県）
形式：国土交通省とダム反対側の対論形式

専門家会議等の開催経緯

	開催日	会議内容等
平成16年度	第1回	平成16年3月27日 ・森林の保水力を確認するための実験方法の提案
	第2回～第9回	平成16年4月28日～平成16年9月2日 ・試験方法、試験候補地、試験機器等に関する協議及び現地踏査
	地表流観察試験	平成16年9月6日～平成16年10月21日 ・期間中3降雨(3回)実施<台風期> ①9/6-9/8 ②9/28-9/30 ③10/19-10/21
	第10回～第12回	平成16年12月17日～平成17年3月15日 ・試験データの取り扱い、次年度の試験実施の有無等に関する協議
平成17年度	第13回～第15回	平成17年5月17日～平成17年6月17日 ・表層流、試験方法等に関する協議及び現地踏査 ※双方の意見を森林水文学の専門家に意見を聞くことを前提として17年度の地表流観測試験を行うことで合意
	地表流観察試験	平成17年7月5日～平成17年7月11日 ・期間中2降雨(2回)実施<梅雨期> ①7/5-7/7(人工林は7/5のみ) ②7/8-7/11
	第16回	平成17年11月25日 ・森林の保水力の共同検証について終結

森林の治水力(浸透能)の相対評価

浸透能は樹種と林齢で大きく異なります

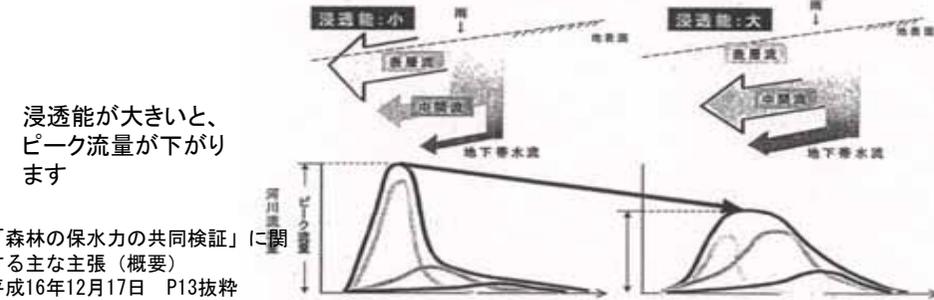
	林齢<10年	11~20	20<
針葉人工林	0.25 (1/4)	0.33 (1/3)	0.40 (1/2.5)
広葉樹林&自然林	0.33 (1/3)	0.66 (2/3)	1.0 (1/1)

第9回川辺川ダムを考える住民討論集会資料5 P19抜粋

森林斜面での浸透能と河川流出パターン

土壌表面の雨水を浸透させる力(浸透能)が低下すると、洪水時には表層流※が増え、河川に一時に雨水が流出。

※表層流: 地表流と地表面にごく近い表層土壌、最上層土壌(例えばA層またはA1層など)の流れ(側方流)をあわせたもの



基本高水のピーク流量の算出

森林の生長と人工林化による山の保水力の変化の把握

- ・現在を概ね1とした場合、洪水ピーク流量の出方は、1955年以前は0.8程度で山の保水力が大きかった。
- ・その後は森林の伐採とともに、保水力は低下して1970年前後の頃は1.2~1.4まで上昇しました。
- ・その後は森林の成長とともに保水力は向上し、1付近まで戻ってきました。

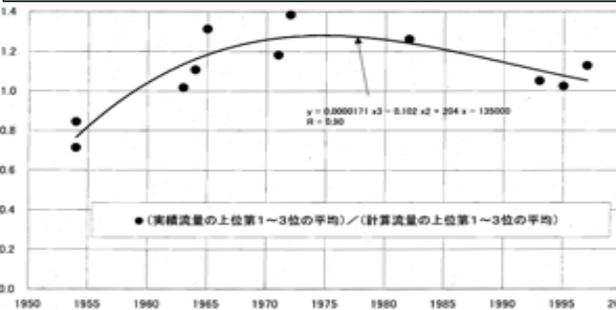


図4 実績洪水流量/計算洪水流量の経年変化(川辺川・柳瀬地点)
(計算洪水流量:1995年洪水適合モデルを用いた場合)
第9回川辺川ダムを考える住民討論集会資料5 P26抜粋

・現在の森林状態を反映している1995年7月洪水を取り上げて、この洪水について毎時の雨量データから計算した毎時の流量が実績流量とほぼ等しくなるタンクモデルの係数を定めました。

・次に1995年洪水に適合するタンクモデルを使って、1995年7月以外の過去の10洪水についても毎時の洪水流量を計算しました。

・11洪水のそれぞれについて、洪水のピーク流量とその近傍の流量を取り出して次の値を求めました。

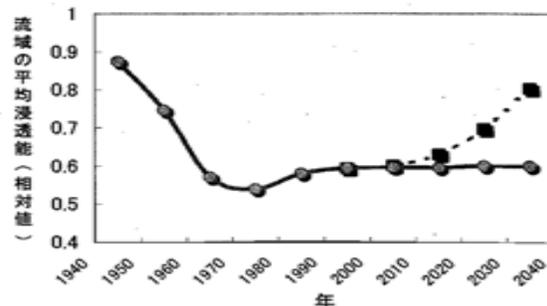
(実績流量の上位第1~3位の平均) / (計算流量の上位第1~3位の平均)

第9回川辺川ダムを考える住民討論集会資料5 P10, 11抜粋

球磨川流域(人吉上流域)森林の治水機能の推移

- ・一斉拡大造林が押し進められた1950年代後半から1970年代にかけて平均浸透能は低下。
- ・その後造林(植林)された人工林の生長によって平均浸透能は回復していますが、人工林を放置した場合は平均浸透能の回復は進みません。
- ・しかし、適正な間伐(強間伐)によって広葉樹が侵入し、針葉樹(スギ・ヒノキ)と広葉樹の複層林または混交林になるにつれて平均浸透能は飛躍的に回復することを示しています。

球磨川流域(人吉上流域)森林の治水機能の推移
(全流域が自然林とした時を1としている)



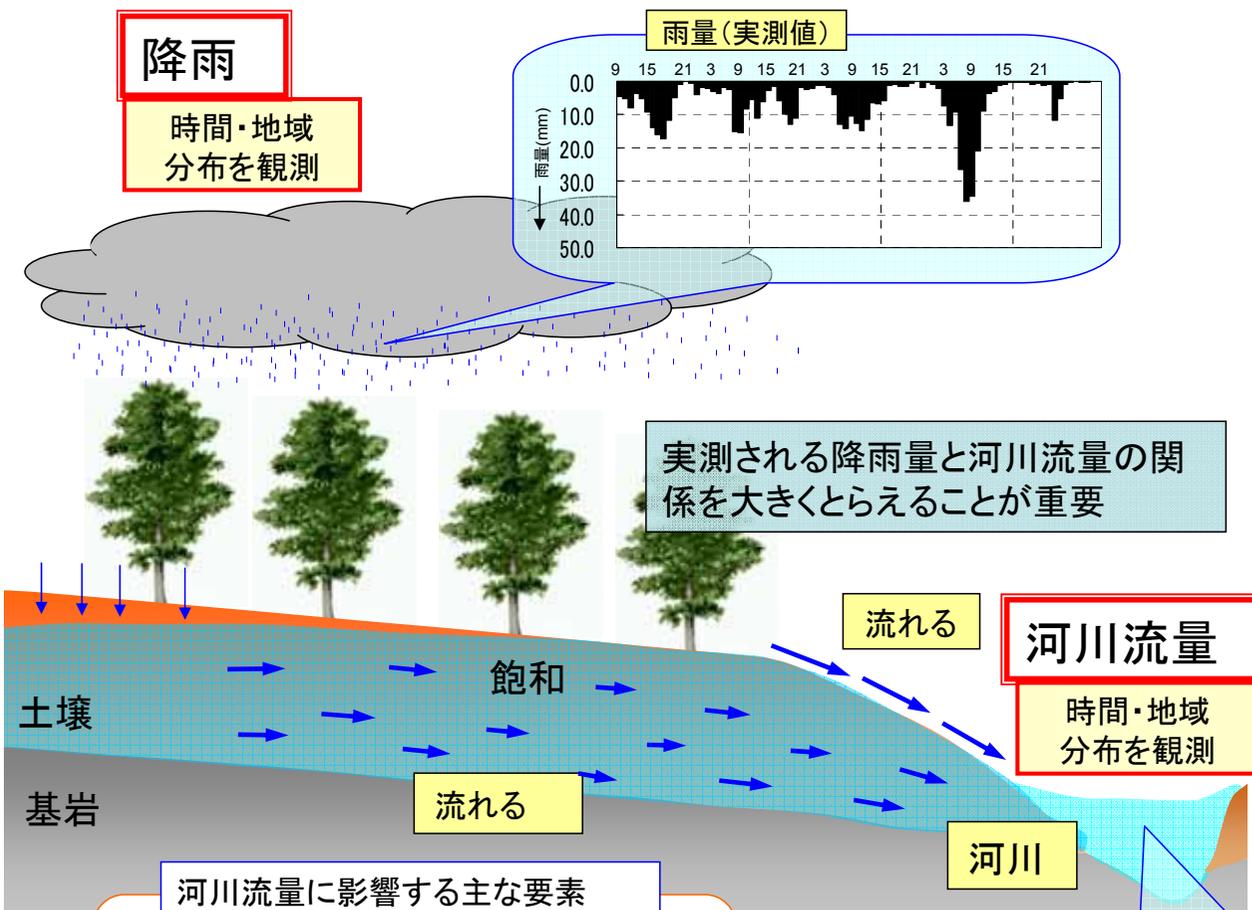
第9回川辺川ダムを考える住民討論集会資料5 P17抜粋

- ・今後、人工林の間伐による針広混交林化を進めて1955年森林状態を再現すれば、洪水ピークの出方を現在よりさらに小さくすることができる。
- ・1955年以前の森林状態であったならば、過去の洪水、特に昭和40年代の洪水ピーク流量は実績よりかなり小さい値になります。

- ・過去の洪水流量それぞれについて1955年以前の森林状態を前提とした値に補正することとしました。
- ・各年の補正係数を人吉および横石の実績流量に乗じて補正し、その補正流量から流量確率法で「人工林の針広混交林化を進めて1955年以前の森林状態を再現した場合の80年に1回の洪水流量」を計算しました。

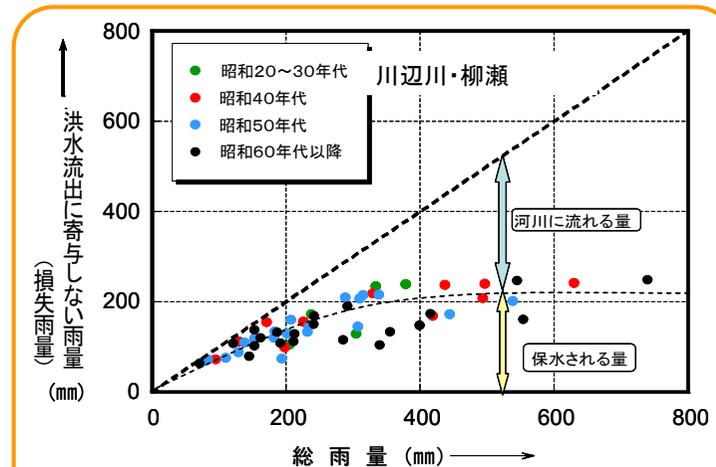
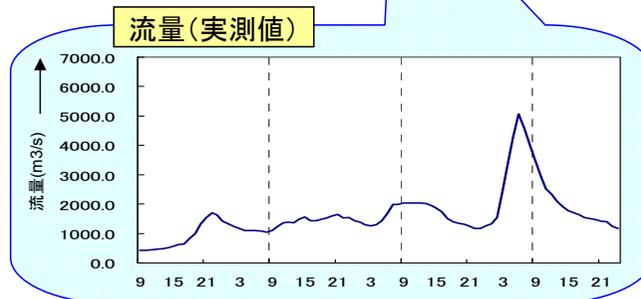
- ・その結果、人吉地点は約5,300m³/秒、横石地点は約7,500m³/秒になりました。
- ・安全側を見てそれに余裕を加えた数字が、人吉地点5,500m³/秒、横石地点7,800m³/秒です。

- ・治水計画を立案するためには、洪水の流量を様々な区間で算出・設定することが必要。
- ・降雨が河川に流出し洪水流量を形成する過程は複雑であり、これを評価、解明して算出するのは困難。
- ・このため、実測された降雨と実測された河川流量から、流域単位でその関係性をモデル化することが重要。



河川流量に影響する主要要素

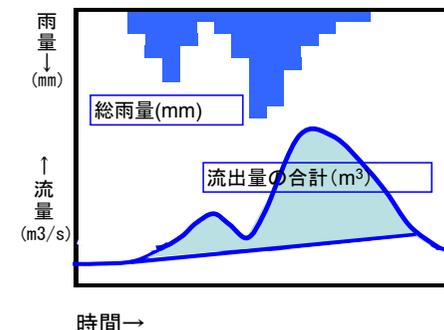
- ・降雨量(時間分布・地域分布)
- ・地形(流域の大きさ、勾配、斜面長)
- ・森林(土壌の厚さ、土壌の状態)
- ・基岩(風化度合い)
- ・土地利用(被覆状態)
- ・河川(長さ、勾配、河床の状態) 等



土壌の保水能力には限界があり、その傾向は経年的に変化していない。

$$\text{洪水流出に寄与しない雨} = \text{総雨量(mm)} - \text{総流出量(mm)}$$

量(損失雨量)

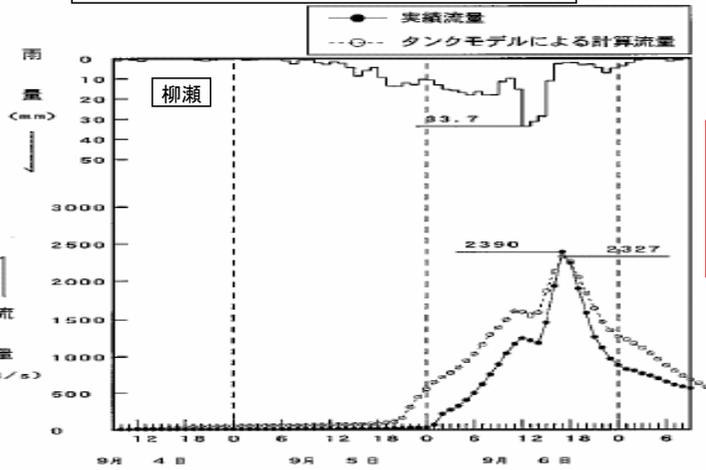


モデルの適合性を確認するため、モデル定数の設定に用いていない2005年9月(H17)洪水により適合性を検証

タンクモデル

(ダム反対側使用モデルにより、国土交通省で再現)

(1990年代(1995年)モデルを用いて、2005年9月洪水)

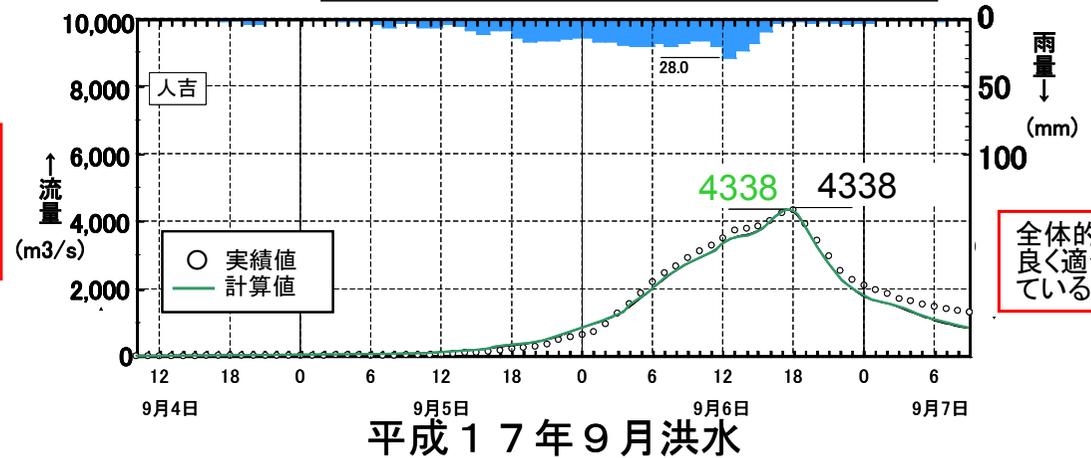


ピーク流量はあっているが洪水の立ち上がりと減衰部で適合性が良くない

貯留関数法

(国土交通省使用モデル)

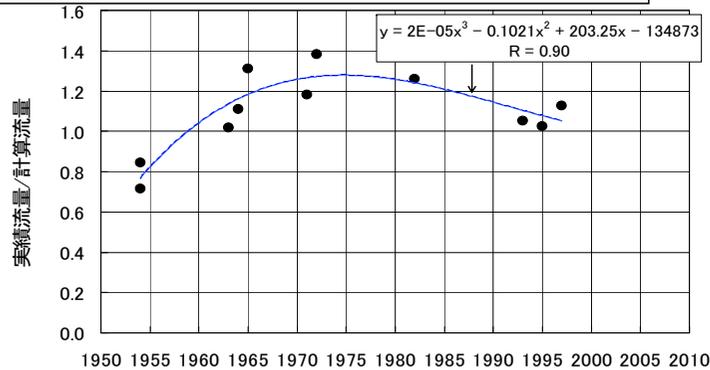
(8洪水により設定したモデルを用いて2005年9月(H17)洪水を再現)



全体的に良く適合している

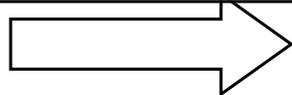
タンクモデルの計算による洪水緩和機能の経年変化について、近年の洪水を追加して検証
(なお、よりの確な比較ができるよう1997年以前については、一定規模以上の洪水で計算することにより統一性を確保)

1995年(平成7年)適合モデルによる計算流量と実績流量の比

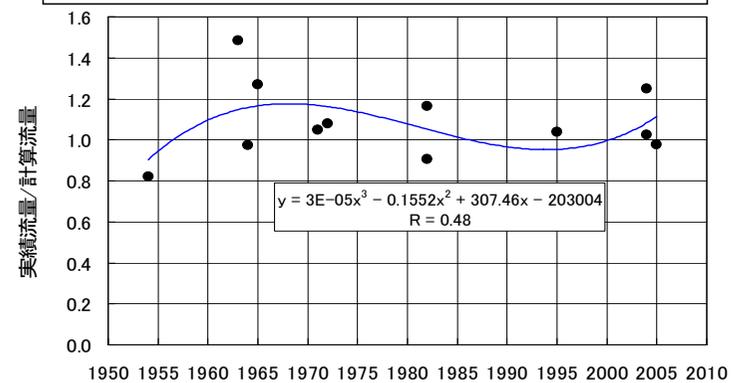


実績洪水流量/計算洪水流量の経年変化(川辺川・柳瀬地点)

同じタンクモデルを用いて、近年の洪水を考慮した上で一定規模以上の洪水について再計算(国土交通省)



1995年(平成7年)適合モデルによる計算流量と実績流量の比



実績洪水流量/計算洪水流量の経年変化(川辺川・柳瀬地点)

1995年適合するモデルを用いて、1995年7月を含め、11洪水の毎時の洪水流量を計算し、時間流量の上位1~3位により実績流量と計算流量の比を計算
(実績流量の上位1~3位の平均) / (計算流量の上位1~3位の平均)

・1997年以前を含め、川辺川柳瀬地点1500m³/s(現在の警戒水位程度)以上の洪水で整理

相関係数は低く、経年的な洪水流出特性の変化に定まった傾向は見られない

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	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)

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)

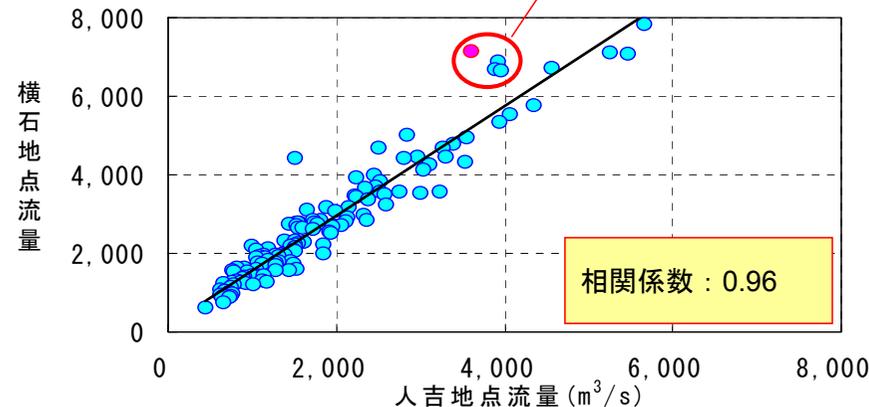
※人吉地点1/80の場合の横石流量は通過流量。安全度は約1/90

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。

- 昭和57年7月12日
- 平成5年7月
- 平成7年7月
- 平成18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



日雨量と時間雨量の違いについて

○日雨量と時間雨量

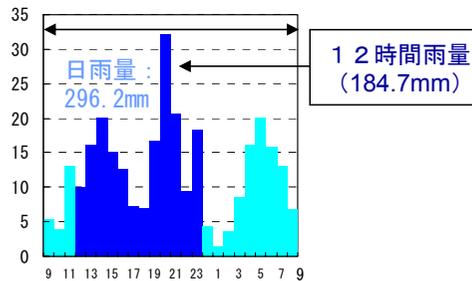
日雨量：9時から次の日の9時まで（日界：9時）に観測された雨量のこと。
降雨の時間分布は不明

時間雨量：時間毎の雨量。降雨の時間分布が把握可能。

年最大日雨量：年間で最大となる日雨量
年最大12時間雨量：年間で日界にかかわらず最大となる12時間の雨量

12時間雨量が日界をまたがない降雨の例

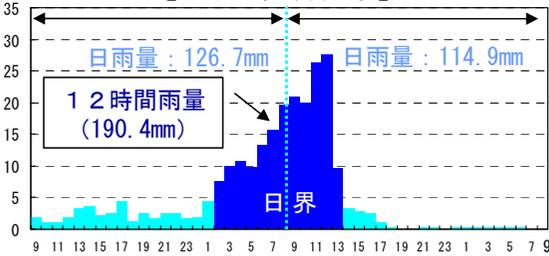
【平成7年7月洪水】



○53洪水中27洪水で12時間雨量が日界をまたいで降っている

12時間雨量が日界をまたぐ降雨の例

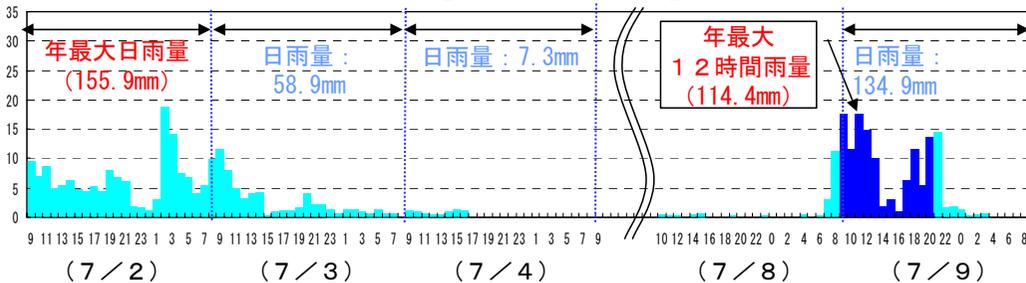
【平成9年9月洪水】



○53洪水中18洪水で年最大12時間雨量と年最大日雨量が異なる日に発生

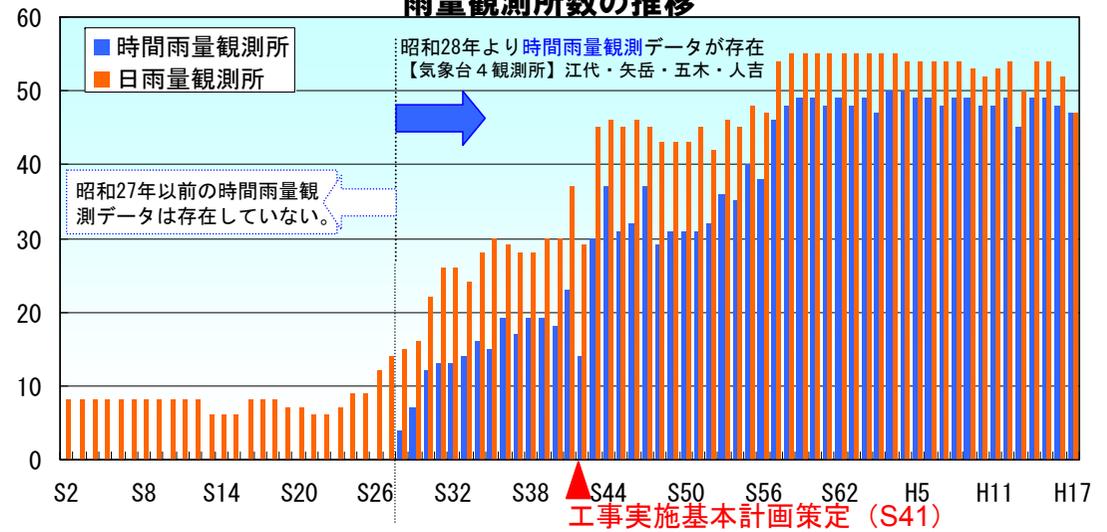
年最大12時間雨量と年最大日雨量の生起日が異なる降雨の例

【昭和60年7月洪水】

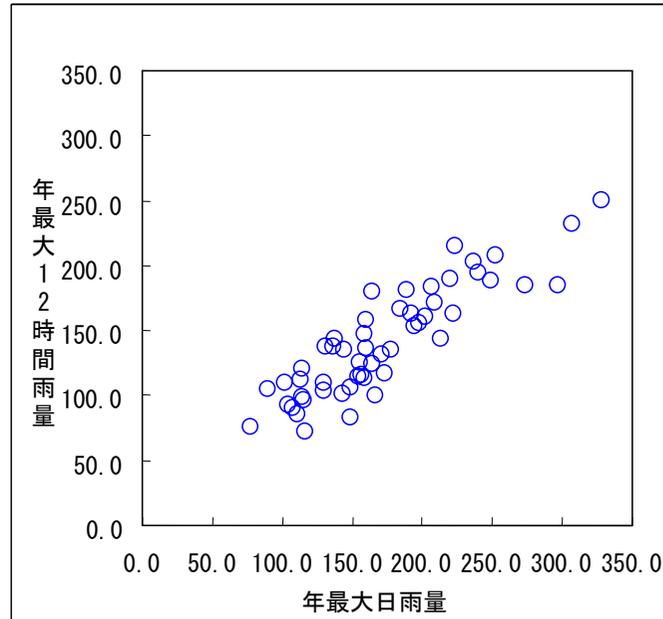


○日雨量と時間雨量データの蓄積状況

雨量観測所数の推移



○日雨量資料：昭和2年～昭和40年（39年間）
○時間雨量資料：昭和28年～昭和40年（13年間）
→時間雨量データの蓄積が少なかったこと、降雨が日界をまたぐ場合があることから工事実施基本計画では**日雨量データを使用**



