

肱川の治水計画について

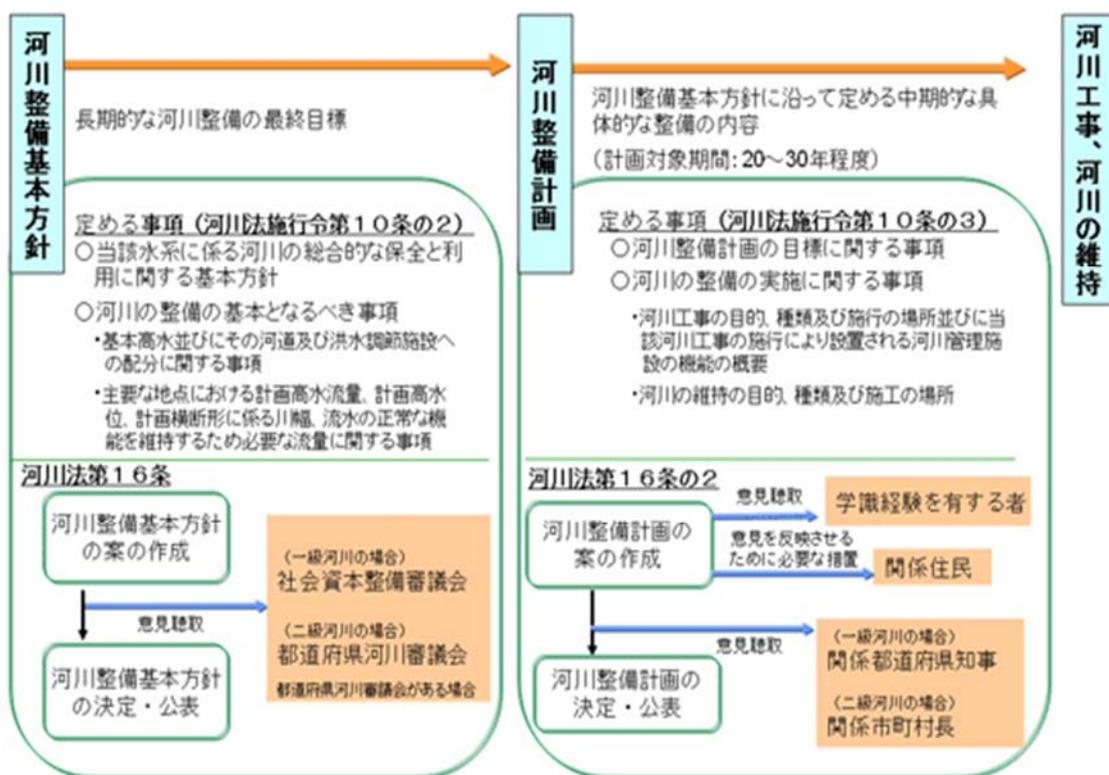
1. はじめに

【河川整備基本方針と河川整備計画について】

一級水系肱川については、河川法に基づく管理を行っている河川である。

この河川法に基づき管理を行う河川については、法第十六条において、河川管理者により、河川整備基本方針及び河川整備計画を定めなければならないとされている。

この河川整備基本方針と河川整備計画について、その基本的な考え方と策定の手続きについて、概要を以下に示す。



2. 肱川水系河川整備基本方針

(1) 河川整備基本方針の概要

平成15年10月に策定された肱川水系河川整備基本方針では、計画規模を1/100とし、基本高水のピーク流量を基準点大洲において6,300m³/sとし、流域内の洪水調節施設により1,600m³/sを調節し、河道への配分流量を4,700m³/sとしている。