○年最大日雨量と年最大12時間雨量は必ずしも同一日に発生しない。また、年最大12時間雨量は日界をまたぐ場合がある。

○日雨量のみのデータでは、年最大12時間雨量の発生時が不明である。

○年最大日雨量と年最大12時間雨量にある程度の相関はみられるが、日雨量に対する12時間雨量は、大きくばらついている。（例えば日雨量150mm程度の場合、12時間雨量は約80～180mm）

上記のことから、年最大日雨量と年最大12時間雨量の関係を明確には説明できないため推定することは好ましくない。

※データはS28年～H17年の人吉上流域平均雨量。

計画降雨継続時間の設定の考え方

- 洪水のピーク流量はピーク流量発生時刻までの洪水到達時間 (A) 内の降雨に大きく影響される。
- このため、基本高水のピーク流量は洪水到達時間を重視し、計画降雨継続時間を設定する。
- また、流域の地形や河川の形状と降雨分布等により洪水のピーク流量は影響を受けるため流域での過去の洪水における降雨や流出特性 (洪水のピーク流量と強い降雨の継続時間との関係 (B)、短時間での降雨の集中状況 (C) 等) についても考慮することとしている。

【委員意見】

- ・計画降雨継続時間の設定には、洪水到達時間 (A) を基本と考え、洪水のピーク流量との相関等 (B, C) については、傍証として考えるべき。
- ・洪水到達時間 (A) を先に定義し、過去に非常に強い降雨が降っていた時間 (C) を確認して進めるべき。
- ・洪水到達時間 (A) 内の降雨の降り方について考えることは理論的に正しい。
- ・ピーク流量を対象とするなら、洪水到達時間を重視することでよいが、調節施設を考えた場合は実際の降雨の継続時間も考えに入れる必要がある。

球磨川水系での計画降雨継続時間の設定

以下の検討を行い、人吉地点及び横石地点の計画降雨継続時間を12時間と設定

○洪水到達時間の検討 (A)

流域の大きさ、土地利用状況等の流域の特性等から洪水到達時間を算出

→洪水の到達時間：8～11時間 (人吉)
：10～14時間 (横石)

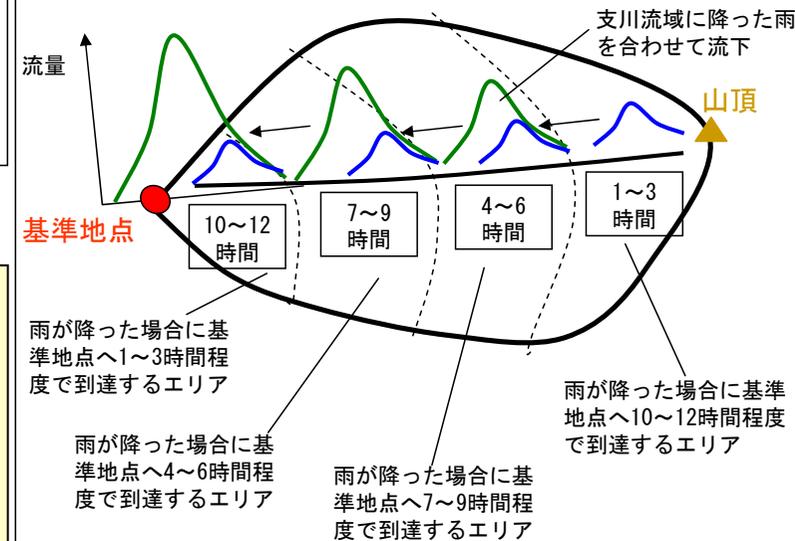
○なお、流域への雨の降り方により洪水到達時間にもある程度の幅があるため、以下の方法でも確認。

- ・洪水到達時間程度の短時間雨量の中で洪水のピーク流量との相関が最も高いのは12時間。(B)
- ・過去の大洪水では、洪水のピーク流量を形成している強い降雨強度の継続時間の多くは12時間以内 (C)

【洪水到達時間】

基準地点より上流域の最遠点から当該基準地点まで流れてくる流量は、途中に流域から流入してくる流出量によって徐々に増加し、洪水のピークを形成していく。このため、上流の最遠点から基準地点までの洪水の到達時間内に上流域に降った雨が重要。

山腹に降った雨は12時間で基準地点へ到達すれば (洪水到達時間12時間)、12時間以内に降った降雨により洪水の主要部分が構成されている。



(A) 主要10洪水における洪水到達時間設定結果

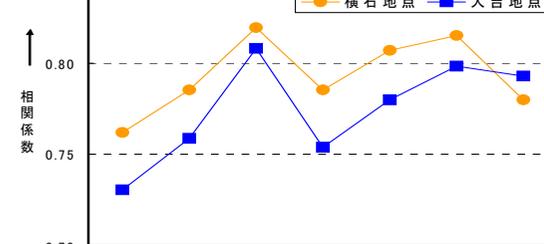
単位：時間

地点名	洪水到達時間		
	Kinematic Wave法	角屋の式	結果
人吉	4~25 【11】	8~10 【8】	8~11
横石	8~20 【14】	9~11 【10】	10~14

※【数字】は平均値

(B) 洪水のピーク流量と各降雨継続時間の相関比較図

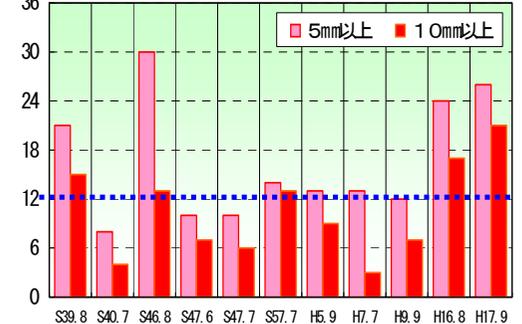
(年最大洪水を対象)



相関度	3時間雨量	6時間雨量	12時間雨量	18時間雨量	24時間雨量	36時間雨量	48時間雨量
人吉地点	0.731	0.759	0.808	0.754	0.780	0.798	0.793
横石地点	0.762	0.785	0.819	0.785	0.807	0.815	0.780

(C) 強い降雨強度の継続時間

継続時間 (h) (人吉流域平均雨量)



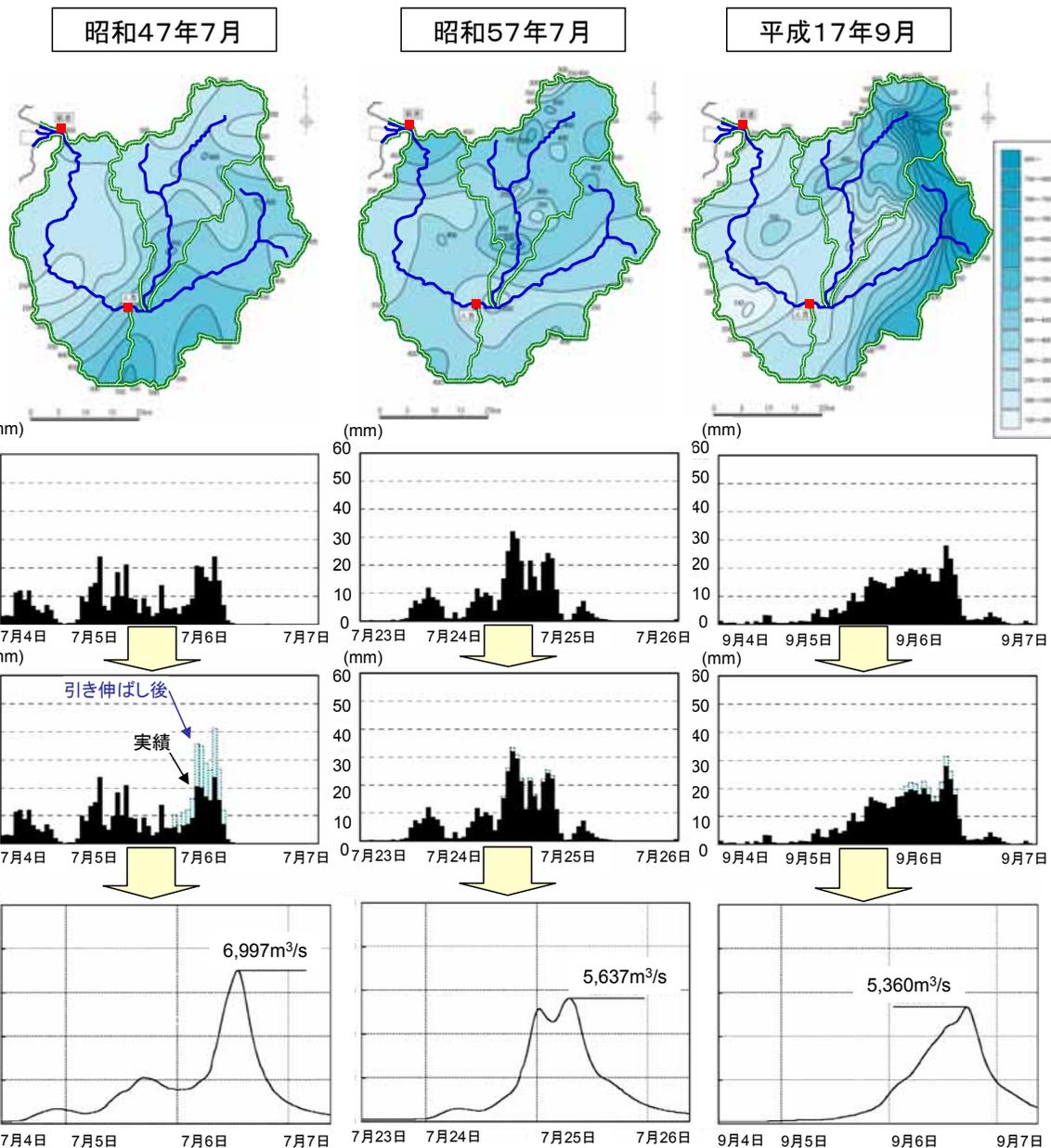
流量算定までの流れの概要

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

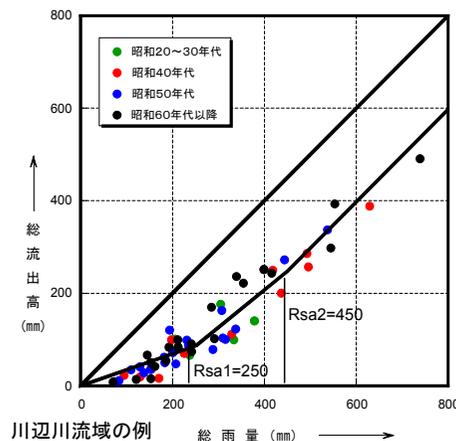
流出計算結果



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)

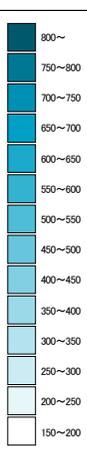
降雨パターン	1/80	1/100
	ピーク流量	ピーク流量
S30.9	4,001	4,138
S39.8	4,295	4,435
S40.7※	10,230	10,529
S46.8	5,591	5,736
S47.6※	3,768	3,897
S47.7	6,997	7,201
S57.7	5,637	5,791
H5.9	4,009	4,142
H7.7	5,451	5,604
H9.9	4,142	4,288
H16.8	4,576	4,712
H17.9	5,360	5,520

※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

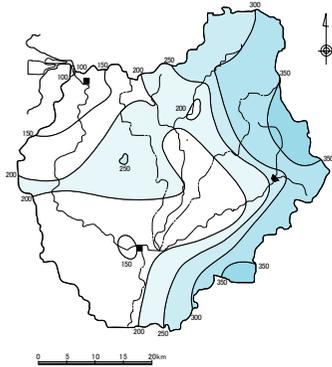
1/80年 最大約7,000m³/s
1/100年 最大約7,200m³/s

降雨の時間分布、空間分布のパターン（2）

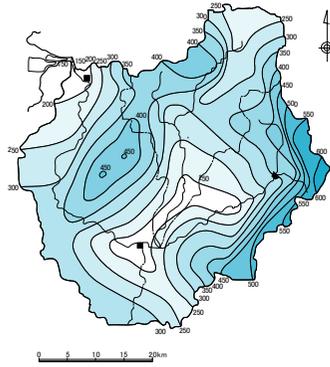
降雨の空間分布（引き伸ばし前）



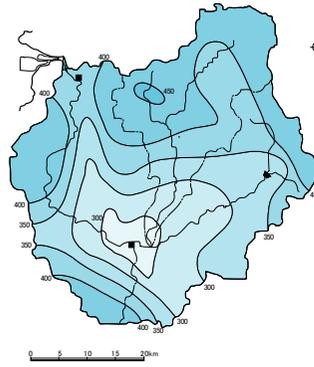
S30. 9洪水（台風性）



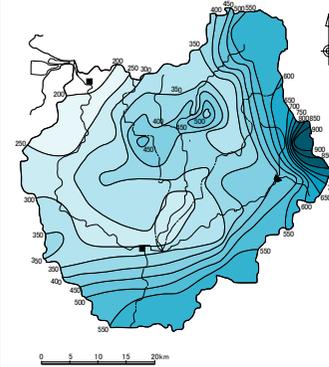
S39. 8洪水（台風性）



S40. 7洪水（梅雨性）



S46. 8洪水（台風性）

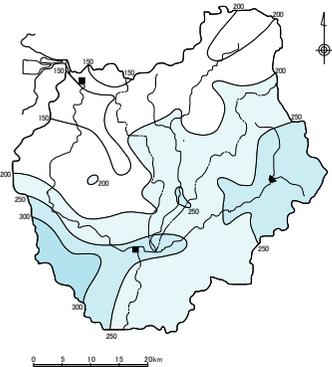


降雨の引き伸ばしにあたっての 短時間雨量からの検証

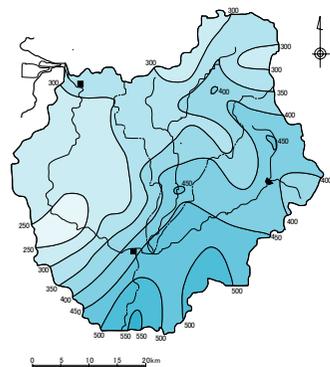
○一般に、洪水のピーク流量に寄与する等により設定した計画降雨継続時間12時間について実績降雨を計画降雨量まで引き伸ばしているが、これより短い降雨継続時間の降雨量が非現実的になっているものについては棄却

○球磨川流域では計画降雨継続時間12時間に引き伸ばしているが、これより短い4時間雨量の確率が極端に大きいS47.6洪水、4時間、8時間の確率が極端に大きいS40.7洪水は引き伸ばしの対象外とする

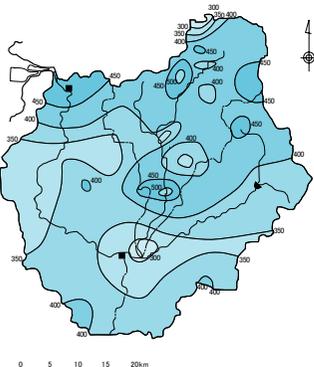
S47. 6洪水（梅雨性）



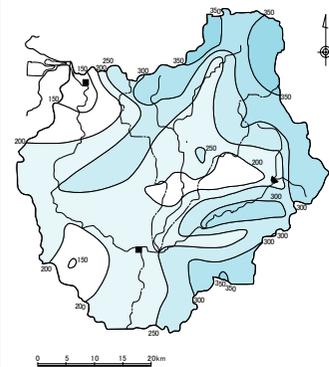
S47. 7洪水（梅雨性）



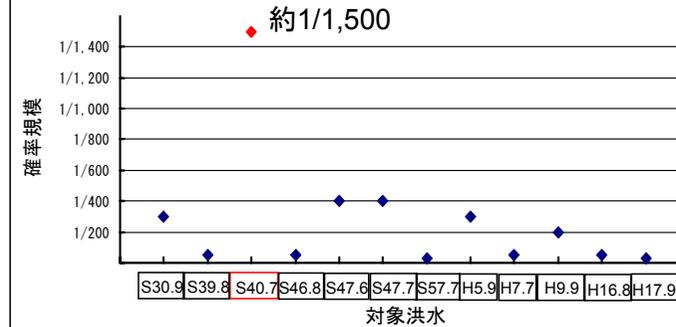
S57. 7洪水（梅雨性）



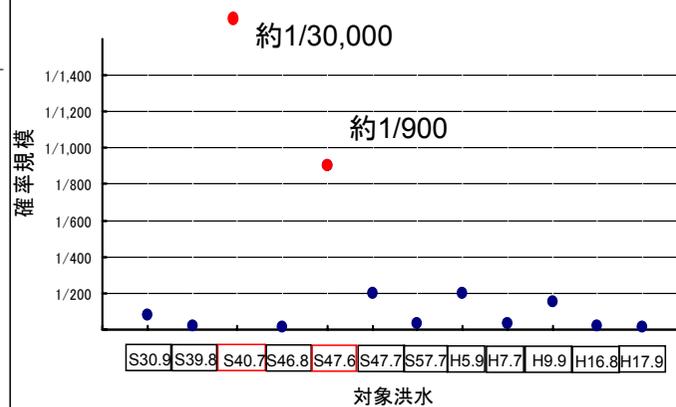
H5. 9洪水（台風性）



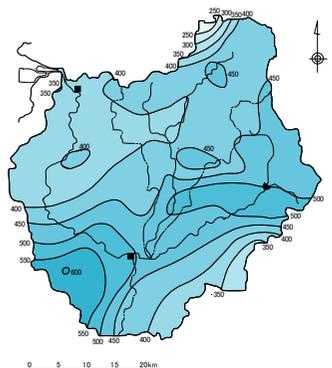
8時間雨量の発生確率



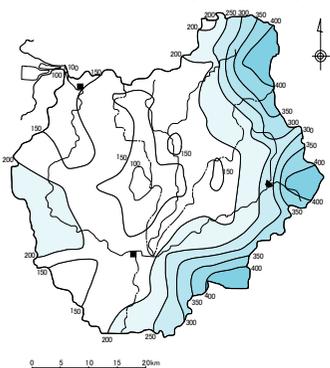
4時間雨量の発生確率



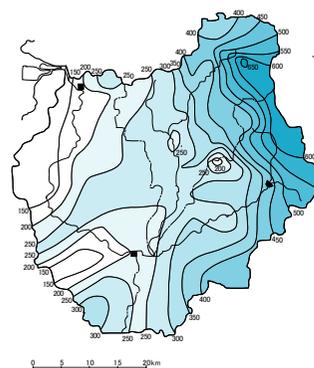
H7. 7洪水（梅雨性）



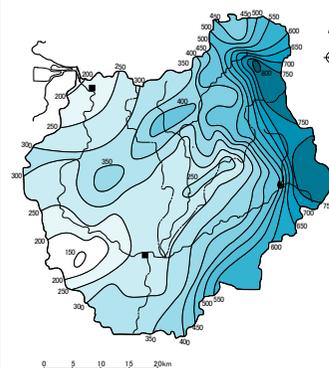
H9. 9洪水（台風性）



H16. 8洪水（台風性）



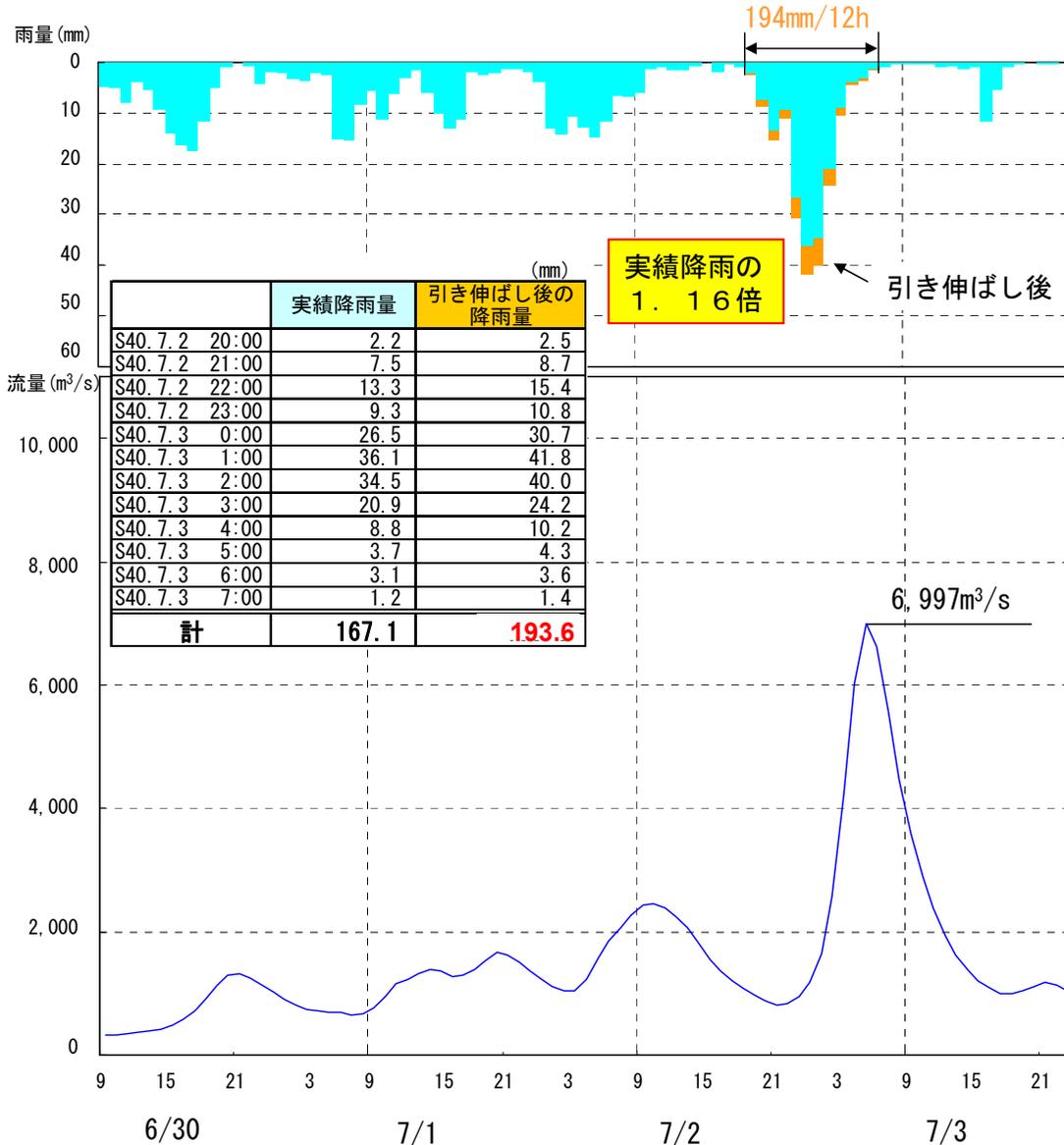
H17. 9洪水（台風性）



昭和40年7月洪水型において洪水流量が7,000m³/sとなる様に引き伸ばした降雨について

○棄却した昭和40年7月洪水の降雨分布を洪水流量が7,000m³/sになるように引き伸ばしたところ、実際に降った降雨の1.16倍（計画降雨量262mm/12時間に対し、194mm/12時間）の降雨であった。

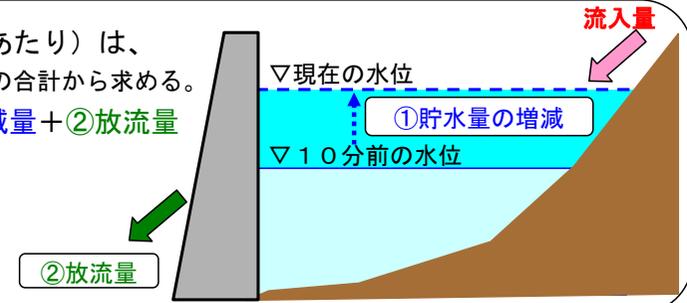
基本高水のピーク流量が7,000m³/sとなるよう、引き伸ばした場合



ダムへの流入量の確認方法について

ダムへの流入量（10分間あたり）は、貯水量の増加量と、放流量の合計から求める。

$$\text{流入量} = \text{①貯水量の増減量} + \text{②放流量}$$



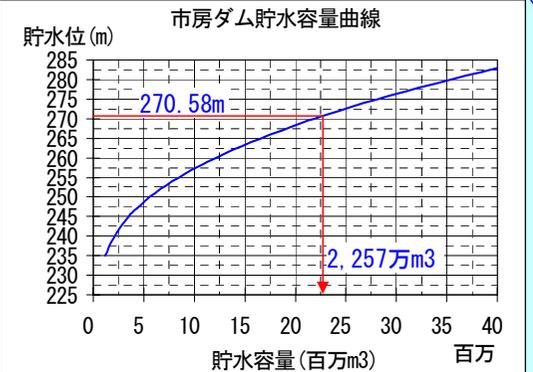
①ダムに貯まった量を求める

貯水位上昇の確認 ⇨ 貯水量の増加

(例)

時刻	貯水位	貯水容量
0:00	270.58m	22,57万m ³
0:10	270.68m	2,269万m ³
差	10cm	+12万m ³

10分間の貯水量の増加量 = 12万m³



②放流量を求める

貯水位・ゲート開度と放流量の関係表から単位時間の全放流量を算出する

(例)

時刻	貯水位	ゲート開度	放流量	平均放流量
0:00	270.58m	4.38m	323m ³ /s	326m ³ /s
0:10	270.68m	4.38m	328m ³ /s	

$$10分間の放流量 = 326\text{m}^3/\text{s} \times 600\text{秒} \approx 20\text{万m}^3$$

流入量の算出

①単位時間にダムに貯まった量 + ②ダムから放流した量が流入量となる。

$$\text{流入量} = (12\text{万m}^3 + 20\text{万m}^3) \div 600\text{秒} \approx 533\text{m}^3/\text{s}$$

※0:00~0:10の平均流入量の例

基本高水のピーク流量について

第48回河川整備基本方針小委員会
(球磨川6回目)資料3 抜粋

基準地点	工事实施基本計画 (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

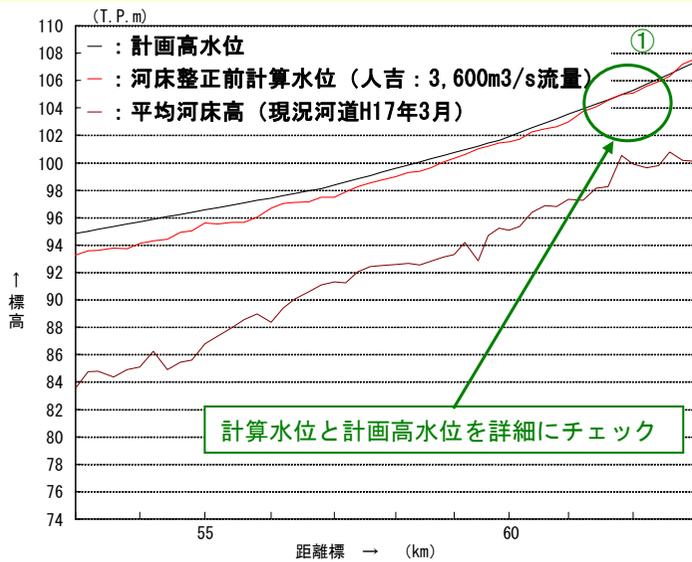
検証手法	人吉地点流量	横石 (萩原) 地点流量	内容
工事实施基本計画の算定方法で最近のデータを含めた場合の洪水流量の検討	人吉 (1/80) : 約 8,600m ³ /s 人吉 (1/100) : 約 8,900m ³ /s	萩原 (1/80) : 約 11,300m ³ /s 萩原 (1/100) : 約 11,700m ³ /s	<ul style="list-style-type: none"> 降雨統計期間：S2～S40 (39年) → S2～H17 (79年) 計画降雨継続時間 (2日) 昭和40年降雨型 (5パターン) 流出モデル (単位図法) は変更せず
工事实施基本計画の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 9,900m ³ /s 人吉 (1/100) : 約 10,200m ³ /s	萩原 (1/80) : 約 12,400m ³ /s 萩原 (1/100) : 約 12,800m ³ /s	<ul style="list-style-type: none"> 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 7,400m ³ /s 川内川流域の降雨を移動：約 7,800m ³ /s	菊池川流域の降雨を移動：約 9,300m ³ /s 川内川流域の降雨を移動：約 12,200m ³ /s	<ul style="list-style-type: none"> 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 8,200m ³ /s 正徳2年 (1712年) : 約 8,900m ³ /s	—	<ul style="list-style-type: none"> 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 : 6,001m ³ /s～7,159m ³ /s 1/100 : 6,211m ³ /s～7,521m ³ /s	1/80 : 8,387m ³ /s～10,170m ³ /s 1/100 : 8,659m ³ /s～10,674m ³ /s	<ul style="list-style-type: none"> 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 : 7,119m ³ /s～7,466m ³ /s 1/100 : 7,471m ³ /s～7,826m ³ /s	1/80 : 10,058m ³ /s～10,559m ³ /s 1/100 : 10,480m ³ /s～11,049m ³ /s	<ul style="list-style-type: none"> 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 8,000m ³ /s 人吉 (1/100) : 約 8,300m ³ /s	横石 (1/80) : 約 11,400m ³ /s 横石 (1/100) : 約 11,700m ³ /s	<ul style="list-style-type: none"> 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

◎流下能力の評価について

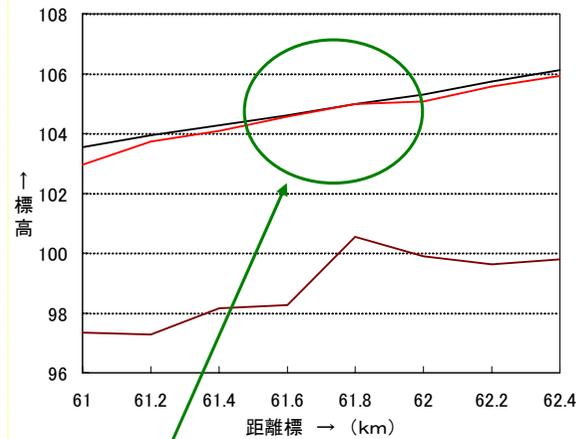
流下能力は、様々な流量で水位計算を行い、水位が評価時点の河道において洪水を安全に流下させることが可能な水位（堤防が完成している場合は計画高水位）以下となる最大の流量。

【通常の流下能力算定の事例】

人吉の区間については、堤防が概ね完成していることから、計画高水位以下で流下可能な洪水流量を算出



【①の拡大図】

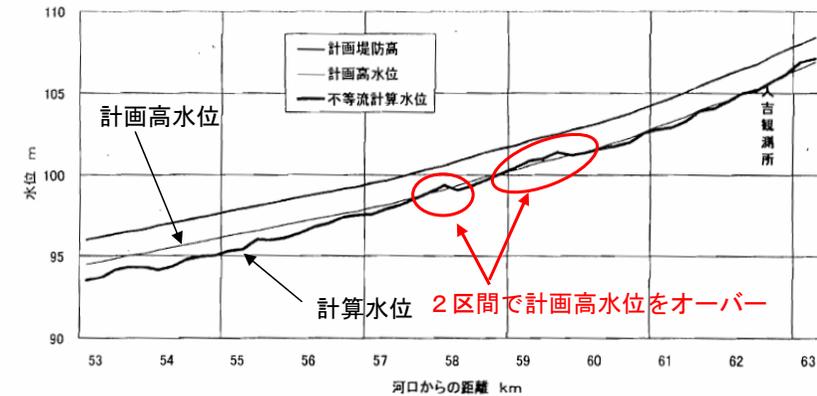


【ダム反対側の流下能力算定根拠】

不等流計算という洪水の水位を求める計算手法を使って人吉地区の現況河道（1994年河道）で流下可能な洪水流量を計算したところ（準二次元不等流計算）、約4,300トン/秒であった（図7）
※（第5回討論集会資料）

図7 人吉地区の現況河道の最大流下能力

1982年洪水流量の80%を想定し、人吉地点4,300トン/秒を設定



◎計画高水位以下の流下が確認できたため3,600m³/sを現況流下能力として評価

◎計画高水位を2区間で超えているため、当該流量が流下した場合は危険な状態となる。よって、当該流量を流下能力としては評価できない。

既設の市房ダムで調節し、残りを河道で処理した場合の人吉地点流量6,800m³/sに対応する引堤を実施した場合、温泉旅館・金融機関・商店街等が存在する人吉市の中心市街地での大部分の移転が必要。



既設の市房ダムで調節し、残りを河道で処理した場合の人吉地点流量6,800m³/sに対応する嵩上げを実施した場合、重要な観光資源である川沿いの多数の温泉旅館等を含む約820戸(球磨川沿い約310戸、支川嵩上げ・道路嵩上げ等約510戸)の移転が必要。

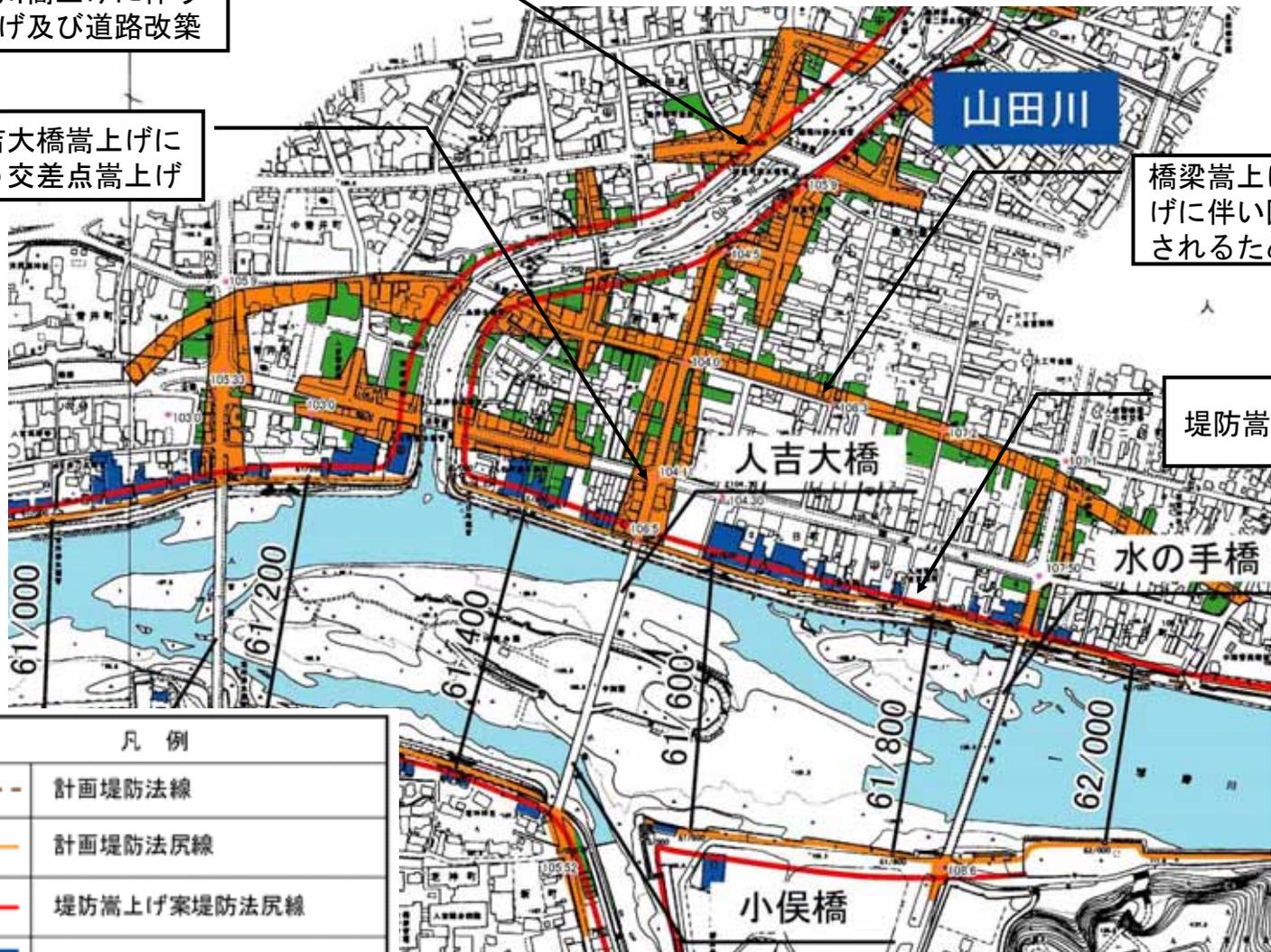
支川山田川嵩上げに伴う
橋梁嵩上げ及び道路改築

人吉大橋嵩上げに
伴う交差点嵩上げ

山田川

橋梁嵩上げ及び交差点嵩上げに伴い国道445号が分断されるため国道の代替道路

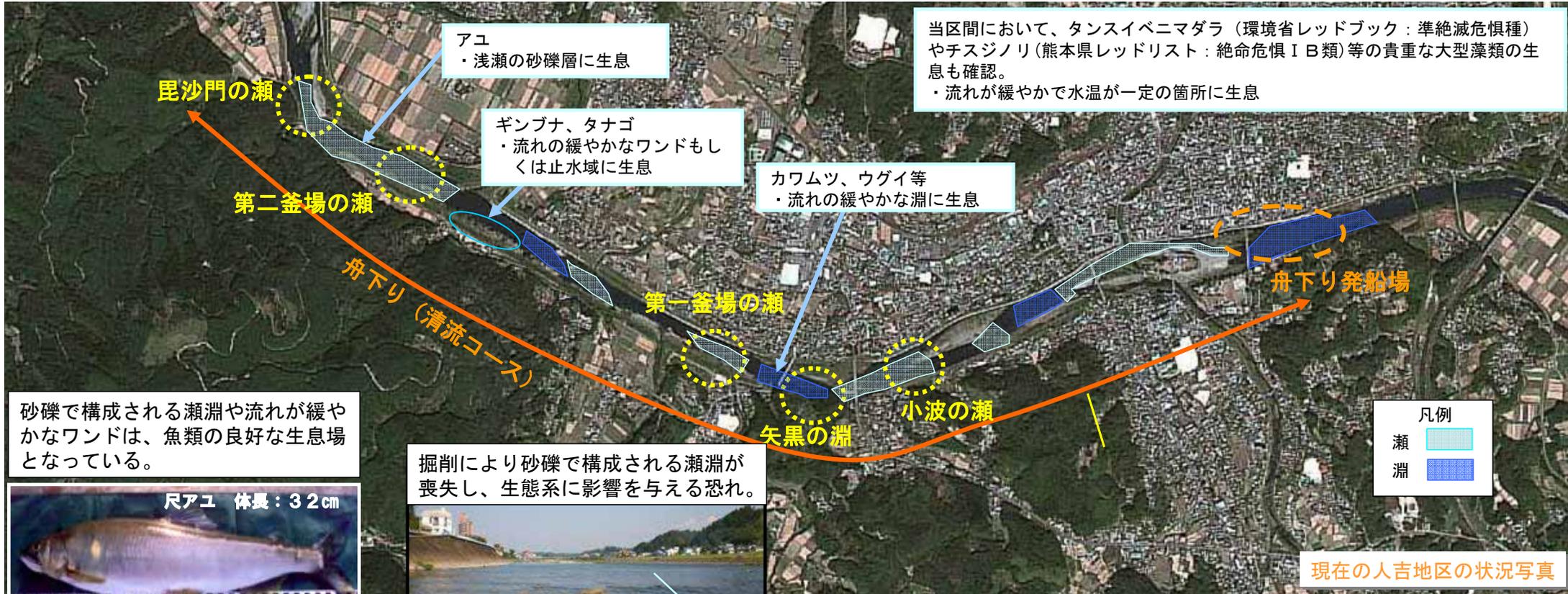
堤防嵩上げ案堤防法尻線



凡例	
	計画堤防法線
	計画堤防法尻線
	堤防嵩上げ案堤防法尻線
	補償家屋(球磨川本川沿い)
	補償家屋(道路嵩上げ等)

上流部における河道流量について(河床掘削による流量の増大の可能性)

- ・砂礫層が薄く、大規模な掘削を行うと軟岩層がほぼ全川にわたり露出し、瀬や淵がなくなり単調な岩河床となり、生物の生息・生育環境に大きな影響を与えるおそれ
- ・観光を目的とした舟下りの航路、河川景観を改変した場合、舟下りや河川景観の魅力を低下させ、地域の観光産業に影響を与えるおそれ



当区間において、タンスイベニマダラ(環境省レッドブック:準絶滅危惧種)やチスジノリ(熊本県レッドリスト:絶命危惧I B類)等の貴重な大型藻類の生息も確認。
・流れが緩やかで水温が一定の箇所が生息

砂礫で構成される瀬淵や流れが緩やかなワンドは、魚類の良好な生息場となっている。



掘削により砂礫で構成される瀬淵が喪失し、生態系に影響を与える恐れ。



名称のついた瀬・淵が多数あり、舟下り等で親しまれている



掘削により砂礫で構成される瀬淵が喪失し、舟下りの魅力が損なわれ、地域の観光産業に影響を与える恐れ。



過去の砂利掘削の影響で岩が露出した本川上流明甘橋周辺



掘削により岩河床となった人吉地区のイメージ写真



凡例

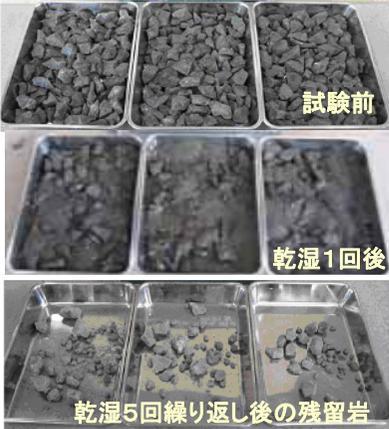
瀬	
淵	

人吉層の分布

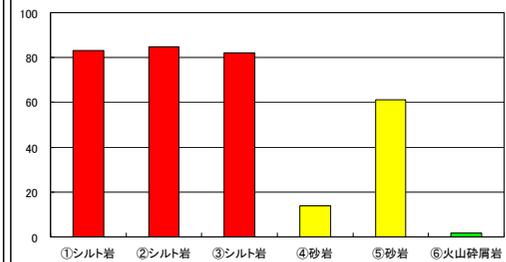
人吉地区には、脆弱なシルト岩が主体で、強度が低く、乾湿等の変化にも弱い特性がある軟岩が分布(人吉層)。



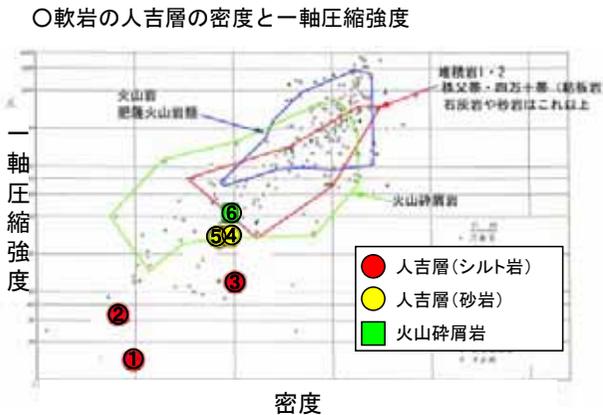
〇スレーキング(乾湿繰り返し)試験



軟岩の人吉層と火山砕屑岩のスレーキング率



人吉層は通常の岩と比較して圧縮強度が低い。



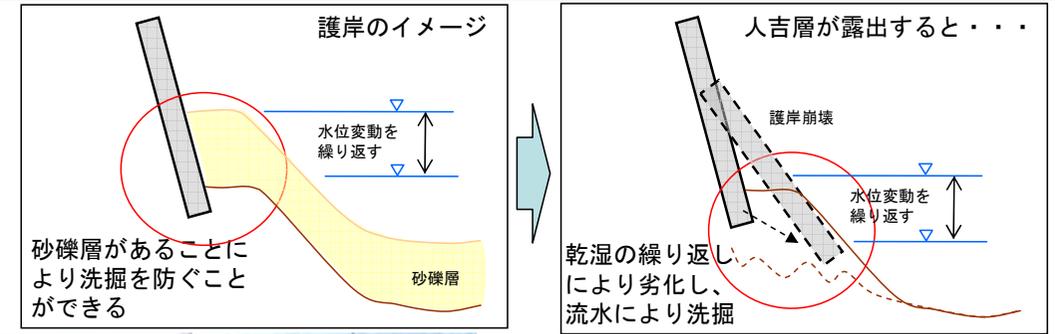
人吉層は乾湿を繰り返すと細粒化しやすい。

※スレーキング試験
スレーキングとは塊状の物質(土塊や軟岩)が乾燥、湿潤を繰り返すことで、細かくバラバラに崩壊する(細粒化する)現象のことで、スレーキング試験とは人工的に24時間ずつ乾燥・湿潤を繰り返し、細粒化の度合いを確認する試験。

※スレーキング率
乾燥、湿潤を5回繰り返し後に細粒化したものの割合で、この割合が高い岩は乾湿に弱く細粒化しやすい。

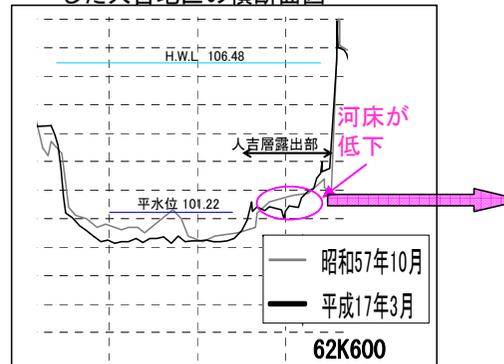
維持管理上の問題点

人吉層が露出すると、水位変動の繰り返しや洗掘により、濡筋が固定化され、深掘れが進行し、護岸や橋梁等の基礎部が崩壊する可能性がある。



橋脚基礎部が洗掘された多摩川水系浅川の事例

河床部に軟岩の人吉層が露出した人吉地区の横断面図



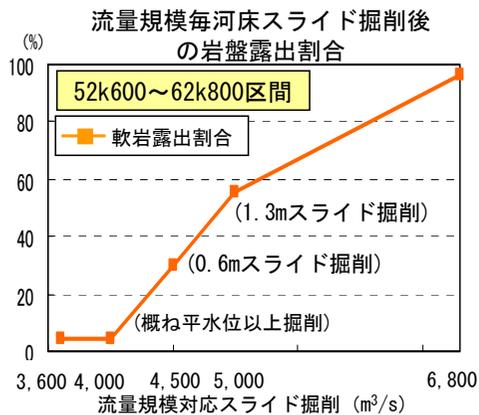
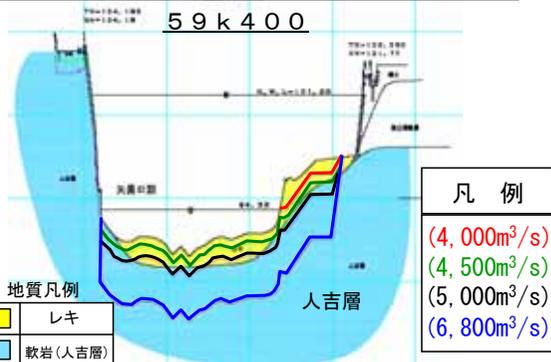
基礎洗掘により護岸が崩壊した球磨川の事例(山田川合流点(H8.7.3~8の出水後))
※軟岩の人吉層が洗掘された場合でも同様の崩壊が発生する可能性がある。



第52回河川整備基本方針小委員会
(球磨川8回目)資料3 抜粋

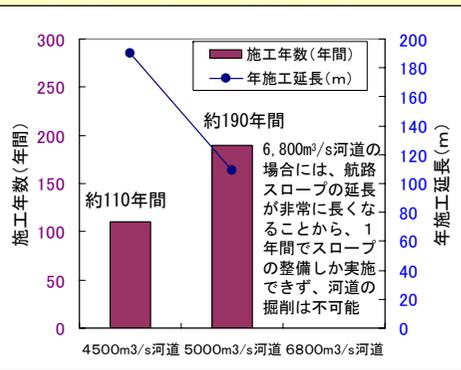
4,000m³/sを上回る流下能力を有する河道断面を、さらなる河床掘削により確保可能かについて検討。