次項より、平成15年の策定の際に検討を行った内容について説明する。

(2) 基本高水の検討

昭和48年に改定された工事实施基本計画（以下「既定計画」という）は、以下に示すとおり、基準地点大洲における基本高水のピーク流量を6,300m³/sとしている。

- ①昭和43年に定められた工事实施基本計画は、昭和36年に定められた計画を踏襲していたが、昭和40年、昭和45年と出水が相次いだこと、肱川流域の資産が増大したこと及び流域の重要度を総合的に勘案し、計画の規模を1/100と設定。
- ②計画降雨継続時間は、実績ピーク流量との相関及び主要降雨は2日に亘って降っていることから2日を採用した。各年最大2日雨量を確率処理し、1/100確率規模の計画降雨量を340mm/2日と設定。
- ③流域の代表的降雨分布特性を有する8洪水により、貯留関数法による流出計算モデルを同定した。
- ④流域の代表的降雨分布特性を有する6降雨波形を計画降雨量まで引き伸ばし、同定された貯留関数法での流出計算モデルにて流出量を算出した。
- ⑤基本高水のピーク流量は、計画降雨量の6降雨波形による流出計算結果から、基準地点において、最大値となる波形での流出量より、大洲地点で6,300m³/sに決定。

その後の水理、水文データの蓄積等を踏まえ、既定計画の基本高水のピーク流量について以下の観点から検証を行った。

①流量確率評価による検証

相当年数の流量データが蓄積されたこと等から、流量データを確率統計処理することにより、基本高水のピーク流量を検証。

確率規模は、氾濫源の重要度や人口・資産の分布状況等を総合的に勘案し、既定計画の計画規模と同様の1/100とする。

現在、一般的に用いられている確率分布モデルにより確率処理した結果は、表4-1に示すとおり約5,000～6,400m³/sとなる。

表 2-1 1/100 確率流量（大洲地点）

確率分布モデル	確率流量 (m ³ /s)
ゲンベル分布	5,100
一般化極地分布	5,200
平方根指数型最大値分布	6,400
対数ピアソンⅢ型分布	5,000
対数正規分布 (岩井法)	5,200
〃 (石原・高槻法)	5,300
〃 (クオンタイル法)	5,000
3母数対数正規分布 (積率法)	5,300
2母数対数正規分布 (積率法)	5,800
〃 (L積率法)	5,800

②既往洪水からの検証

時間雨量等の記録が存在する実績洪水や過去の著名洪水を、各種条件の下に再現が可能となったことから基本高水のピーク流量を検証。

肱川の基準地点大洲における水位データ、雨量データ等をもとに既往最大洪水と目される昭和18年7月洪水について、上流域での洪水氾濫や既設ダムによる調節がない状態を想定して計算を行った結果は5,400m³/sとなる。

さらに、既定計画について詳細な検証として、計画降雨量である340mm/2日について、蓄積された雨量データから確率処理を行うと、1/100 確率降雨量は316～364mmとなり、妥当な値であると確認できた。