河床掘削を実施した場合の断面の変化



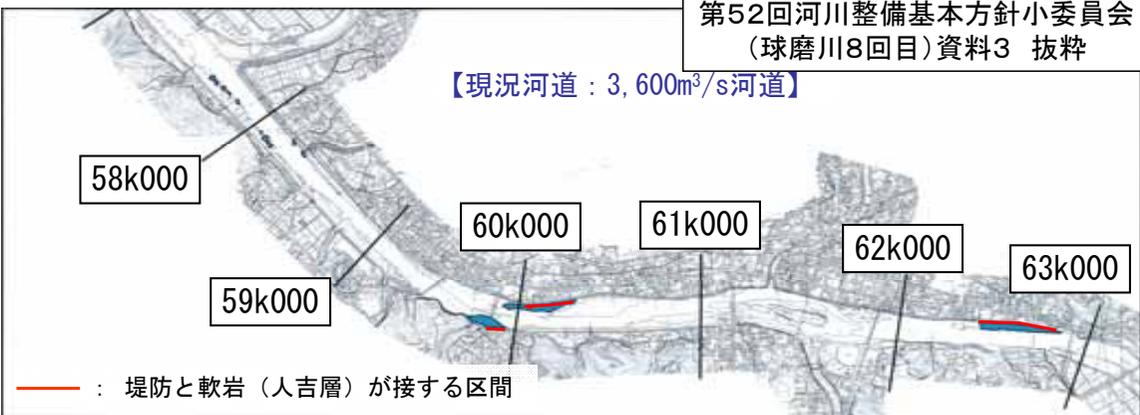
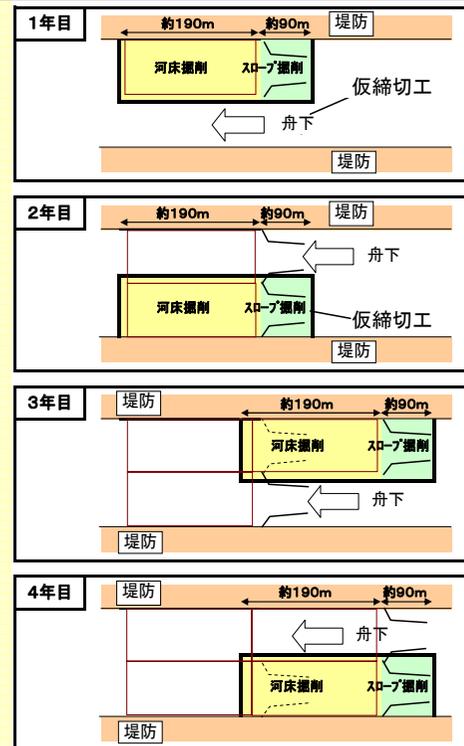
4,000m³/sを超える規模の断面で掘削すると軟岩(人吉層)の露出する割合が急に大きくなる

表. 人吉河道配分流量毎の掘削施工年数と年間施工延長



- 仮に、アユ期は考慮せず洪水期の施工のみを避け工事を行うこととした場合においても、水中での工事は、舟下りの運航に配慮する必要があるため、人吉地区一連区間の施工には非常に長期間を要する。
- さらに、洪水期・アユ期の双方を考慮した場合には、年間作業可能日数が70日と非常に少なくなり、4,500m³/s河道の場合では掘削範囲の仮締切の施工しかできない。

洪水期を避けた場合の掘削施工手順



- 4,500m³/sに対応する河道まで掘削すると軟岩(人吉層)の露出する割合が大きくなる。
- また、水中掘削の区間が長くなり、アユや舟下りの影響を考慮すると、水中の河床掘削は多大な工期が必要。
- 以上から、4,000m³/sを超える流量を河床掘削で対応することは困難。

洪水調節の実現可能性についての検証（1）

○洪水調節施設の実現可能性の検証にあたっては、洪水調節の選択肢の一つとして、既設の市房ダム及び建設中の川辺川ダムにより、洪水調節に必要な容量が確保可能かを検証。

- ・上流の人吉地点の基本高水のピーク流量7,000m³/sを4,000m³/sに洪水調節することが可能か確認。
- ・中流及び下流は、上流での洪水調節の操作により計画高水流量の範囲内で洪水を流下させることが可能。



- 人吉地点上流域面積 1,137km²
- 川辺川流域面積 533km²
- 本川川辺川合流地点上流域面積 550km²

洪水調節施設の現状及び現計画の諸元

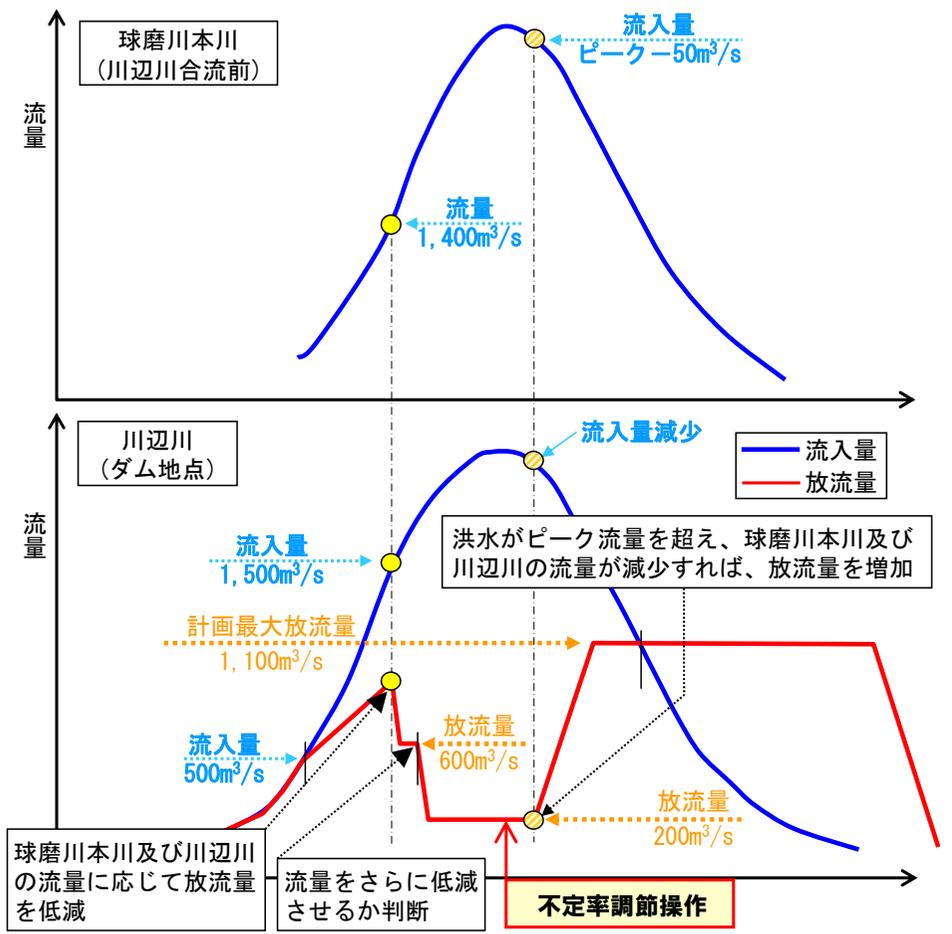
	球磨川本川上流 (市房ダム)	川辺川上流 (川辺川ダム)
ダムの形式	重力式コンクリートダム	アーチ式コンクリートダム
堤高	78.5 m	107.5 m
集水面積	157.8 km ²	470.0 km ²
総貯水容量	40,200千m ³	133,000千m ³
洪水調節容量	第1期 8,500千m ³ (6/11~7/21, 10/1~10/20)	第1期 84,000千m ³ (6/11~9/15)
	第2期 18,300千m ³ (8/1~9/30)	第2期 53,000千m ³ (9/15~10/15)

■洪水調節の実現可能性検証

操作方式の仮定

○計画検討対象洪水（11洪水）に対し、市房ダム、川辺川ダムについて、様々な洪水調節方式のうちから効率性等を考慮して仮定。

洪水調節図（川辺川ダム）



下久保ダム(利根川：水機構)等で採用されている操作方式

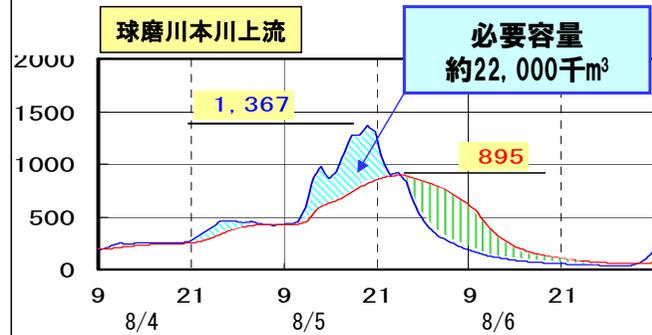
洪水調節の実現可能性についての検証 (2)

洪水調節の効果と必要容量

○人吉地点での基本高水流量7,000m³/sを4,000m³/sにするためには、本川上流で約22,000千m³、川辺川上流で約84,000千m³の容量の確保が必要。

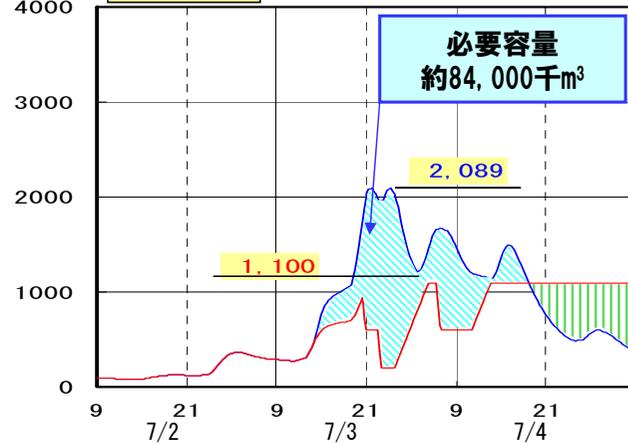
昭和46年8月型

本川上流容量決定パターン

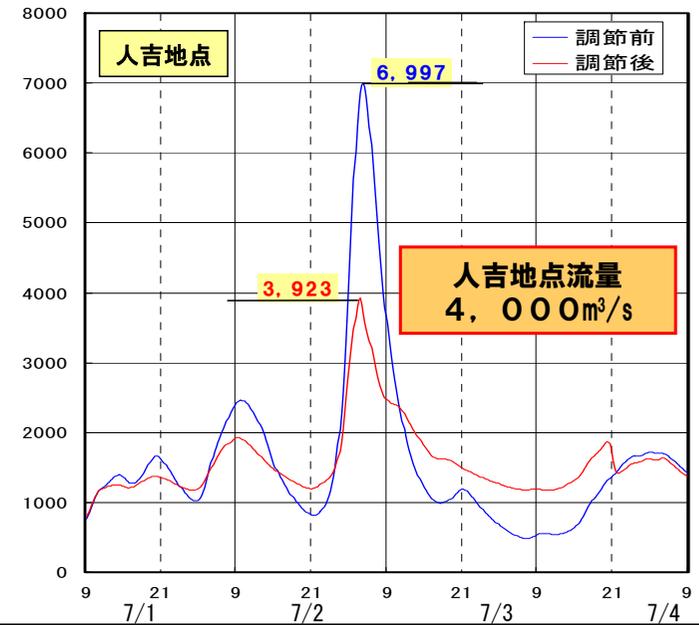


平成7年7月型

川辺川上流 川辺川上流容量決定パターン



昭和40年7月型



○市房ダムの操作については、様々な洪水に対して効率的に洪水調節できるよう自然調節方式を仮定。

河川名	地点名	既定計画現 計画の容量 等	S30.9.30型	S39.8.24型	S40.7.3型	S46.8.5型	S47.7.6型	S57.7.25型	H 5.9.3型	H 7.7.4型	H 9.9.16型	H16.8.30型	H17.9.4型
球磨川上流 必要容量(千m ³)	市房ダム	(18,300)	10,289	12,586	11,710	21,555	9,264	9,229	8,408	11,012	8,833	12,857	19,438
川辺川上流 必要容量(千m ³)	川辺川ダム	(84,000)	10,462	46,753	73,143	78,541	79,404	80,325	30,790	83,807	11,334	40,926	72,272
球磨川流量[調節前] (m ³ /s)	人吉	7,000	4,001	4,295	6,997	5,591	6,997	5,637	4,009	5,451	4,142	4,576	5,360
球磨川流量[調節後] (m ³ /s)		4,000	3,195	2,873	3,923	3,362	3,819	3,640	3,127	3,805	3,377	3,493	3,295

○川辺川については、川辺川ダムの基本計画の洪水調節容量の範囲内で洪水調節可能。

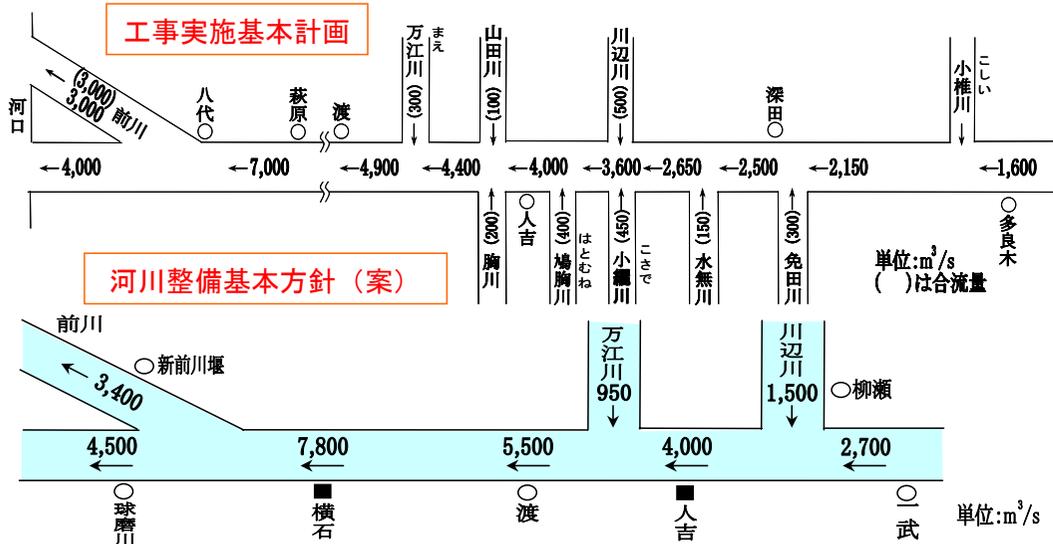
○市房ダムについては、実績の昭和46年8月洪水、昭和57年7月洪水、平成7年7月洪水でただし書き操作を実施している現状も踏まえ、本川上流において追加容量の確保が必要。これについては市房ダムの有効活用等により対応可能。

★以上のことから人吉地点で7,000m³/sを4,000m³/sまでの洪水調節は可能。

計画高水流量（案）について（2）

- ・上流・中流・下流について「流し得る流量」を検討した結果、河道のみでは基本高水のピーク流量を安全に流下させることはできない。
- ・このため、洪水調節施設が必要。
- ①上流の基準地点人吉では、できるだけ河道で洪水を流すため「流し得る流量」4,000m³/sを計画高水流量とし、基本高水のピーク流量との差3,000m³/sは上流の洪水調節施設により対処。
- ②中流は、人吉4,000m³/sの時の流量が5,500m³/sであることから、洪水調節後の流量を計画高水流量とする。
- ③下流は、基準地点横石地点で設定した基本高水に対し、洪水調節後の流量が「流し得る流量」以下となるため、これを計画高水流量とする。

計画高水流量図



※工事实施基本計画では萩原地点を基準地点としているが、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しているため、横石地点を基準地点と設定。

河道への配分流量（案）

単位：m³/s

河川名	基準地点	基本高水のピーク流量	洪水調節施設による調節流量	河道への配分流量
球磨川	人吉	7,000	3,000	4,000
	横石	9,900	2,100	7,800

(参考) 工事实施基本計画における計画高水流量の算出

地点名		川辺川型	本上流型	本川下流型 I	本川下流型 II	全川型
人吉	調節前	7,040	7,060	5,840	5,950	5,940
	調節後	3,380	4,000	2,920	3,870	3,450
萩原	調節前	8,910	8,900	8,500	8,570	8,580
	調節後	5,340	5,890	5,850	6,550	6,130

単位：m³/s 赤字は最大値

【参考】各地点における計画高水流量算定結果

安全度	地点名	流し得る流量	S30.9	S39.8	S40.7	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
1/80	一武	-	2,121	1,872	2,448	2,269	-	2,328	-	2,330	-	1,923	2,442	2,170	2,334	2,575	-
	人吉	4,000	3,195	2,873	3,923	3,362	-	3,819	-	3,640	-	3,127	3,805	3,377	3,493	3,295	-
	渡	5,500	4,067	4,147	5,238	4,717	-	5,448	-	4,462	-	4,297	5,411	4,123	4,519	4,394	-
	横石	8,000	4,824	5,964	6,551	5,669	-	7,046	-	5,637	-	5,387	7,301	4,910	5,189	5,495	-
	川辺川	-	906	1,064	1,429	1,162	-	1,163	-	1,250	-	1,093	1,371	942	1,174	1,112	-
	万江川	-	630	933	759	419	-	456	-	418	-	493	741	295	362	420	-
1/100	横石	8,000	5,378	5,383	6,768	5,862	4,974	7,184	7,209	5,883	6,964	5,818	6,950	5,657	5,922	6,201	7,796

※S40.7洪水については、人吉のピーク流量7,000m³/sに合わせたハイドロを用いた。

- 川辺川ダムの事業計画及び五木村・相良村の地域の特性を踏まえ、影響予測の詳細な検討が必要と想定される環境影響要素を選定。これらについて調査、事業実施による影響予測及び評価を行い、必要に応じて保全措置を検討。
- 調査、影響予測、評価については、環境影響評価法に基づく調査等と同等の水準で実施。
- 専門家からなる「委員会（検討会）」を設置、調査や保全措置の検討などを実施。
- 平成12年に実質的に「環境影響評価書」にあたる「川辺川ダム事業における環境保全への取り組み」をとりまとめ県知事からも意見を聴取し公表。
- 平成5年度よりダムの工事現場に全国で初めての「環境巡視員」を配置し、工事予定箇所の事前調査や施工者等へのきめ細かい指導等積極的に環境保全対策を実施。

環境影響の検討対象としての洪水調節施設

位置図



川辺川ダムの計画諸元

ダムの形式	アーチ式コンクリートダム	
堤高	107.5	m
集水面積	470.0	km ²
湛水面積	3.91	km ²
総貯水容量	133,000	千m ³
洪水調節容量	第1期	84,000 千m ³ (6/11~9/15)
	第2期	53,000 千m ³ (9/15~10/15)

○川辺川ダム建設事業における調査項目

	環境要素の区分		影響要因の区分
	大気環境	大気質	粉じん等
	騒音	騒音	工事中
	振動	振動	工事中
水環境	水質	土砂による水の濁り、水素イオン濃度	工事中
		土砂による水の濁り、水温、富栄養化、溶存酸素量	ダム供用後
土壌に係る環境その他の環境	地形及び地質	重要な地形及び地質	ダム供用後
動物	重要な種及び注目すべき生息地		工事中
			ダム供用後
植物	重要な種及び群落		工事中
			ダム供用後
生態系	地域を特徴づける生態系		工事中
			ダム供用後
景観	主要な眺望点及び景観資源並びに主要な眺望景観		ダム供用後
人と自然との触れ合い活動の場	主要な人と自然との触れ合い活動の場		工事中
			ダム供用後
廃棄物等	建設工事に伴う副産物		工事中

※調査および検討は、上記のとおり「工事中」及び「ダム供用後」について実施しているが、本資料においては、影響が継続するダム供用後のみを記載。

専門家からなる委員会（検討会）の設置

- ①球磨川・川辺川の魚族に関する検討委員会
- ②川辺川ダム環境保全・創造に関する検討委員会
- ③川辺川ダム周辺猛禽類検討会
- ④九折瀬洞保全対策検討会

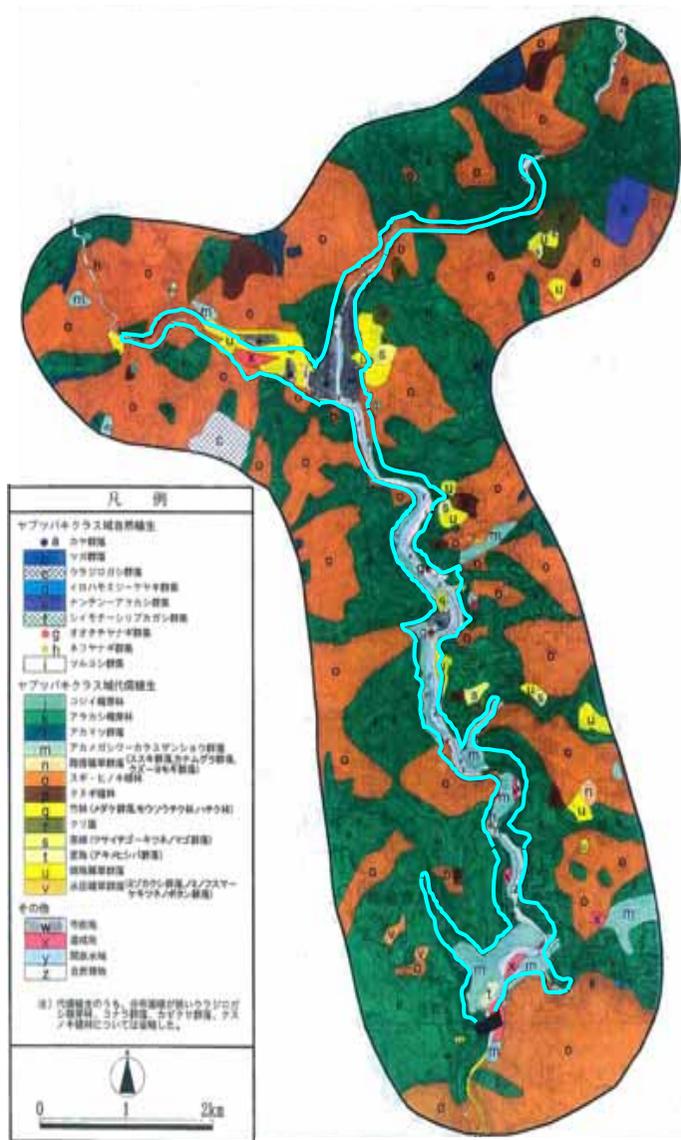
- 洪水調節施設の運用に伴い貯水池が出現
- 付替道路などの設置に伴う土地改変が発生



【変更後の内容】

- 貯水池面積 3.91 km²
- 付替道路 約36.2 km
- 頭地代替地 12.5 ha
- 高野代替地 1.6 ha

●現存植生図



●河川環境類型区分図



予測される影響

ダム建設後の運用により、下流の流況が変化し河川のダイナミズムが損なわれる

●ダムによる平常時及び渇水時の運用方法

【通年】人吉地点の流量が30m³/s未満の場合は、ダムに貯留しない

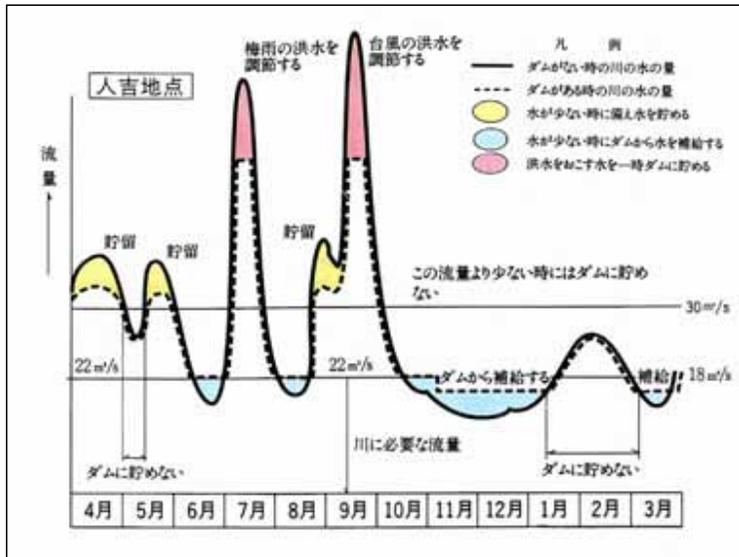
【4/1~11/10】 人吉地点22m³/s未満の場合にはダムより補給

【11/11~3/31】 人吉地点18m³/s未満の場合にはダムより補給

【7/1~10/31】 柳瀬地点7m³/s未満の場合にはダムより補給

【11/1~6/30】 柳瀬地点4m³/s未満の場合にはダムより補給

●ダムによる河川水の補給の模式図



△水の手橋下流の流況の状況 (人吉地点 22m³/s)



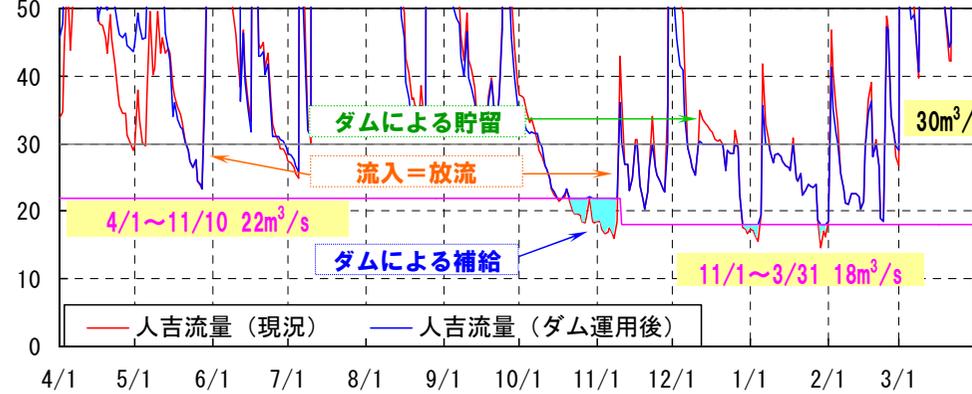
△水の手橋下流の流況の状況 (人吉地点 18m³/s)

●ダム運用後の流況の変化

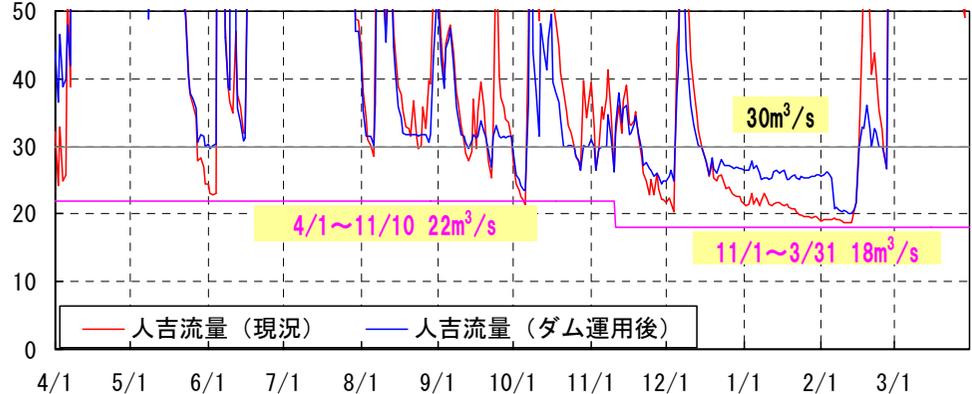
人吉地点における流況変化 (平成11年度)



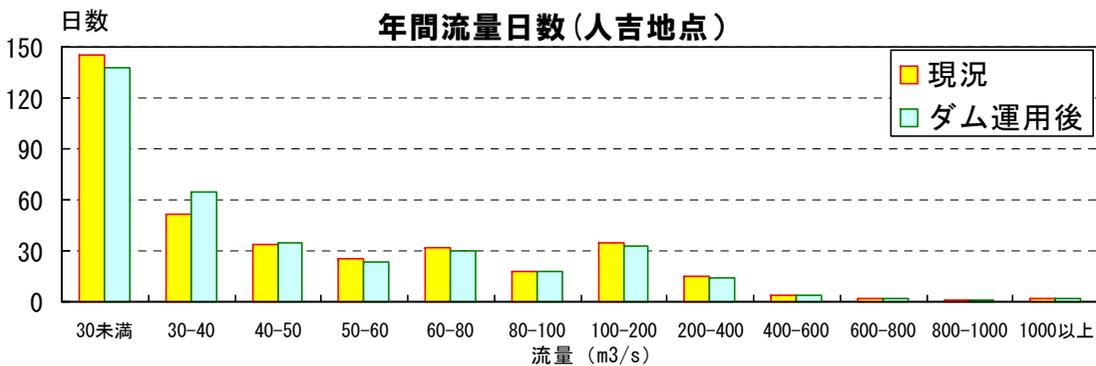
人吉地点における流況変化 (昭和57年度)



人吉地点における流況変化 (昭和50年度)



●ダム運用後の年間流量日数の変化

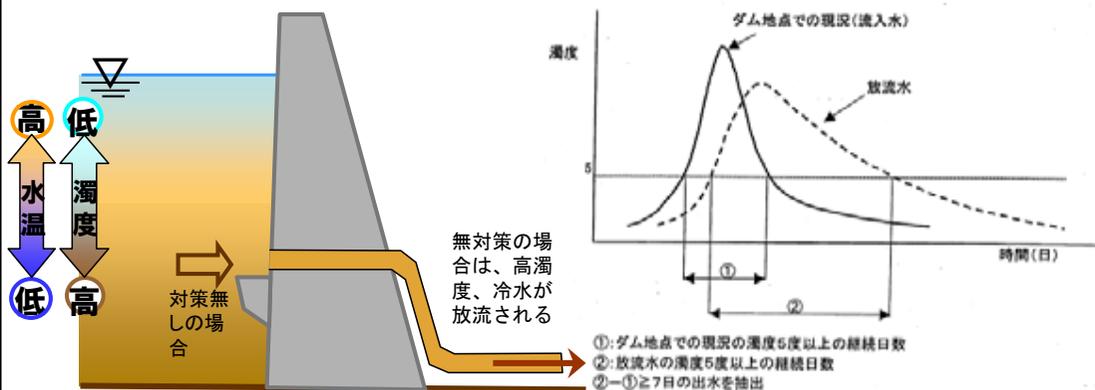


ダムを運用することにより、川辺川については大きい流量が若干減少するものの、本川の流況に大きな変化はないと考えられる。

※ダム運用後は、ダムがある場合の予測結果 (H7~H16年平均)

予測される影響

- ダム下流の流水の水温が現状から変化し、生息・生育する動植物に影響
- 洪水時にダム湖に流入した濁水を洪水後に徐々に放流することにより、下流での濁水の長期化
- 湛水域を形成することにより、富栄養化による水質の悪化

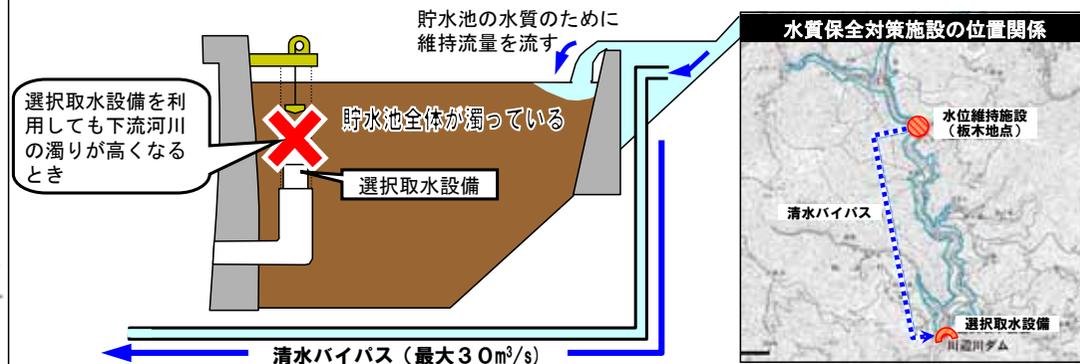


▲濁水の長期化・冷水現象の発生イメージ図

▲濁度5度以上となる継続日数の考え方

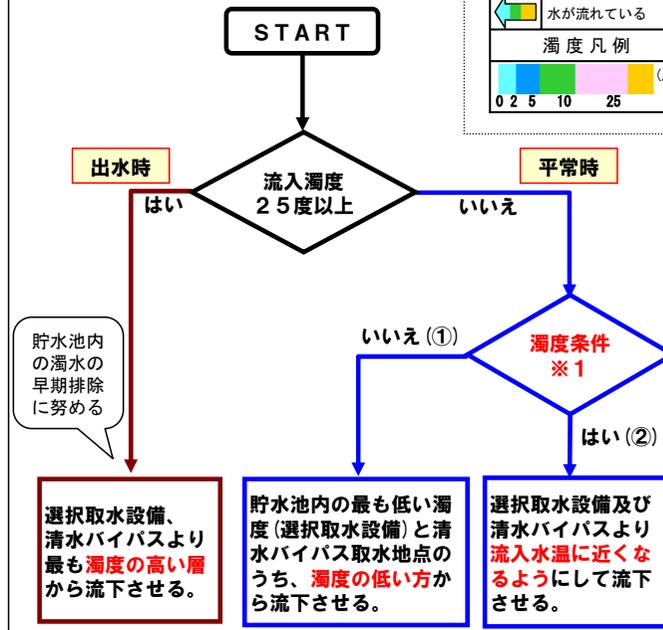
●清水バイパスのはたらき

洪水などにより貯水池全体が濁り、選択取水設備を利用して下流河川の濁りが上流河川に比べて高くなる時に、上流河川の濁りの少ない水を貯水池をバイパスして直接下流に流すもの。また、洪水時には、ダム下流に土砂や濁質を流す運用も可能。

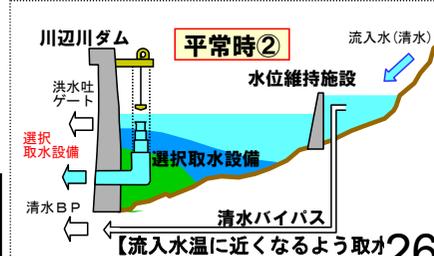
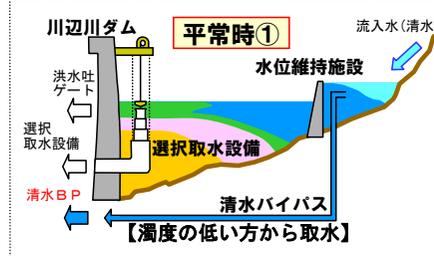
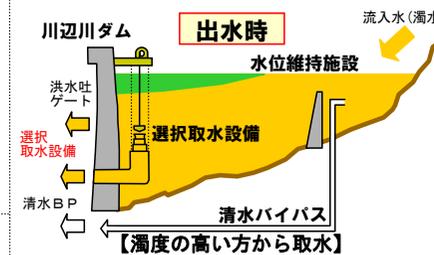


水質保全対策の運用ルール

凡 例	
	水が流れていない
	水が流れている
濁度 凡例	
	(度)



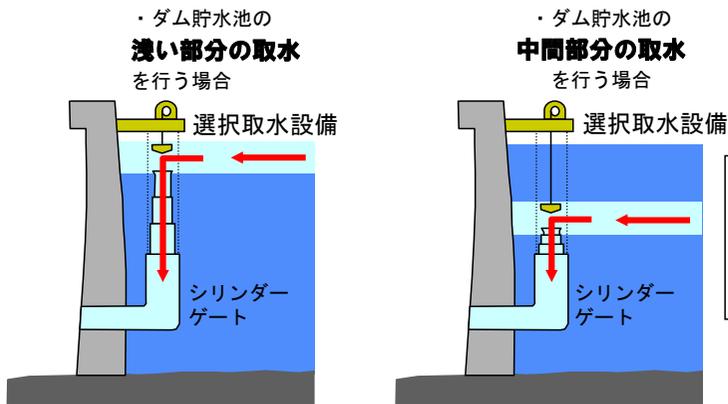
※1) 濁度条件
ダムへの流入濁度より、選択取水設備から取水できる層の濁度が小さいか、選択取水設備から取水できる層の濁度が2度より小さい。



水質保全対策の検討 (選択取水設備・清水バイパス)

●選択取水設備のはたらき

洪水などで貯水池に入った濁りの成分は時間とともに沈降していき、一般的には貯水池の下部は濁っていても、表層に近い部分は澄んでいる状態となる。このため、選択取水設備を設置、取水する高さを選択できるようにすることにより、水温も考慮しながら水が澄んでいる層から取水することが可能。

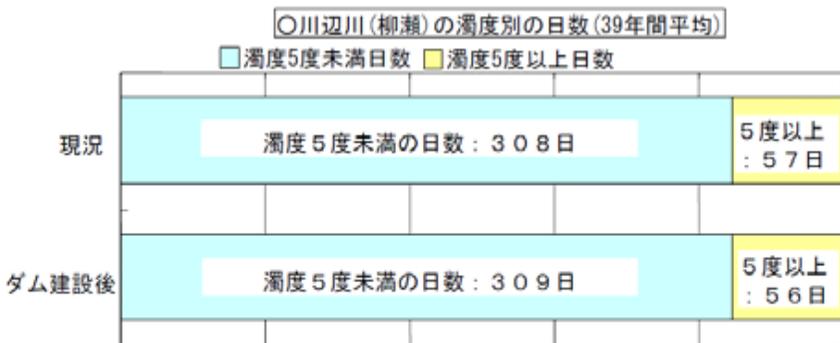


洪水後の貯水池の水の濁りや水温は、均一ではない。選択取水設備は運用ルールに従い、濁度及び水温に配慮して取水位置を決定する。

水質への影響（2）

影響予測の結果（水の濁り）

水質保全対策の実施により、川辺川（柳瀬地点）における濁度5度未満※の日数は、ダム建設後も現況と大きな変化はない。

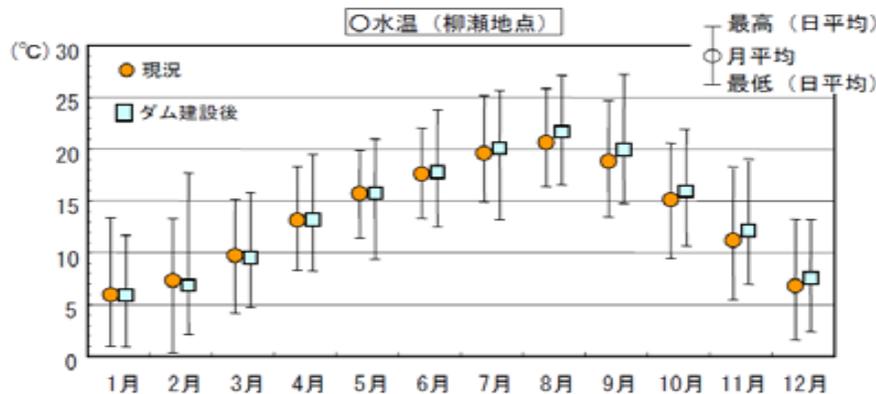


○現況は、流量からの推定値(S33~H8の平均)
○ダム建設後は、ダムがある場合の予測結果(同上)

※水産用水基準(社)日本水産資源保護協会)では、アユの漁獲量に対しては自然濁水ではSS濃度が5mg/Lの濁水の長期化で影響が出はじめるという報告を基に「人為的に加えられる懸濁物質SSは5mg/L以下であること」と定められており、川辺川ではSS5mg/Lと濁度5度が概ね対応することから閾(しきい)値として濁度5度と設定

影響予測の結果（水温）

川辺川（柳瀬地点）における月平均水温は、ダム建設後も現況と大きな変化はない。

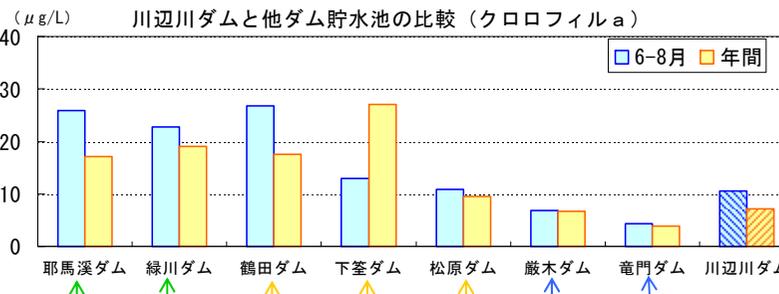


○現況は、流量からの推定値(S33~H8の平均)
○ダム建設後は、ダムがある場合の予測結果(同上)

影響予測の結果（富栄養化現象）

- 鉛直二次元モデルを用いた数値解析及び他ダムとの比較検討結果、ポーレンワイダーモデルの結果から総合的に判断すると貯水池内で、アオコによる景観障害などが発生する可能性は低い。
- 下流河川では、ダム建設によるBODの変化は小さい。

○貯水池内の水質(クロフィルa)



過去に、貯水池全体を覆うようなアオコや淡水赤潮の異常発生がある。

- ・耶馬溪ダムにおいては、過去に異臭(カビ臭)も発生しており、曝気装置等様々な保全策を講じている。
- ・緑川ダムにおいては、流入制御フェンスの対策を講じている。

貯水池全体を覆うようなアオコや淡水赤潮の異常発生は無い。曝気装置(松原)や流入制御フェンス(下釜)の保全策を実施。

管理開始以降、富栄養化現象は発生していない。

○貯水池内のダムサイト地点のクロフィルaの6~8月平均値は約10µg/lと予測。

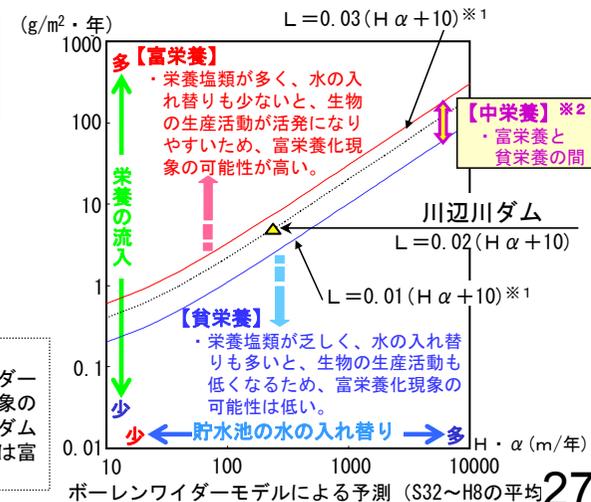
○クロロフィルaとアオコによる景観障害などの発生の関係は一意的ではなく明瞭ではないが、他ダムの状況を踏まえると、川辺川ダムでアオコによる景観障害などが発生する可能性は低いと予想。

○ポーレンワイダーモデルによる予測

ポーレンワイダーモデル(Vollenweider)の図において、川辺川ダムは $L=0.01(H\alpha+10)$ の曲線と $L=0.03(H\alpha+10)$ の曲線のほぼ中央に位置し、中栄養に区分される。

[P]=L/(Hα+10)
[P]: 湖内の年間平均全リン濃度(mg/l)
L: 単位湖面積あたりの全リン負荷量(g/m2/年)
H: 平均水深(m)
α: 年間回転率(年間流入量/貯水容量)
グラフ縦軸: 単位湛水面積当たりの年間流入負荷量(g/m3・年)
グラフ横軸: (平均水深)×(回転率)H・α(m/年)

- ※1) ポーレンワイダーモデルにおける境界値で、実例をもとに設定。
- ※2) 日本の多目的ダム(68ダム)の貯水池を対象としてポーレンワイダーモデルによる富栄養化のレベルと実際の貯水池における富栄養化現象の発生状況は良く対応している。(貧栄養から中栄養区分に位置するダムでは、富栄養化現象の発生が少なく、富栄養区分に位置するダムでは富栄養化現象の発生が多い。)



下流河道への影響

予測される影響

- ダムにより下流へ流下する土砂が遮断され、下流の河床低下や河床材料の変化などの影響。
- 特に砂礫層が薄い人吉区間において人吉層の露出による治水上の懸念や河川環境の改変。

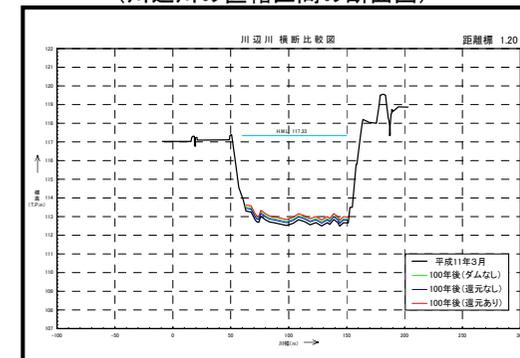
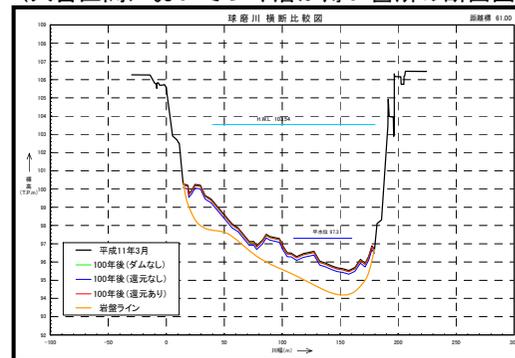
影響の検討○下流の河川環境等を考慮し、ダムからの土砂還元の有無について一次元河床変動シミュレーションを実施。

○土砂の還元方法として、様々な対策（排砂ゲート、排砂バイパス等）があるが、ここでは下流の高水敷に置き土し洪水時に自然流出することを仮定。

○土砂還元後の河道断面と河床材料の変化

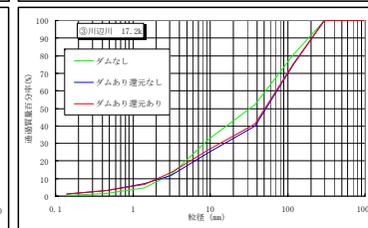
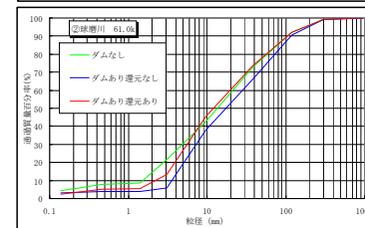
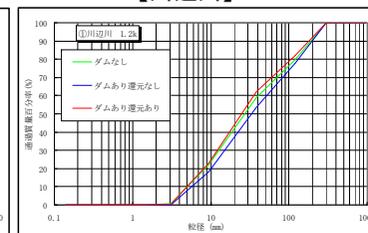
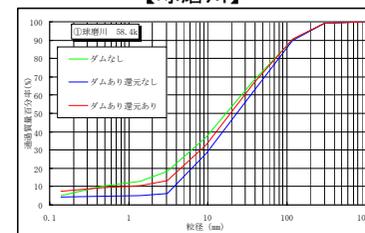
(人吉区間においてレキ層が薄い箇所断面図)

(川辺川の直轄区間の断面図)



【球磨川】

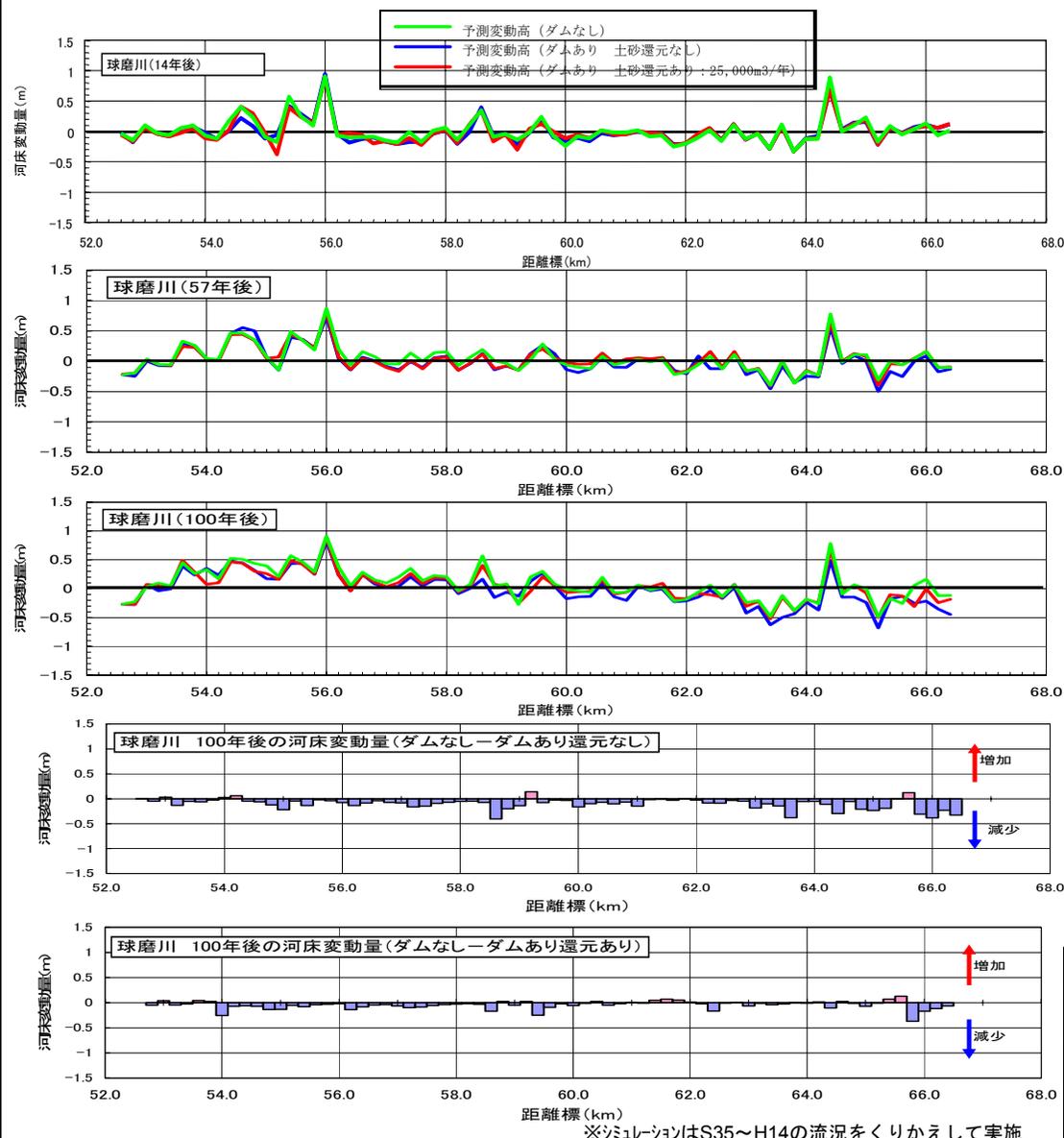
【川辺川】



- ・ダムによる下流河川の河床低下に伴う大規模な人吉層の露出はないと考えられる。
- ・また、土砂還元を行うことで、河床低下及び河床材料の変化を小さくできると考えられる。
- ・ダム建設後においてもモニタリングを行い、適切に対応していく。