また、最近の洪水である平成2年9月洪水の降雨分布を計画降雨量まで引き伸ばした流出計算では、大洲地点において6,300m³/sとなった。

以上の検証により、基準地点大洲における既定計画の基本高水のピーク流量である6,300m³/sは妥当であると判断される。

なお、基本高水のピーク流量を決定するにあたり用いたハイドログラフとしては、既定計画の際に用いた昭和20年9月型と今回の検証で用いた平成2年9月型がある

が、昭和20年9月型は流域外の時間降雨パターンを用いていることなどから採用せず、以下の通り平成2年9月型とする。

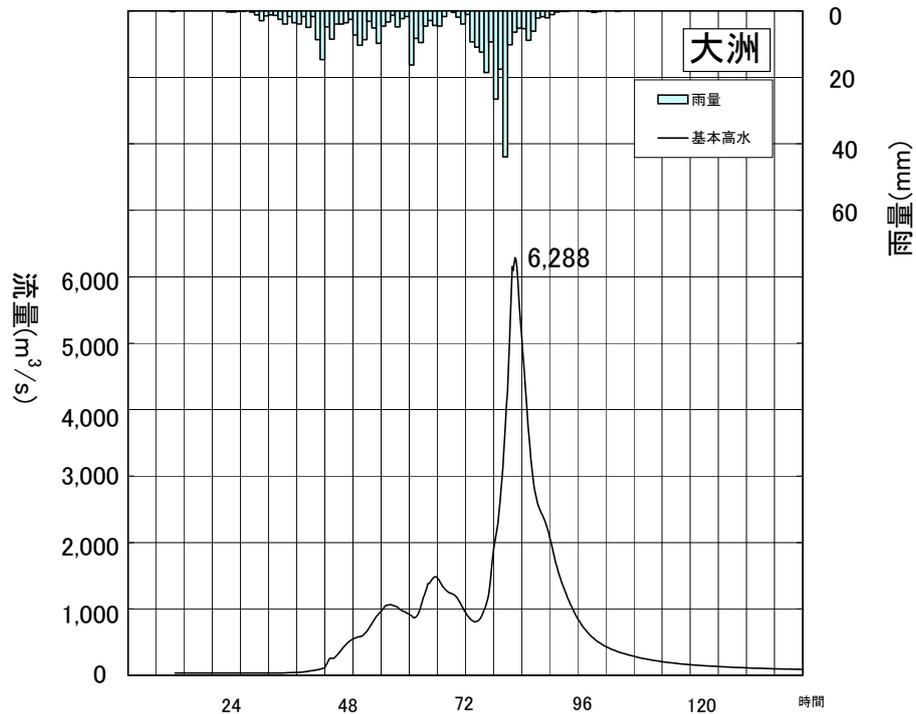


図 2-1 基本高水ハイドログラフ（平成2年9月洪水）

(3) 高水処理計画

肱川の河川改修は、既定計画の基準地点大洲における計画高水流量4,700m³/sを目標として、築堤等を進めており、堤防の高さが計画高水位以上を有する暫定堤防を含めると、大臣管理区間の堤防必要延長のうち、約71%が完成しており、多くの橋梁が既定計画に合わせて架けられている。

大洲市街部の堤防は高さ2.3m～3.5m、長さ850mにも及ぶコンクリートの特殊堤防があり、背後地には商店街や家屋が密集している。また、五郎地区や大和地区等では地上げ方式による河川改修を実施し、東大洲地区、春賀地区等では激特事業で堤防が築造された。その他、無堤の多い下流域は山脚が河道まで迫り、狭隘な土地に家屋が張り付いている。

このため、肱川の高水処理計画は、引堤や堤防嵩上げによる社会的影響及び大幅な河道掘削による河川環境の改変や将来河道の維持を考慮すると、以下の①～③により基準地点大洲における基本高水のピーク流量6,300m³/sに対して、現在の河道で高水処理可能な量は4,700m³/s程度が妥当であることから、既設ダム（野村ダム・鹿野川ダム）と流域内の洪水調節施設により1,600m³/sを洪水調節し、既定計画と同様、計画高水流量を4,700m³/sとする。

①引堤案

大洲市街地の堤防沿いには、家屋などが多く建ち並んでおり、また、下流域では河川沿いのわずかな平地に集落があり、橋梁によりそれぞれの集落が連絡している。また、河川と平行して地域経済活動を支える JR 予讃線や主要地方道大洲長浜線が存在している。

このため、引堤は橋梁の付け替え、鉄道や道路の付け替え、多くの家屋等の移転、護岸・樋門等の構造物の改築が必要となる。さらには大洲市街部の特殊堤防（柵形護岸）、五郎・大和地区等での地上げ方式による河川改修を既に実施しており、さらなる改修が必要となり大洲市・長浜町の地域社会に与える影響が極めて大きい。

②河道掘削案

肱川は全川にわたり豊かな自然環境を有しており、動植物の貴重な生息・生育域であるとともに藩政時代からの水防林に代表される良好な景観を形成している。特に河口域のズアオリ、塩沼地性植物のハマヅ、絶滅危惧種のマイヅルテンナンショウをはじめとする貴重な植物の保全や、アユの生息・生育環境の確保に配慮した河道整備が必要であると同時に、鶺鴒いやいもたき、藩政時代からの歴史的治水構造物ナゲ（水制）などの肱川固有の風土にも配慮した河道整備が必要である。