○全国のダムで実施されている土砂対策

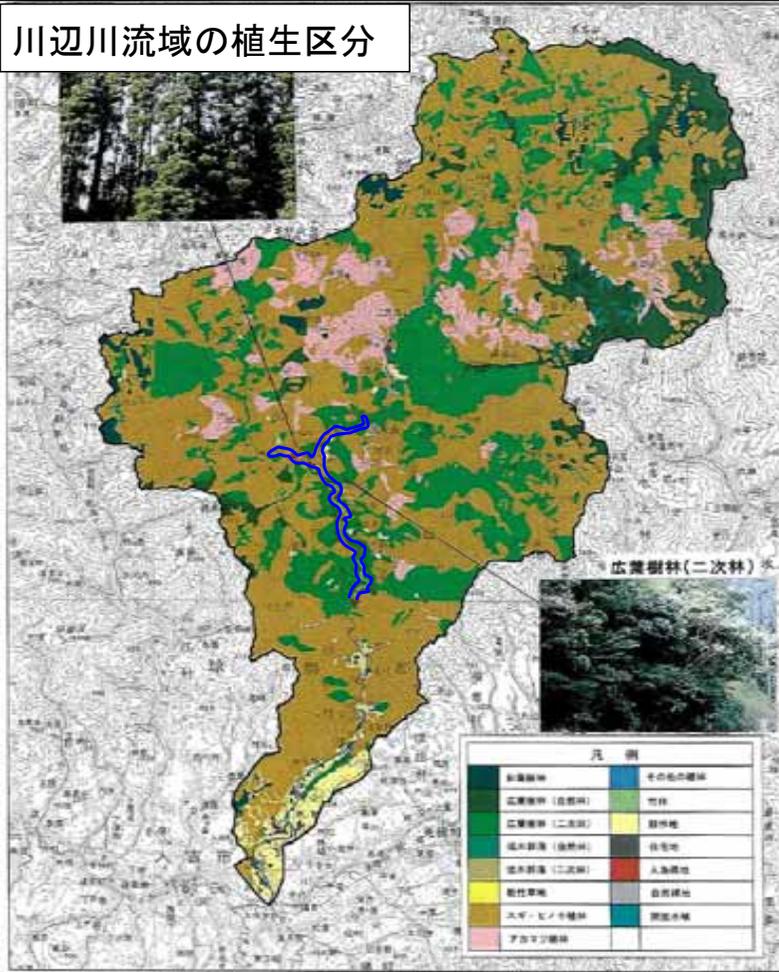
具体的方法	実施事例ダム
置き土	三春ダム（福島県）、長島ダム（静岡県）、二瀬ダム（埼玉県）他
排砂ゲート	出し平ダム（富山県）-宇奈月ダム（富山県）（連携排砂）他
排砂バイパス	旭ダム（奈良県）、美和ダム（長野県）、小渋ダム（長野県）他



※シミュレーションはS35～H14の流況をくりかえして実施

○生態系の多様性の確保、野生生物の種の保存、生物の多様性の確保、自然環境の体系的保全の観点から、ダム事業による動植物及びその生息・生育環境への影響を種や場のみならず、上位性、典型性、特殊性及び移動性の視点から生態系の構造に着目して検討。

川辺川流域の植生区分



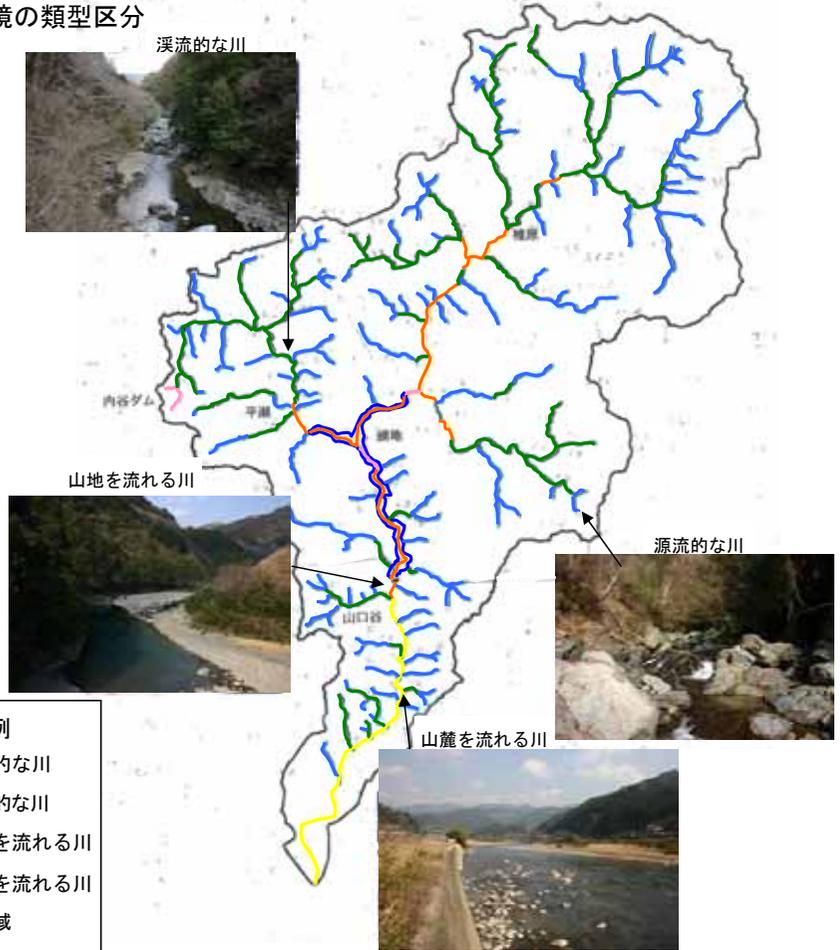
「第2回・第3回 自然環境保全基礎調査 熊本県 現存植生図(河川別、昭和56年、昭和60年)」。平成2年10～11月調査の河川別図、平成4年度の現地調査結果を基に作成

陸域の典型的な環境のダム供用後の残存の程度

環境類型区分	減少面積 ¹⁾ (km ²)	流域全体	
		現存面積 (km ²)	残存率 (%)
広葉樹林(二次林)	1.8	125.0	98.6
スギ・ヒノキ植林	1.6	287.6	99.4

1) 川辺川流域における典型的な環境類型区分のうち、湛水予定区域に存在する区分のみを示した。

●河川環境の類型区分



河川域の典型的な環境のダム供用後の残存の程度

環境類型区分	流域内延長 (km)	湛水予定区域内延長 (km)	残存率 (%)
山麓を流れる川	14.5	0.0	100.0
山地を流れる川	35.9	16.3	54.6
合計	50.4	16.3	67.7

環境保全に向けて、動植物の重要な種等の保全を検討するとともに

- ・地域の生態系の特徴を典型的に表す陸域や河川域の生息・生育環境
- ・クマタカなど生態系の上位種
- ・特殊な環境として九折瀬洞

など、生態系の構造に着目し、具体的に影響を予測し保全措置を検討

予測される影響

湛水域の形成や付け替え道路の整備等による生息・生育域の減少、移動経路の分断

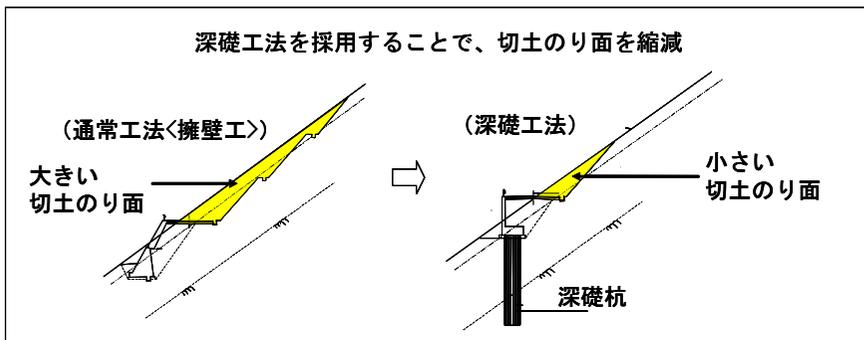
① ダム湖畔における森林環境の保全

湛水予定区域と付替道路との間を保全の対象とし、植生の復元により、ダム湖畔の典型的な陸域の動植物の生息・生育環境の保全を図る。



② 変更区域の最小化

付替道路の建設に伴う自然地形の改変面積を施工方法の工夫等により大幅に減少させることにより、生息・生育環境の減少を最小限にとどめる。



③ 変更区域の復元

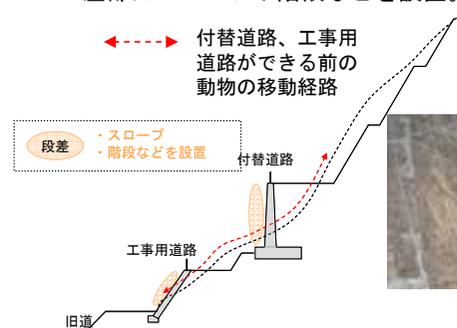
付替道路などによる改変区域については、原則として在来種による緑化を行い、植生の復元を行う。



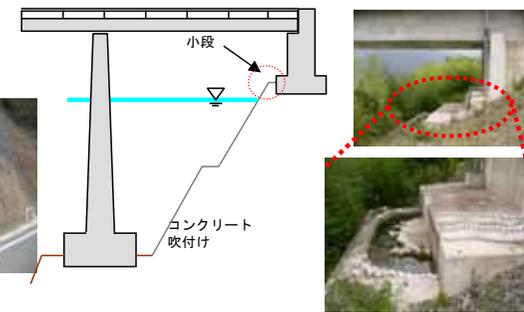
④ 様々な動物（小・中・大型）を対象とした移動経路の確保

ダムの湛水や付替道路による、様々な動物の移動の阻害の影響を低減するため、移動経路を確保。その効果、検証のためモニタリングを実施。

1. 付替道路と旧道との工事用道路の段差部にスロープや階段などを設置。



2. 橋の下の吹き付けコンクリート部について、満水時にも水没しない標高に小段を設置。



3. 道路下に横断管を設置



4. 側溝に切り欠き部を設置



道路下に横断管（小規模なトンネル）を設置することにより、道路の反対側へ移動することが可能。

道路脇に設置する側溝に切り欠きを設けることにより、側溝内に小動物が落下しても自力で脱出することが可能。

5. 緩傾斜側溝の設置



のり面小段部に設置する側溝に緩傾斜型の側溝を用いることにより、側溝内に小動物が落下しても簡単にはい上がることが可能。

6. 水飲み場の設置



道路下に誘導するよう、橋梁の下などに水飲み場を設置。（写真の動物はタヌキ）

⑤ 工事予定箇所の環境保全対策

付替道路工事における現地調査状況

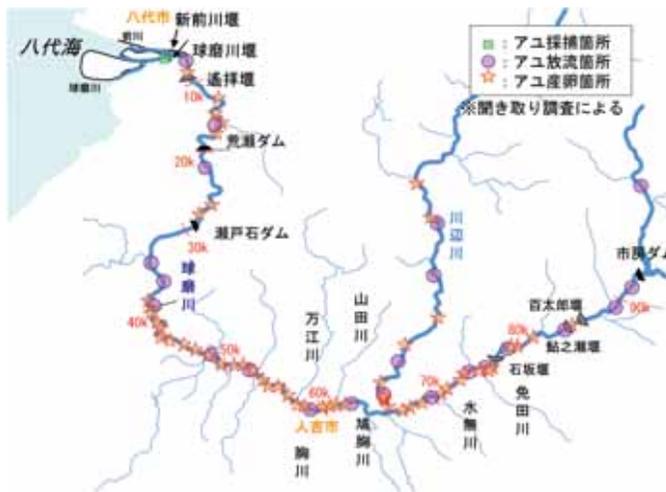


平成5年度から環境監視員を配置し、工事予定箇所の事前調査や施工業者等へのきめ細かい指導等を行い積極的に環境保全対策に努めている。また、環境監視員において確認された植物について標本の採取を行い記録保存を行っている。

・湛水域の形成や付け替え道路の整備等による生息・生育域の減少や移動経路の分断については、必要な保全措置を講じ、影響の回避・低減に努める。
・なお、環境監視員の調査も含めモニタリングを実施し効果の検証を行う。

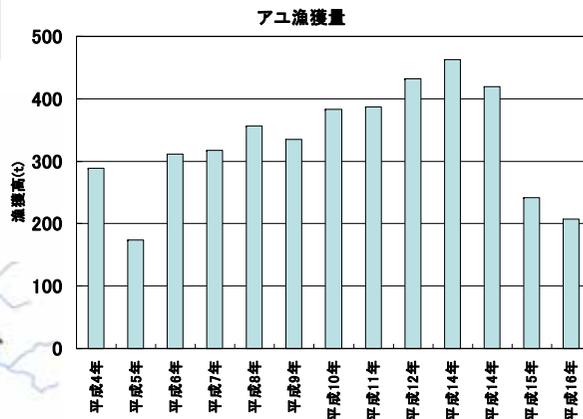
アユの生息状況及び採捕、放流箇所

アユの生息は広い範囲で確認されており、産卵場は球磨川、川辺川ともに上流から下流の広い範囲に分布している。ただし、堰やダムにより河川が分断されていることもあり、河口近くの球磨川堰で採捕されたアユが広い範囲で放流されている。



漁獲量について

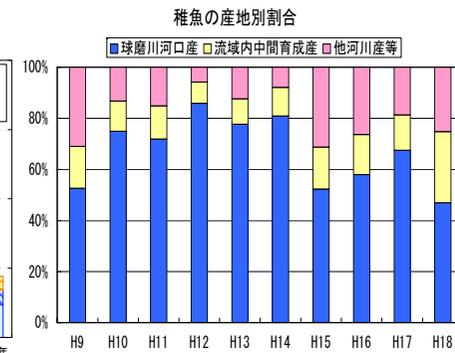
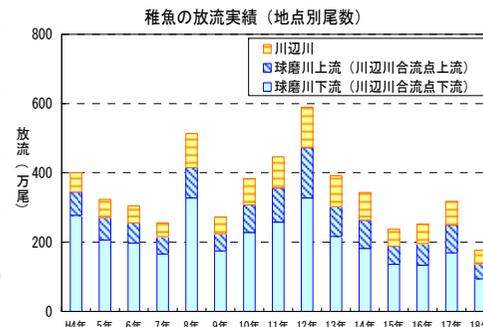
漁獲高は平成13年をピークに減少傾向にある。



出典：熊本県統計年鑑（漁獲量）

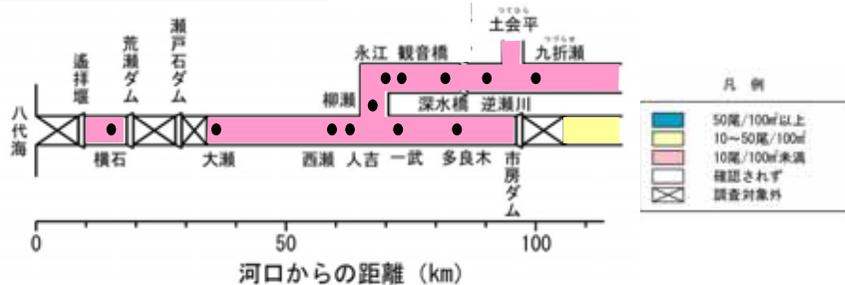
稚魚の放流について

アユの稚魚の放流量は、平成4年から平成18年では約170~580万尾の間で推移しており、近年10ヶ年では放流全体の約70%を球磨川河口産が占めている。



出典：球磨川漁協資料（放流量）

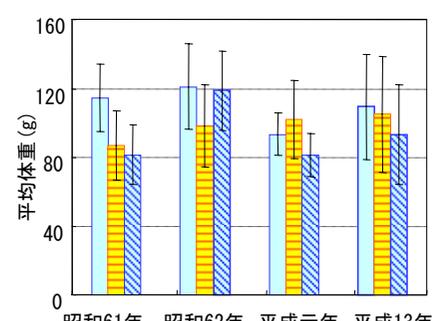
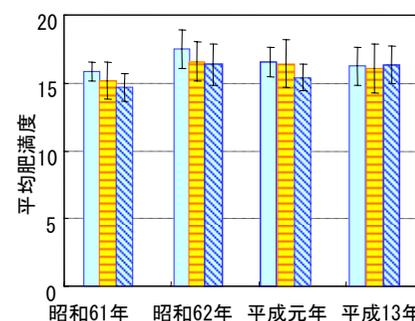
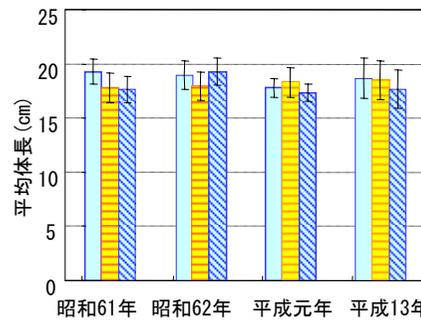
アユの分布と生息環境



出典：球磨川・川辺川の魚族に関する検討委員会 報告書 (S62.8、S63.5、63.8、63.10、H1.8の潜水調査結果の平均)

アユの大きさ

堰等の横断工作物の設置状況、水量等河川環境に違いがあるものの、球磨川上流（川辺川合流点から上流）、球磨川下流（川辺川合流点から下流）、川辺川のそれぞれの区間におけるアユの成長やサイズに一定の傾向は見られない。

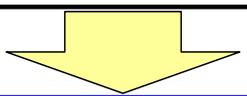
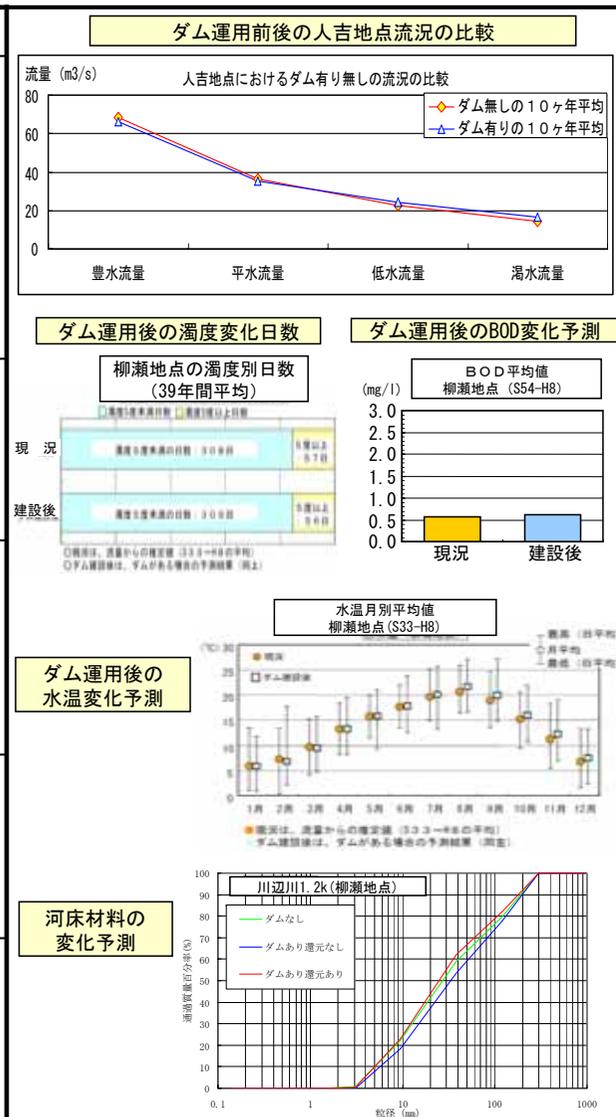


出典：
昭和61~平成元年：球磨川・川辺川の魚族に関する検討委員会
平成13年：国土交通省調査
肥満度 = (湿重量(g) / 体長(cm)³) × 1000

予測される影響

ダムによる流量、水質（水の濁り、水の汚れ）、水温、エサとなる付着藻類、河床材料などの変化にともなうアユの生息環境への影響

要因	影響予測
流量	<p>○川辺川ダムは、平常時、次のように運用する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人吉地点の流量が$30\text{m}^3/\text{s}$以上の時：利水容量に空きがある場合は、ダムへ貯留する。 ・人吉地点の流量が$22\sim 30\text{m}^3/\text{s}$の時：利水容量に空きがあってもダムに貯留せず、流入量をそのまま放流する。 ・人吉地点の流量が$22\text{m}^3/\text{s}$以下の時：ダムへの流入量に、利水容量にためた水を加えて下流へ補給する。 <p>○ダムを運用することにより、川辺川については大きな流量が若干減少するものの、球磨川本川の流況に大きな変化はない。</p> <p>◇このようなことから、流量の変化が、アユの生息・成長に大きな影響を及ぼすことはないと考えられる。</p>
水のにごり	<p>○水質保全対策を実施することにより、柳瀬地点で、濁度5度未満の日数がダム建設前の308日が、ダム建設後309日となり、ダム建設前後で大きな変化はないなど、河川水の濁りに大きな変化はない。</p> <p>◇このため、水の濁りの変化が、アユの生息・成長に大きな影響を及ぼすことはないと考えられる。</p>
水のよごれ	<p>○柳瀬地点のBODの年平均値はダム建設後約$0.6\text{mg}/\text{l}$と予測され、ダム建設による大きな影響はないと考えられる。</p> <p>◇このため、水のよごれの変化が、アユの生息・成長に大きな影響を及ぼすことはないと考えられる。</p>
水温	<p>○水質保全対策を実施することにより、柳瀬地点の月平均水温は、ダム建設後も現況と大きな変化はない。</p> <p>○なお、ダム建設後、14,245日（昭和33年から平成8年の39年間）のうち、5°C以上水温が上昇する日が12日でてくるが、これは全体で見てもまれな現象であり、大きな影響を及ぼすことはないと考えられる。</p> <p>◇このため、水温の変化が、アユの生息・成長に大きな影響を及ぼすことはないと考えられる。</p>
付着藻類	<p>○付着藻類はアユの餌となるが、付着藻類の生育には水温、水質、河床材料の状況、流量及び流量変動が関係する。前述したように、ダム建設後も、水質、水温、流量及び流量変動に大きな変化はなく、付着藻類の生育環境に大きな変化はない。河床材料については、ダム下流や八代海域の干潟に砂等を補給するため、ダム完成後、モニタリングを行いながら砂等を下流に流すこととしている。</p> <p>◇このようなことから、ダム建設後、付着藻類の生育に大きな変化はないと考えられる。</p>



流量、水質、水温、付着藻類、河床材料などの変化が、アユの生息・成長に大きな影響を及ぼすことはないと考えられる。

予測される影響

生態系の上位に位置するクマタカは全国的に個体数が少ない猛禽類の一種で、広い生息域を要求する生態的特性から、環境変化の影響を受けやすい。ダム事業における仮設備設置、騒音、振動による一時的影響や湛水、取付道路などによる地形の改変、森林の伐採などにより、地域に生息するクマタカの継続的な生息とつがいの繁殖活動の維持への影響が予測される。

専門家による指導・助言をもとに調査を行い、科学的に生息状況を把握し適切な保護方針を検討し保全措置を実施。

クマタカの調査

- 平成5年から継続して調査中。
- 各つがいとも約1,000時間以上の観察(平成15年3月まで)。
- クマタカの位置、行動、個体の特徴などを記録。
- 飛行ルート、行動などから行動圏の内部構造を解析し推定。



▲調査風景



平成15年12月撮影



平成15年12月撮影



▼クマタカの内部構造のイメージ図



注)クマタカ・その保護管理の考え方
(クマタカ生態研究グループ、平成12年)を基に作成。

クマタカへの影響予測

クマタカの行動圏の内部構造、営巣環境及び狩り場と事業区域を重ね合わせるなどにより、クマタカへの影響を予測。

各つがいと今後の事業区域の関係

	ダム堤体	付替・工用道路	土仮置き場	水位維持施設	代替地	ダム貯水池の出現
Aつがい	-	-	-	-	-	-
Bつがい	-	△	-	-	-	○△
Dつがい	-	-	-	-	-	-
Eつがい	-	○△	○△	-	-	○△
Fつがい ※1	-	○△	○△	○△	○△	○△
Jつがい	-	◎○△	-	-	○△	◎○△
Kつがい ※1	-	○△	-	-	△	△

※平成15年3月までの調査結果による予測。
※上記以外に新たなつがいの生息を平成18年2月に確認したため、現在、コアエリア、繁殖テリトリー、幼鳥の行動範囲についてデータを蓄積中。

クマタカの各つがいへの影響予測

- 工事の実施や湛水域の形成等により、ダム建設後にコアエリアが改変されるつがいも存在するが、保全措置を講じることにより、改変面積は0%~約10%となり、また、営巣地の改変はないことから、今後もクマタカの生息と繁殖活動は継続すると考えられる。
- モニタリング体制を確立し、工事中の影響の軽減に努めるとともにダム供用後のクマタカの保全措置の効果の評価などを行う。

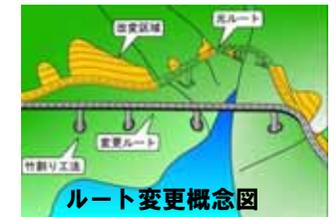
◎: 幼鳥の行動範囲の一部がダム事業区域と重なる。
○: 繁殖テリトリーの一部がダム事業区域と重なる。
△: コアエリアの一部がダム事業区域と重なる。
-: コアエリアがダム事業区域と重ならない。

ここでのダム事業区域は、今後実施されるダム事業(ダム堤体、付替・工用道路、土仮置き場、水位維持施設、代替地、ダム貯水池等)に係わるものを対象とした(平成15年5月中旬以降)