このため、全川にわたる河道の大幅な掘削は、自然環境の激変につながり、動植物の生息・生育環境や景観、鶺鴒いやいもたきに代表される河川利用に与える影響が大きい。

③堤防嵩上げ案

堤防嵩上げ案は、計画高水位を上げることとなり、背後地の災害ポテンシャルの増大につながる。沿川は大洲市や長浜町の市街地となっていることを考慮すると避けるべきである。

既定計画において大洲市街部の特殊堤防（柵形護岸）、五郎・大和地区等での地上げ方式による河川改修等を既に実施しており再改築の必要が出てくると同時に、さらに、堤防沿いでの家屋移転や用地買収が必要になるとともに、国道 56 号線、JR 予讃線の橋梁など大部分の橋梁を改築する必要があり、それに伴う道路の嵩上げにより沿道家屋の出入りに支障がでるなど、社会的な影響も極めて大きい。

(4) 計画高水流量

高水処理計画を基に、基準地点大洲における計画高水流量は4,700m³/sとし、河道への配分流量は下図のとおりとする。

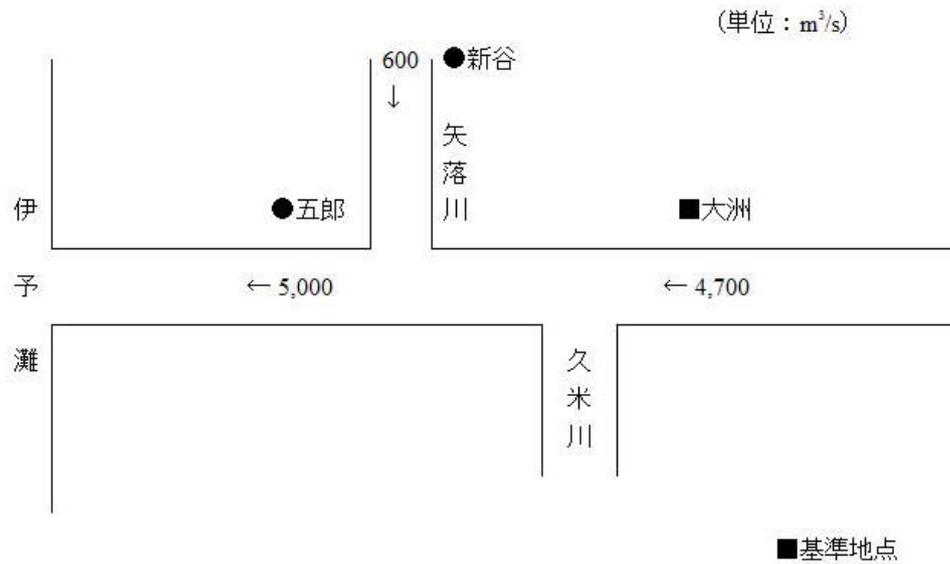


図 2-2 脛川計画高水流量図

3. 肱川水系河川整備計画

(1) 河川整備計画の概要

平成15年10月に策定された肱川水系河川整備基本方針に基づき、中期的な具体的な整備の内容を定める肱川水系河川整備計画（中下流圏域）を、平成16年5月に策定し、平成30年7月豪雨を契機に、令和元年12月に変更を行っている。

肱川水系河川整備計画（中下流圏域）では、対象区間を国管理区間及びこれと関連する地域とし、対象期間を概ね30年として、「洪水、津波、高潮等による災害の発生の防止又は軽減に関する目標」「河川の適正な利用及び流水の正常な機能の維持に関する目標」「河川環境の整備と保全に関する目標」を定め、具体的な河川整備の実施に関する事項を定めている。

ここで、整備計画目標流量は、基準点大洲において6,200m³/sとし、このうち流域内の洪水調節施設により1,600m³/sを調節し、河道への配分流量を4,600m³/sとしている。