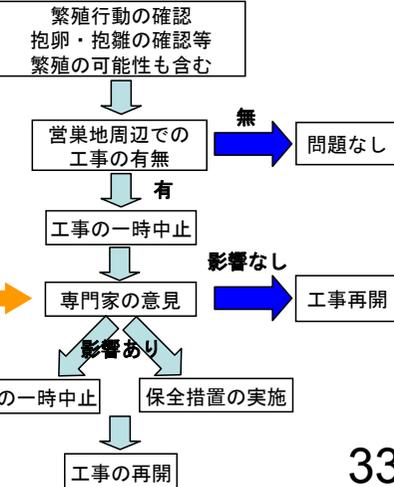
※1 幼鳥の行動範囲についてはデータが十分でないことから推定していない。

クマタカの保全措置

- 保全目標
クマタカの生息と繁殖活動の継続が図れるように努める。
- 保全措置(事例)
 - ◆事業計画段階での配慮
 - 付替道路のルート変更
 - ルート変更により巣からの距離を極力離すとともに自然地形の改変面積を約60%減少。
 - ◆工事中の影響の低減
 - 一時的改変の抑制
 - 施工計画の配慮
 - 繁殖活動への影響が懸念される場合には工事を一時中止
 - 工法の変更(深礎工法の採用による改変面積の最小化など)
 - 騒音・振動の最小化
 - 低騒音・低振動型重機の採用、発破音の抑制、その他重機のカモフラージュ
 - 工事による影響等についての継続的調査
 - ◆供用後の影響の低減
 - 森林の保全
 - モニタリング体制の確立



工事中の対応



予測される影響

○湛水域の形成、洪水調節に伴うダム湖周辺の冠水頻度の変化に伴う固有の生態系への影響

1. 洞窟について

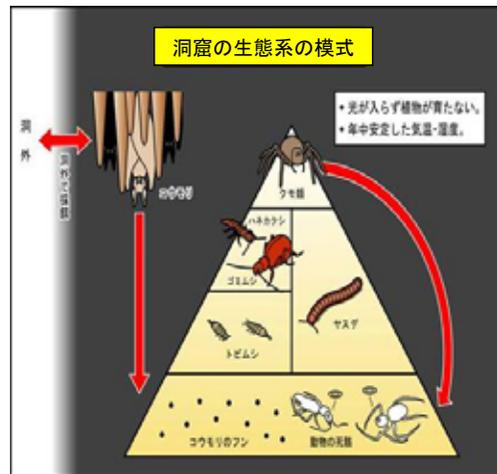
- ダム貯水池付近には石灰岩が溶けて形成された大小様々な洞窟（石灰洞）が10カ所程度存在。
- うち最大規模の洞窟の総延長は約1,186m、一番広いホールが東に位置する（東ホール）。
- 東ホールの気温、湿度は年間を通じて安定しており、気温は10～15℃、湿度は90%以上。

3. ダムの湛水による洞窟への影響

ダムの湛水によりコウモリの移動が一定の頻度で阻害されるものの、洞窟性動物の主要な生息場である東ホールの主要部には水は流入しない。

《現況》平均で3年に約1回、洪水時に約1日間コウモリの移動が阻害される。
《ダム建設後》平均で2年に約1回、1回あたり約25日間コウモリの移動が阻害される。

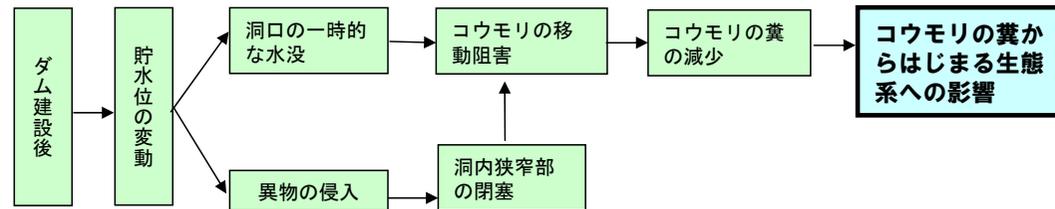
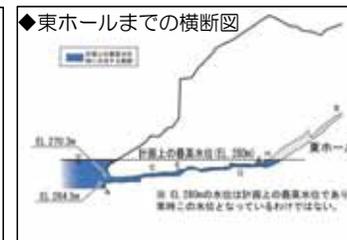
2. 洞窟の動物と生態系



生態系の特徴

- ・洞窟内ではコウモリの糞から始まる生態系^(注)が成立。
- ・洞窟内には7種の貴重な種を含む28種の動物の生息を確認。

(注) コウモリの糞、腐植土等の有機物を、トビムシ類、ヤスデ類等の洞窟性の動物が栄養源とし、さらにゴキムシ類やハネカクシ等の昆虫類がこれらを餌として生息し、クモ類がこれら全ての動物を餌として生息している。



4. 洞窟の保全措置

コウモリ類の生息環境の保全及び閉鎖性の高い特殊な生態系の維持を図るため、現況の洞窟の微気象、コウモリ類の調査結果を踏まえ、コウモリ類の移動を確保するための新たな経路を設ける措置を行うことを専門家からなる委員会において決定。

▼トンネル平面図

▼トンネル縦断面図

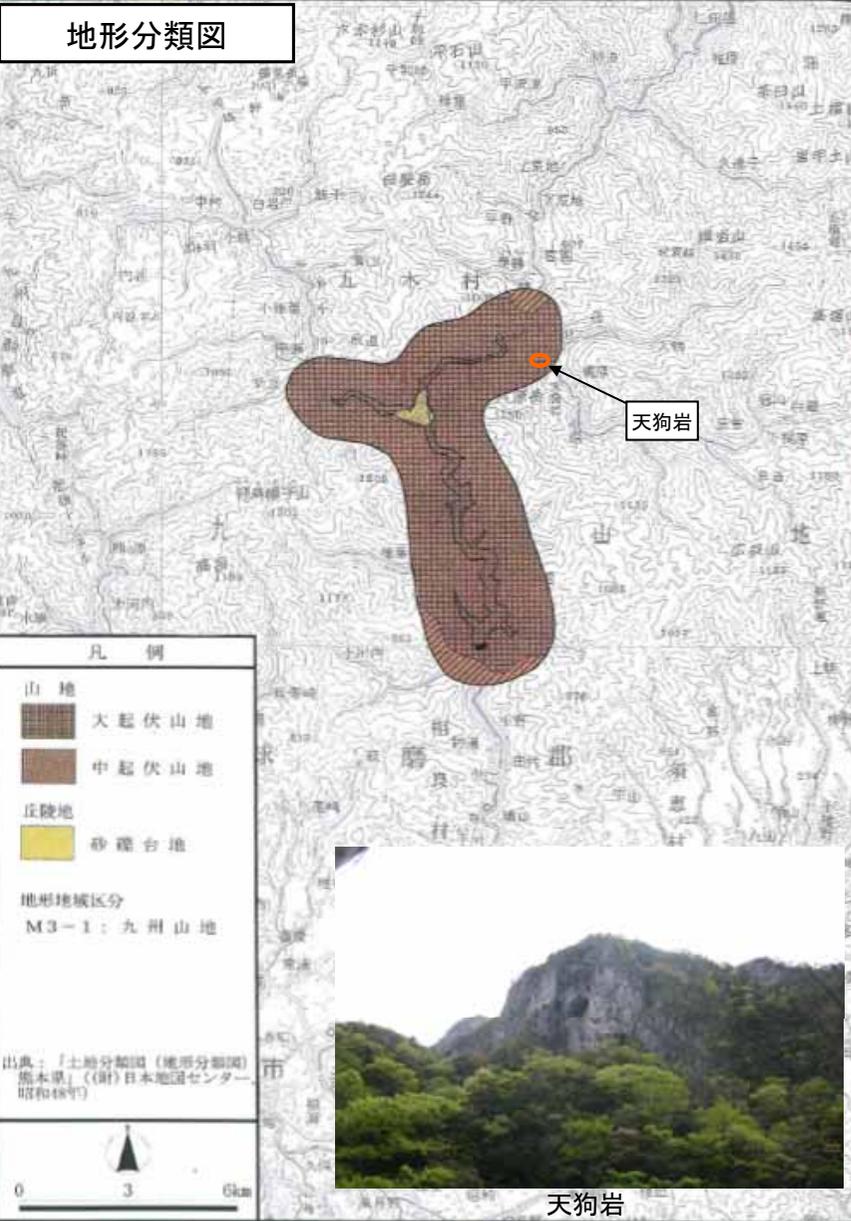


- ・ダムの湛水により洞窟性動物の生息場やコウモリの移動経路が水没することなどにより、コウモリ類の生息をベースにした固有の生態系への影響が予測されるが、コウモリ類の移動を確保するための新たな経路の設置などにより影響の軽減を図る。
- ・なお、新たな経路の確保を目的として設置されるトンネルについては引き続き専門家の指導を得ながらトンネル形状の詳細、掘削工法、工事時期等について検討を行うこととしている。

地形及び地質の状況

重要な地形及び地質としては「天狗岩」が存在するが、事業により改変されないことから、保全措置は特に行わない。

地形分類図



景観

ダム供用後に眺望景観等に変化があるとされる地点等について、事業計画との重ね合わせた結果、事業の実施により改変される主要な眺望点および景観資源はなく、これらへの影響はないと考える。

【景観の予測結果】

項目		予測結果の概要
主要な眺望点	国見山の山頂	事業の実施により改変される主要な眺望点はなく、これらへの影響はない
	榊形山の山頂	
	仰烏帽子山の山頂	
景観資源	白髪岳	事業の実施により改変される景観資源はなく、これらへの影響はない
	霧島屋久国立公園	
	九州中央山地国定公園	
主要な眺望景観	国見山の山頂	(制限水位方式による水位変動に伴い出現する裸地の取り扱いについては、今後検討が必要)
	榊形山の山頂	(制限水位方式による水位変動に伴い出現する裸地の取り扱いについては、今後検討が必要)
	仰烏帽子山の山頂	(制限水位方式による水位変動に伴い出現する裸地の取り扱いについては、今後検討が必要)

【榊形山からの眺望景観（常時満水位時の予測結果）】



人と自然とのふれあいの活動の場

ダム供用後は、水没により、従来の釣り、デイキャンプなどの活動の場が消失する箇所もあるが、貯水池が新たに出現するとともに、水位維持施設の上流側には夏場にも安定した水面が確保されることから、水面利用等による人と自然とのふれあいの活動の場の出現が期待できる。

地点	利用状況	影響の検討結果
川辺川の水辺	水遊び、カヌー、ラフティング、釣り、デイキャンプ等 特に釣り、キャンプは観光誌等において広く紹介	・ダム供用後については、場が消失する箇所もあるが、貯水池が新たに出現するとともに、水位維持施設の上流側には夏場にも安定した水面が確保される ・貯水池の出現により新たな活動の場の創出も期待できる
五木小川下流部	五木中学校付近にホタルが生息しており、「ホタルの里」に位置付けられている。 ホタル祭りが開催され、ホタル鑑賞に訪れる人も多い	・貯水池の存在により、ホタル鑑賞の場は消失する
九州自然遊歩道(2ルート)	九州自然遊歩道に指定されている	・九州自然遊歩道は、事業による改変は受けない

流水の正常な機能を維持するため必要な流量の設定

第60回河川整備基本方針小委員会
(球磨川10回目)資料3-4 抜粋

基準地点は、以下の点を勘案して「人吉地点」とする

1. 主要支川である川辺川の合流後で、球磨川上流で取水されたかんがい用水が概ね還元する地点であり、水系全体の低水管理に適している。
2. 近年流況は減少傾向にあり、下流の水利使用だけでなく、球磨川の低水管理において重要となる、本川中下流におけるアユの産卵場、舟運（球磨川下り）運行区間、上工水等の主要水利箇所の上流に位置する箇所での低水管理が必要。
3. 潮汐又は湛水の影響を受けず、河川流量の観測地点として適切な地点であり、長期的に河川流量データが蓄積されている。

〔工事実施基本計画では、主要な水利使用が存在する下流の低水管理に主眼を置いて「古田地点」を基準地点としていた。〕

期間区分

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
魚類												
下流												
中上流												
舟運												
水利使用												
期間区分	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
人吉地点	17.9				21.6	21.2		21.9		21.9	17.6	17.9
正常流量	18			22						18		

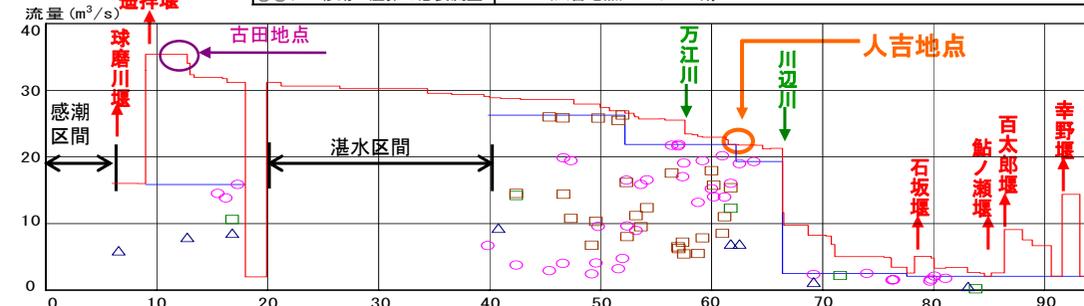
舟運、魚類の生息・生育、かんがい期を踏まえ、年間を7期に区分し条件設定。そのうえで、正常流量については、4月1日～11月11日（球磨川下りの観光期）とその他の期間の2期で設定。

※魚類の分類（下流：河口～遙拝堰、中・上流：遙拝堰～市房ダム）

正常流量（4月～11月上旬）

基準地点（人吉地点） 正常流量概ね22m³/s

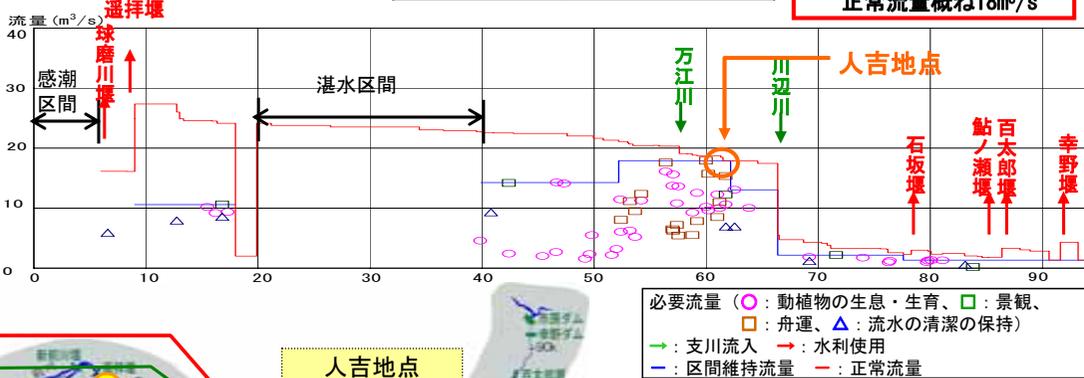
①⑤舟運の必要流量	26.25 (維持流量)	-	4.481 (支川流入 非かんがい期)	+ 0.024 (水利流量)	= 21.8 (人吉地点)
②舟運の必要流量	26.25 (維持流量)	-	5.070 (支川流入 かんがい期)	+ 0.024 (水利流量)	= 21.2 (人吉地点)
③④アユ移動・産卵の必要流量	21.85 (人吉地点)				かんがい期



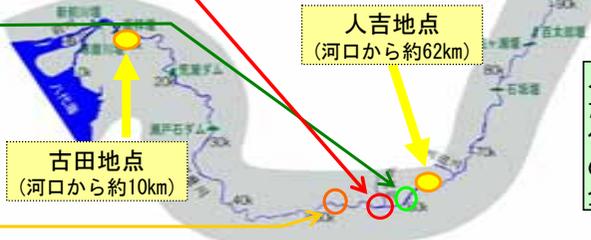
正常流量（その他の期間）

⑥⑦舟運の必要流量	17.91 (人吉地点)	(維持流量)
-----------	--------------	--------

基準地点（人吉地点） 正常流量概ね18m³/s



必要流量 (○: 動植物の生息・生育, □: 景観, △: 流水の清潔の保持)
→: 支川流入, ←: 水利使用
—: 区間維持流量, - - -: 正常流量



人吉地点における流水の正常な機能を維持するための必要な流量は、概ね22m³/s（4月～11月上旬）、18m³/s（その他の期間）とし、以て流水の適正な管理、円滑な水利使用、河川環境の保全等に資するものとする。

基準地点

検討項目	必要流量決定根拠
①動植物の生息地または生育地の状況	アユ・ウグイの産卵及び移動に必要な流量を設定
②景観	アンケートにより、過半数の人が満足する流量
③流水の清潔の保持	環境基準（BOD75%値）を満足するために必要な流量
④舟運	舟下りの安全な運行に必要な吃水深及び航路幅確保のために必要な流量として設定
⑤漁業	動植物の生息地または生育地の状況に準ずる
⑥塩害の防止	過去に、塩水被害は発生していない
⑦河口閉塞の防止	過去に、河口閉塞は発生していない
⑧河川管理施設の保護	対象となる河川管理施設は存在しない
⑨地下水位の維持	既往濁水時において、地下水障害は発生していない

検討項目	決定根拠等
①動植物の生息、生育	●魚類（アユ、ウグイ等※）の移動・産卵に必要な流量 【昆沙門の瀬（河口から約57*）】必要流量：21.85m³/s ※アユの移動・産卵に必要な水深30cmを確保するために必要な流量 ※必要水深は漁業者等からの聞き取り調査を踏まえて設定 平均水深 30cm
⑤漁業	(平均水深=流水断面÷川幅) 川幅 流水断面

②景観	●アンケートにより過半数の人が満足する流量 【水の手橋（河口から約62*）】必要流量：12.28m³/s ※流量規模（4ケース）でフォトモンタージュによりアンケート調査 流量大（平均濁水流量程度） 16.1m³/s 流量小（最小濁水流量程度） 9.0m³/s
-----	---

③流水の清潔の保持	●環境基準値（BOD）を満足するために必要な流量 【人吉地点】必要流量6.92m³/s ※八代海流域別下水道整備総合計画に基づく負荷量に対して、環境基準地点（西瀬橋）において目標水質（2mg/l）を満足する流量
-----------	---

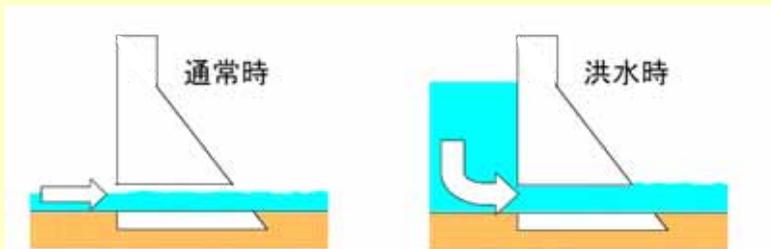
④舟運（球磨川下り）	●舟下りの安全な航行に必要な流量 【猿飛の瀬（河口から約52*）】必要流量：26.25m³/s（人吉21.79m³/s） ※吃水深25cm、航路幅15m（聞き取り調査）を確保するため必要な流量 水面幅15m以上（航路幅） 水深25cm以上（吃水深）
------------	--

治水専用ダム（いわゆる穴あきダム）の事例

第63回河川整備基本方針小委員会
(球磨川11回目)資料2 抜粋

●治水専用ダム（いわゆる穴あきダム）

いわゆる穴あきダムは、ダムの持つ様々な機能のうち治水機能に特化した目的で建設される、常時水を貯めないダムの一形態。



<治水専用ダム（いわゆる穴あきダム）の特徴>

○洪水時には流入量より少ない流量を流下させ、残りを一時的に貯留（せき上げ効果による洪水調節）することで、下流沿川の洪水被害を軽減する。

○通常時にはダムに水を貯めないことや、河床近くに放流口（穴）を設置する事により、通常時は貯水池内でも普通の川の状態が維持され、ダムの上下流において自然に近い物質循環が維持されるとともに、環境の連続性の確保が可能となる。

- ①水環境：ダム建設前後で水量や水質に大きな変化がない
- ②土砂循環：貯留型ダムのように上流から流れてきた土砂を全て捕捉するのではなくほとんどを下流へ掃流することが可能。
- ③魚類の移動：河床近くに放流口（穴）が設置されていることにより、魚類等の遡上・降下が可能。

○貯水池内に堆積する土砂の量を低減させることにより、堆砂容量を軽減することができる。

○流域の状況やダムの構造等によっては、放流口（穴）が流木や土砂で閉塞する可能性があるため対策が必要となる。

○流域の自然・社会条件やダム貯水池の規模等の特性に応じて、洪水時の一時的な貯留が周辺環境や土砂動態に与える影響について調査・検討が必要。

●益田川ダム（島根県）（H18年3月完成）

○益田川ダムの特徴

常用洪水吐を河床部に設置しているため、平常時は貯水池に貯水せず穴が空いている状態となっており、ダム上下流の連続性を確保することが可能。



ダム諸元	
目的	洪水調節
形式	重力式コンクリートダム
堤高	48.0m
堤頂長	169.0m
集水面積	87.6km ²
湛水面積	0.54km ²
総貯水容量	6,750千m ³
有効貯水容量	6,500千m ³
堆砂容量	250千m ³



【貯水池内の状況】



【ダム上流側を望む】



●平常時（平成19年3月12日）
：流量約2m³/s程度

【常用洪水吐の状況】



【貯水池末端の状況】



●洪水時（平成18年7月2日）
：流量約100m³/s程度

排砂バイパスの事例

【排砂バイパス】 ダム湖への土砂堆積の軽減や濁水の長期化の改善を図る等の目的から洪水時に上流から流れてくる濁水や土砂の一部または大部分を貯水池に流入させることなくバイパストンネルにより下流へ流下させる。

●美和ダム（国土交通省）の事例

○天竜川は土砂生産の多い河川であり、最大支川の三峰川に建設された美和ダムにおいて、昭和34年完成以降、平成14年までの間に約2千万 m^3 もの土砂が堆積。このため、排砂バイパス等を設置。

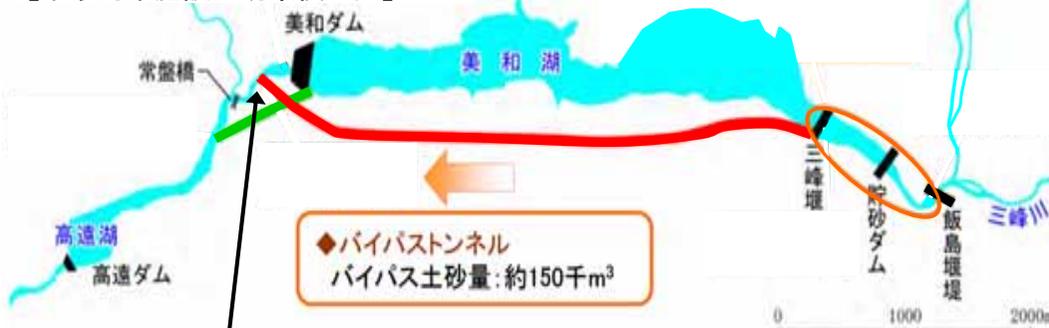
位置図



目的	洪水調節、灌漑用水、発電
形式	重力式コンクリートダム
堤高	69.1m
堤頂長	367.5m
集水面積	311.1 km^2
湛水面積	1.79 km^2
総貯水容量	29,952 km^3
有効貯水容量	20,745 km^3
堆砂容量	6,586 km^3

○バイパストンネルの設置による効果（平成18年7月洪水の例）

【堆砂対策施設の効果模式図】



バイパストンネルの吐口の状況
(平成18年7月20日)

・平成18年7月洪水時の試験運転の結果、バイパストンネルにより約150 km^3 の土砂を下流へバイパスし、ダム湖内への土砂流入を軽減した

●旭ダム（関西電力）の事例

○熊野川上流の支川旭川にある揚水式発電の下池である旭ダムにおいて、濁水の長期化現象の発生及び堆砂量が計画以上のペースで進行したため、排砂バイパスを設置。

位置図



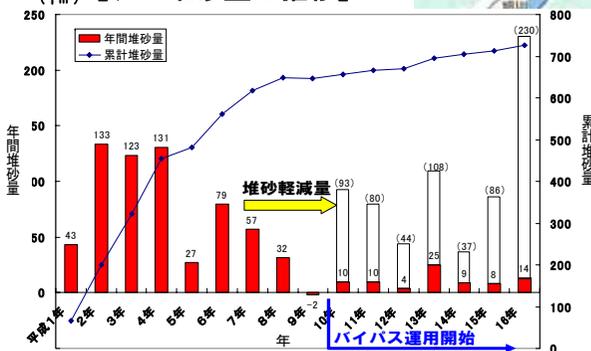
目的	発電
形式	アーチ式ダム
堤高	86.1m
堤頂長	199.4m
集水面積	39.2 km^2
湛水面積	0.56 km^2
総貯水容量	15,470 km^3
有効貯水容量	12,630 km^3

イメージ図



○排砂バイパスの効果

【ダム堆砂量の推移】



・運用後の年間流入土砂量の8~9割は排砂バイパスにより下流に流下したと推定。

排砂ゲートの事例

●黒部川（出し平ダム（関西電力））の事例

○黒部川のような土砂の流出が多い河川では、ダム湖に大量の土砂が堆積し、その機能に障害が発生する恐れがあるとともに、土砂の堆積が進むとダム貯水池の上流で河床が上昇し、大雨などの増水によって発電所や黒部峡谷鉄道の設備などが浸水する恐れがある。
○そのため、できるだけ自然に近い形で土砂を下流へ流すため排砂ゲートによる排砂を行っている。

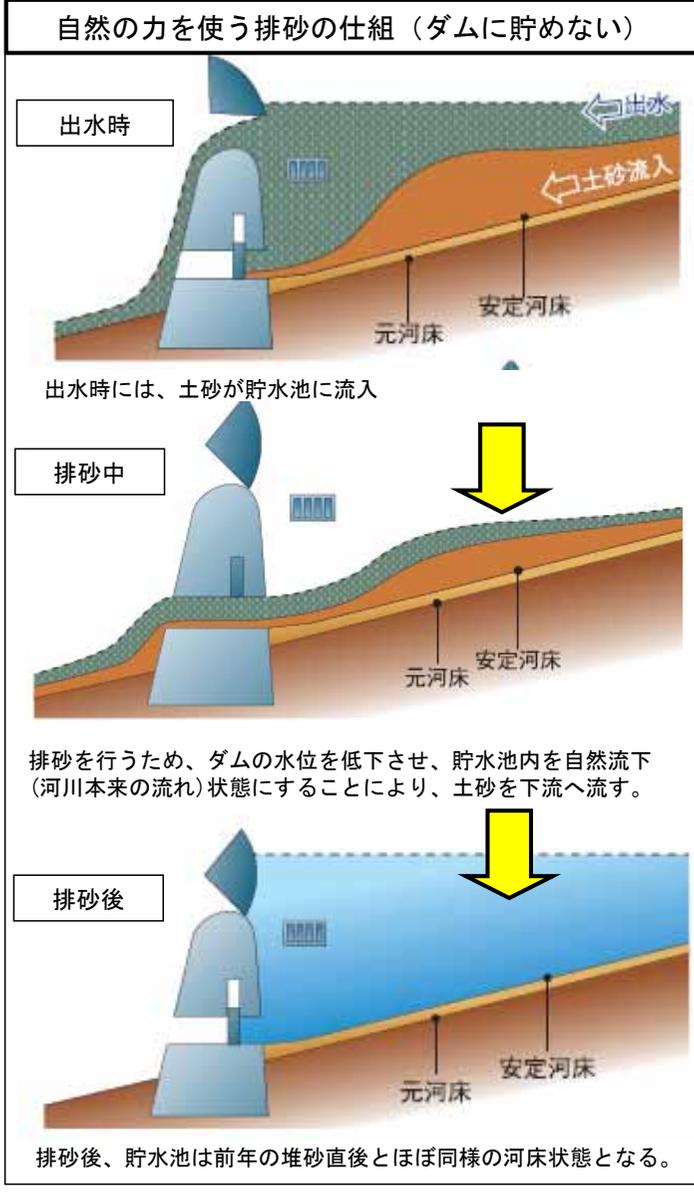
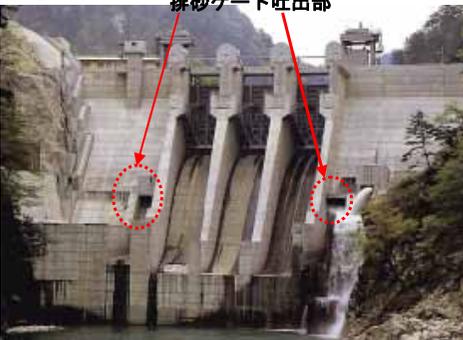
位置図



目 的	発 電
形 式	重力式コンクリートダム
堤 高	76.7m
堤 頂 長	136.0m
集 水 面 積	461.2km ²
湛 水 面 積	0.35km ²
総貯水容量	9,010千m ³
有効貯水容量	1,657千m ³

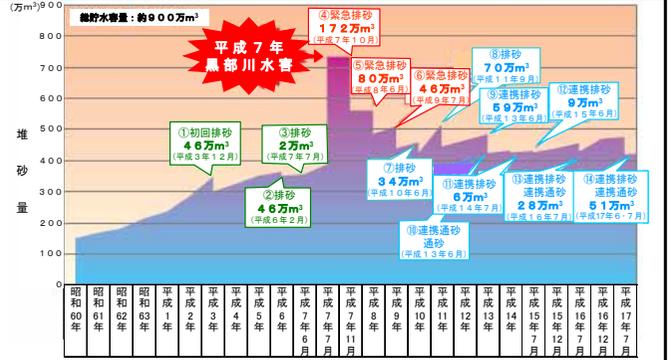
※出し平ダム下流の宇奈月ダム(多目的ダム)においても排砂ゲートを設置し、両ダムにより排砂を実施。(両ダムで排砂することを連携排砂としている。)

出し平ダム 排砂ゲート吐出部



排砂実績

平成3年以降
14回の排砂
より約611
万m³を自然の
力により排砂



環境調査の実施と評価

河川から海域にかけて水質や生物等に関する様々な環境調査を実施し、学識経験者などで構成される「黒部川ダム排砂評価委員会」において、環境調査データの評価など、排砂による影響について意見をいただいている。



○富山県内の河川の状況（平成13年6月19～23日）

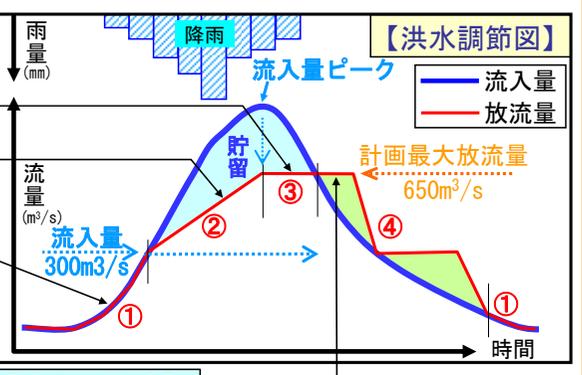


市房ダムの洪水調節について (1)

洪水調節について

(A) 通常の操作

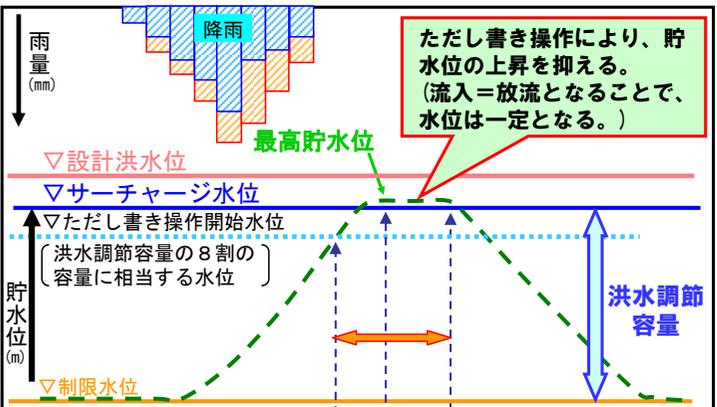
- ③ 流入量が最大に達した時点から一定量で放流。【流入>放流】
- ② 流入量に応じて徐々に(一定率で)放流量を増加。【流入>放流】
- ① 調節無し【流入=放流】
- ④ 流入量が減少し、放流量と同じになったら、下流水位の状態を見ながら次の洪水に備え、ダムの貯水位を下げるため放流。【流入<放流】



(B) ダムの容量(洪水調節容量)が満杯になることが予測される場合の操作【ただし書き操作】

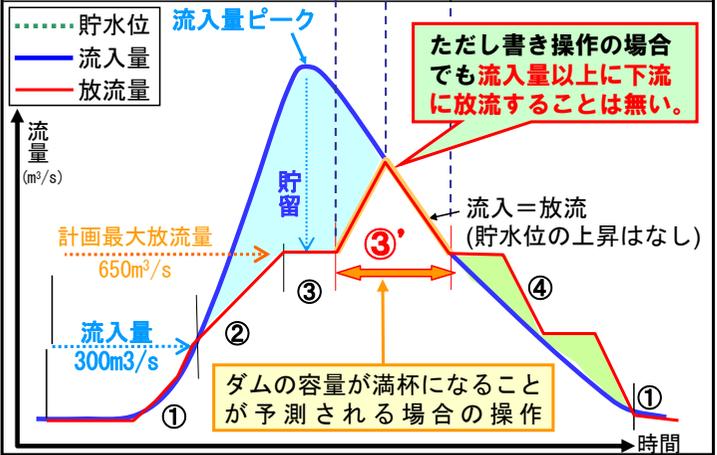
計画を超える洪水時において、通常行われる洪水操作(上記①~④)によってダムから放流を続けるとダムの容量が満杯になる(貯水位がサーチャージ水位を超える)ことが予測される場合は、右図③'のようないわゆる「ただし書き操作」を行うこととなるが、この場合でも、流入量以上に放流することはない。

①②③④は、計画規模を超えない場合の洪水調節と同じ操作



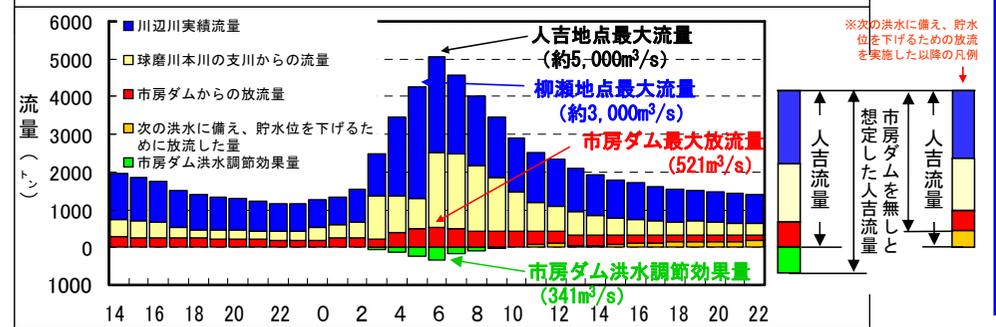
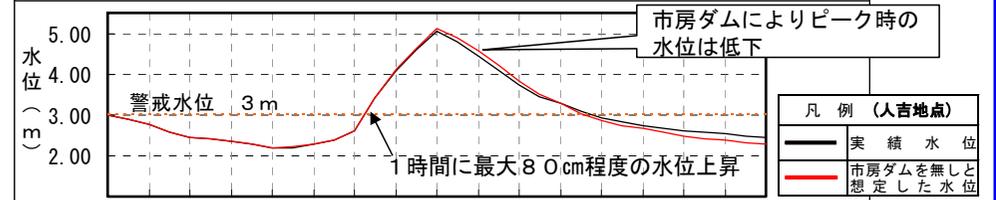
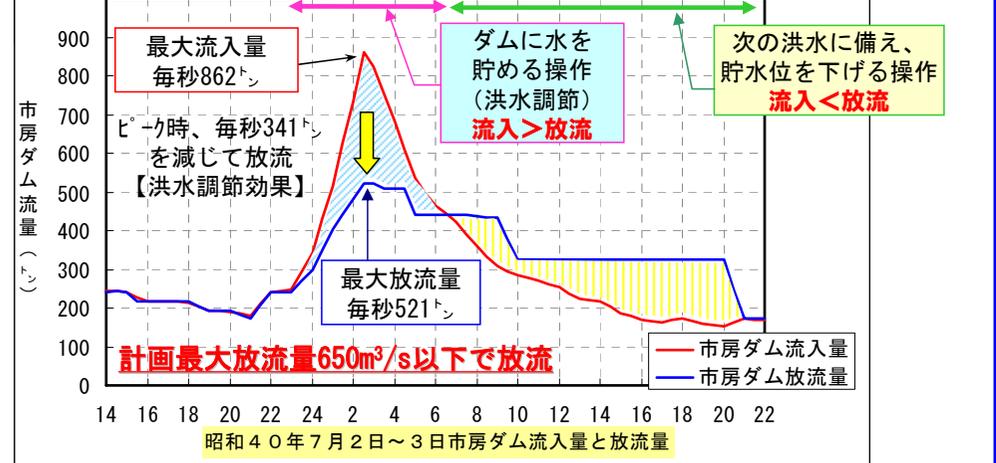
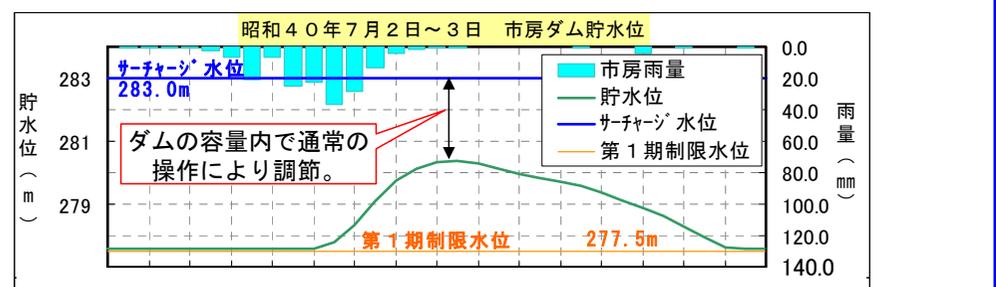
「ただし書き操作」

貯水位がサーチャージ水位を超えることが予測され、貯水位がただし書き操作開始水位(洪水調節の8割の容量に相当する水位→8割水位)を超えた時点より、ダムからの放流量を流入量と同じになるまで徐々に近づけて貯水位の上昇を抑えていく操作。



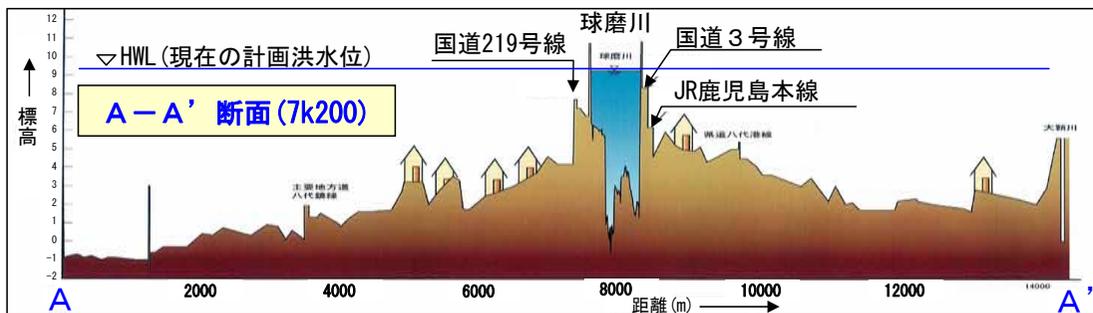
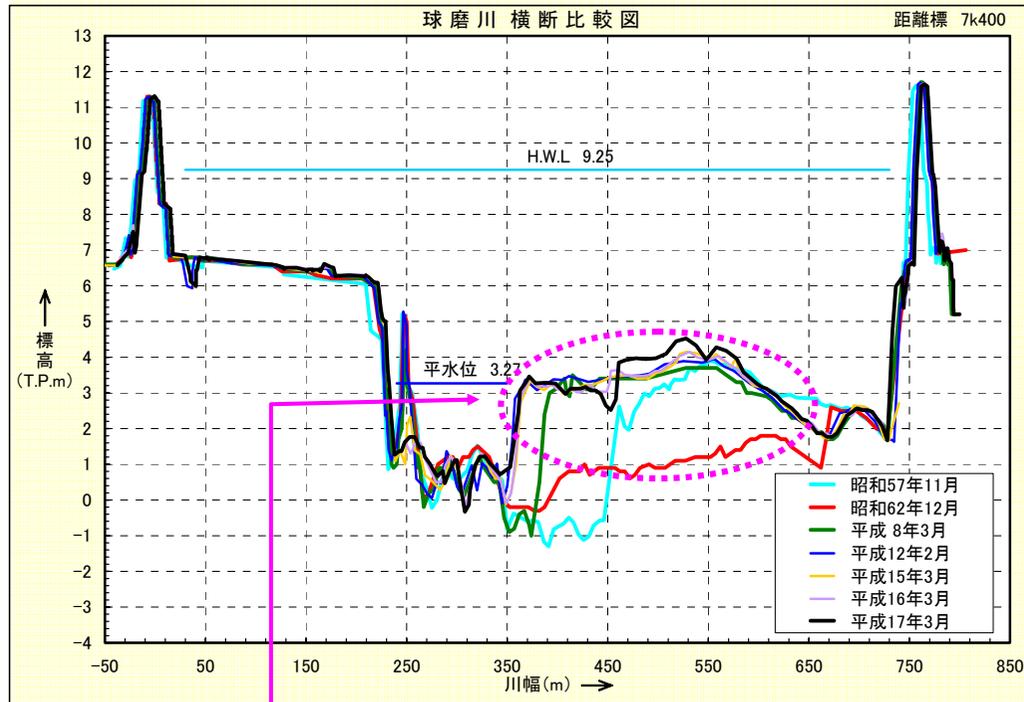
- サーチャージ水位
計画規模を超えない場合の洪水調節時に貯める事が出来る最高の水位
- 設計洪水水位
予想される最大の洪水が発生した時の洪水時の流入量を想定し、その流量をダムで放流する事ができる水位【異常洪水でも、これ以上上がらない水位】

(A) 通常の操作の例 (昭和40年7月洪水)



下流部における「流し得る流量」の検討

- ・下流は人口・資産の集積する扇状地と干拓地が広がる天井河川。ひとたび氾濫すると低平地に氾濫流が広がる地形特性。できる限り水位を下げる事が基本であり、治水対策として、計画高水位を上げることは避けるべき。また、沿川まで市街地が形成されており、引堤は困難。
- ・萩原堤付近は、過去に掘削したものの再堆積し、その後安定していることから低水路の掘削による河積の増大はこれ以上見込めない。

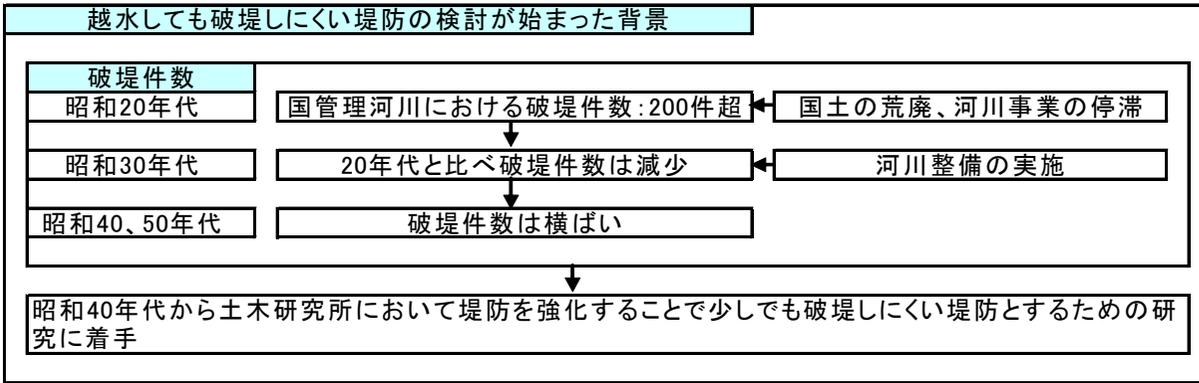


昭和62年は掘削により河積を拡大しているが、平成8年までに再堆積し、その後はほぼ同じ河積で安定。

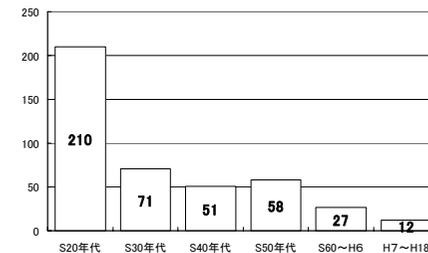


河床の安定を考慮し、深掘対策・高水敷造成・堤防の拡幅を行った上で、左岸高水敷の一部を掘削すれば概ね8,000m³/sの河道断面の確保は可能

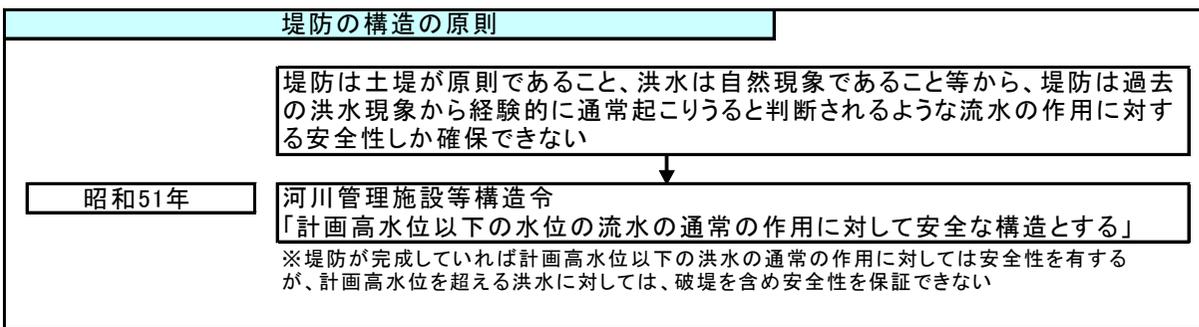
越水しても破堤しにくい堤防に向けての取り組み



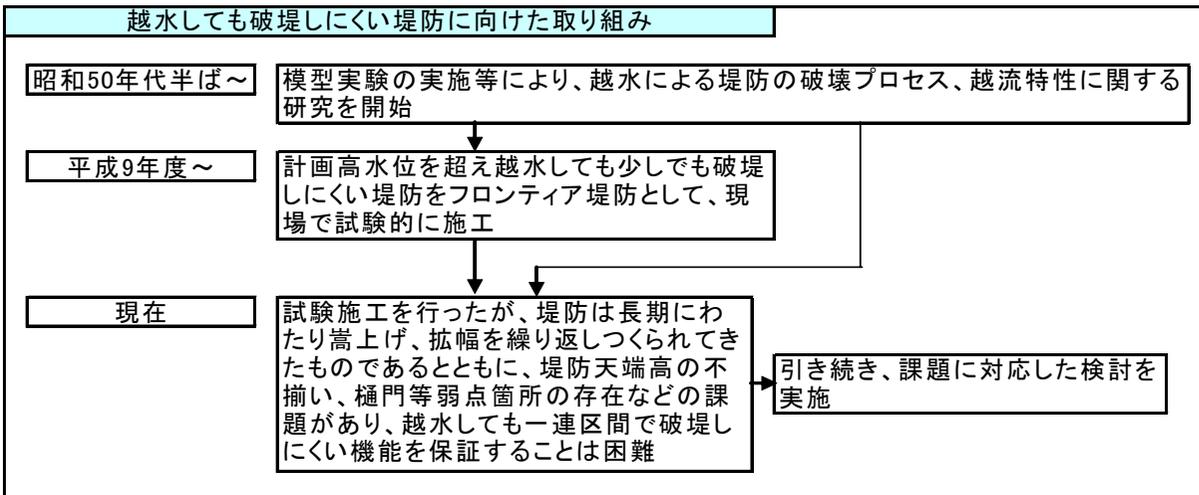
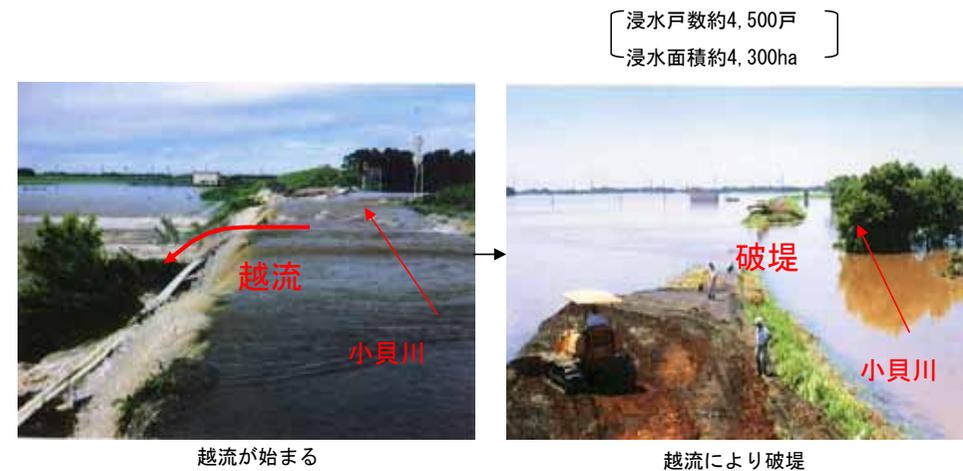
国管理河川における破堤件数の推移



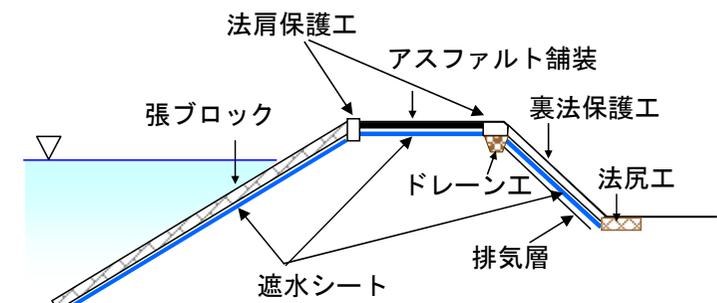
計画高水位まで施工した護岸



昭和61年小貝川の破堤



フロンティア堤防のイメージ (平成10年度検討)



フロンティア堤防は、越水しても破堤しない堤防ではなく、破堤しにくい堤防を目指すものであり、一般の堤防と同じく、計画高水位を超える洪水に対しては、破堤を含め安全性を保證できない。