●目標流量の変遷

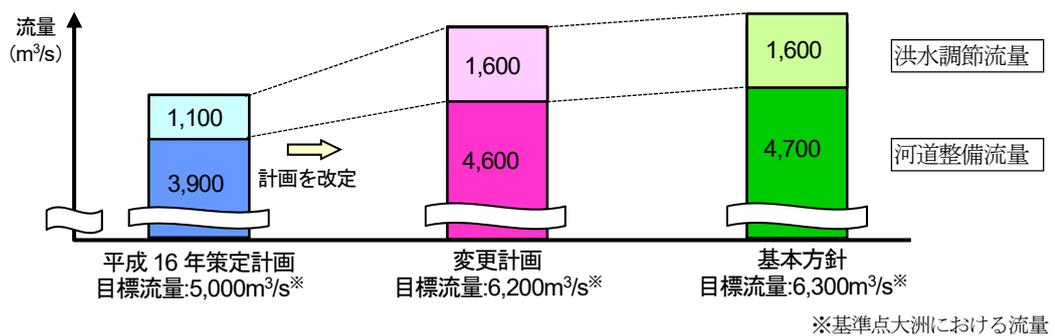


図3-1 河川整備基本方針及び河川整備計画における目標流量の変遷

次項より、この整備計画目標流量の検討を行った内容について説明する。

(2) 整備計画目標流量

令和元年12月に変更した肱川水系河川整備計画の目標流量である平成30年7月洪水のダム氾濫戻し流量 $6,200\text{m}^3/\text{s}$ は以下の手順で求めた。

- ①再現性の高い流出解析モデル（貯留関数法による）を構築したうえで、ダムによる洪水貯留、氾濫等を考慮した流出計算を行い、実績流量を対象とした再現計算を実施し、モデルの妥当性を確認。
- ②上記モデルを用いて、ダムによる洪水貯留をせず、また氾濫がなかった場合の流出計算を実施した結果、大洲第二地点で $6,200\text{m}^3/\text{s}$ となり、これを整備計画目標流量と定めた。

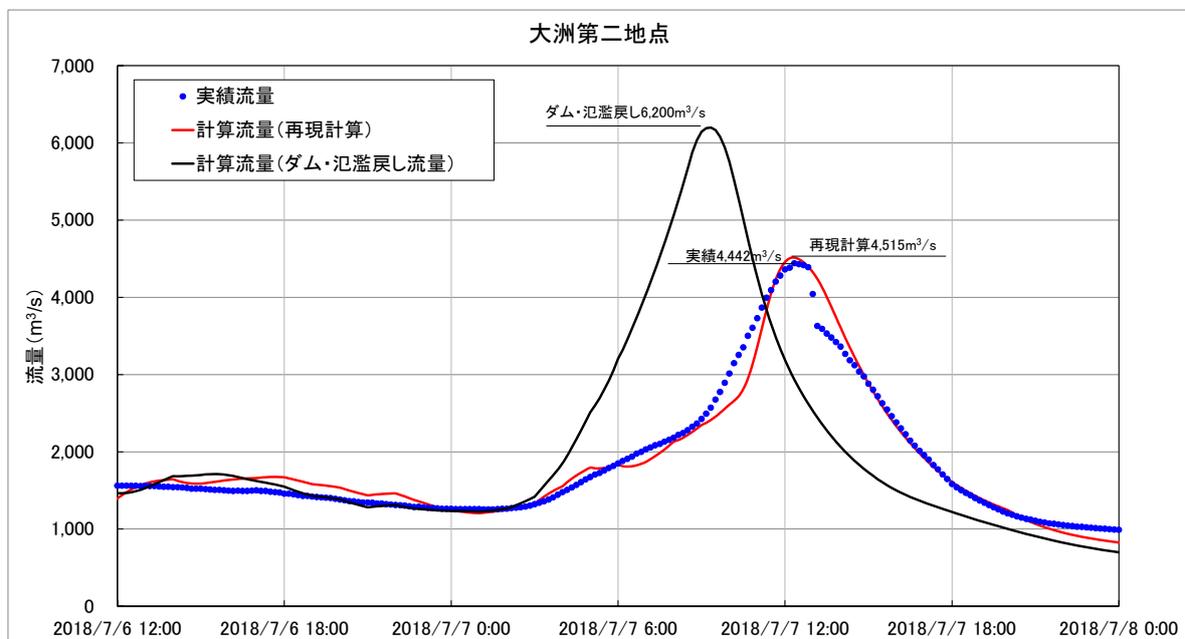


図3-2 平成30年7月洪水の再現計算ハイドログラフ

(3) 河川整備計画におけるダムと河道の配分流量

河川整備計画では、平成30年7月洪水と同規模の洪水を安全に流下することを目標としている。この同規模洪水の設定及びダムと河道の配分については、以下の手順で設定したものである。

- ①河川整備基本方針策定時の検討対象洪水に、近年洪水を加えた複数洪水について、基準点大洲のダム氾濫戻し流量が6,200m³/sとなるように降雨量の引伸しを実施。
- ②上記の結果、引伸し後の大洲上流域平均雨量が、基本方針の計画降雨量340mm/2日を超す洪水については、河川整備計画の対象波形としては適切でないと考え、不採用とした。この結果、検討対象となる洪水波形を平成2年9月洪水、平成30年7月洪水の2洪水とした。
- ③平成2年9月洪水、平成30年7月洪水を対象として、既設ダムを含めた洪水調節施設（野村ダム（改良含む）・鹿野川ダム・山鳥坂ダム）による洪水調節を考慮した流出計算を実施した結果、洪水調節施設により1,600m³/sを調節し、基準点大洲の流量は4,600m³/sとなったことから、これをダムと河道への配分流量とした。

表3-1 河川整備において目標とする流量と河道整備流量

河川名	目標流量	河道整備流量 (河道の整備で対応)	地点名	備考
肱川本川	2,200m ³ /s	1,300m ³ /s	野村大橋 地点	戦後最大洪水のピーク流量に相当する規模
	4,700m ³ /s	2,400m ³ /s	道野尾橋 地点	戦後最大洪水のピーク流量に相当する規模
	6,100m ³ /s	4,300m ³ /s	菅田地点	戦後最大洪水のピーク流量に相当する規模
	6,200m ³ /s	4,600m ³ /s (6,200m ³ /sのうち 1,600m ³ /sをダムにより洪水調節する)	大洲地区	戦後最大洪水のピーク流量に相当する規模
	6,500m ³ /s	4,900m ³ /s	五郎地点	戦後最大洪水のピーク流量に相当する規模
矢落川	500m ³ /s	500m ³ /s	新谷地区	戦後最大洪水のピーク流量に相当する規模

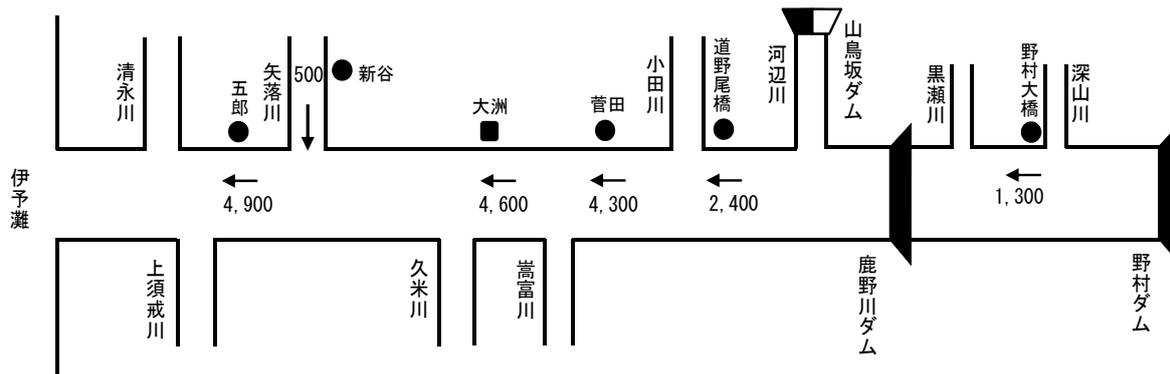


図3-3 肱川流量配分図

4. ダムの効果

(1) 平成30年7月豪雨時のダム

7月初旬に西日本に停滞していた梅雨前線が、台風7号の影響により、暖かく非常に湿った空気が流れ込み、西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨となった。肱川では、断続的に大雨が継続したことで、広範囲で浸水被害が発生したほか、堤防法崩れや漏水等などの被害もあり、堤防が危険な状態となった。

1) 平成30年7月豪雨の概要

■等雨量線図（平成30年7月4日～8日）

- ・肱川流域において、7月4日以降、200mmを超える降雨を観測。
- ・鹿野川ダム上流では450mm、野村ダム上流域では600mmを超える降雨を観測。

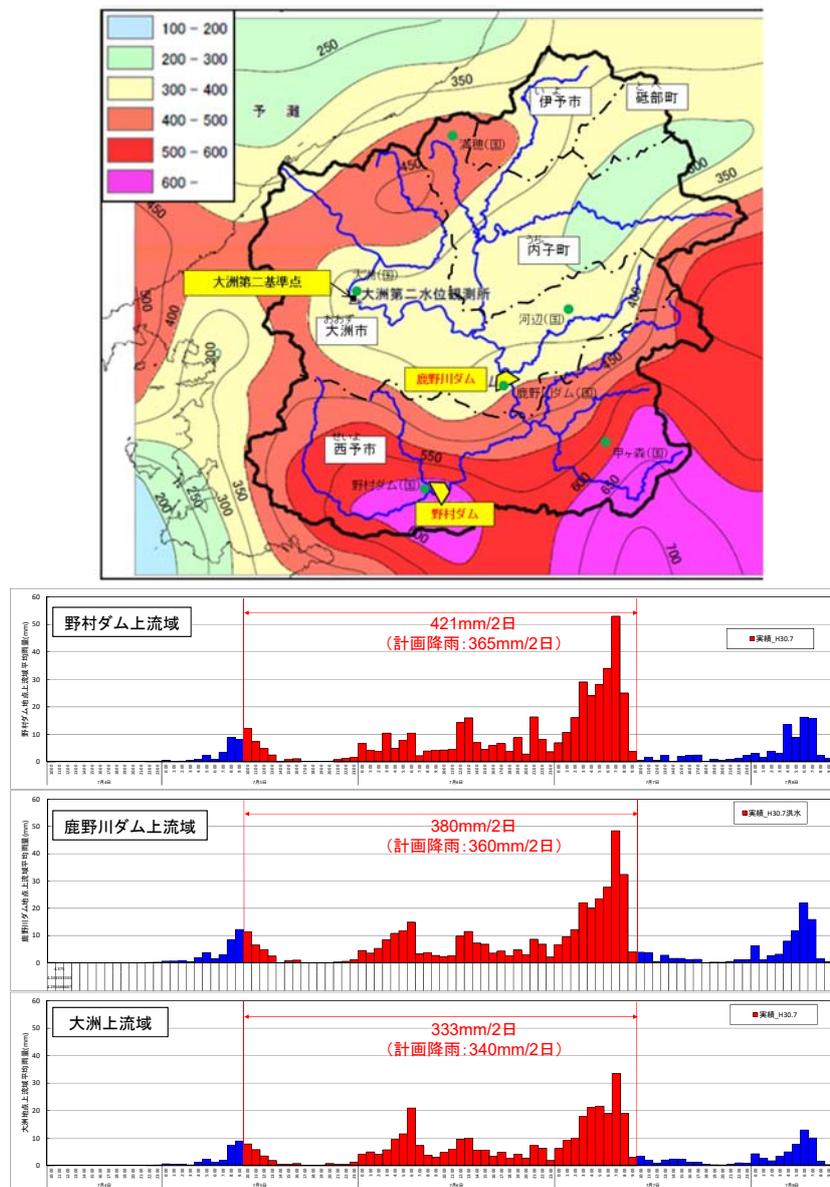


図4-1 平成30年7月豪雨時の当雨量線図及び各地点の実績雨量（流域平均雨量）

■雨量と水位、流量の関係(肱川：大洲地点)

- 大洲第二水位観測所（基準地点大洲）では、7日5時頃に避難判断水位を超え、さらに7日8時10分頃にははん濫危険水位に達し、その後も上昇を続け12時20分頃には、観測開始以降最高の水位（8.11m）を観測した。

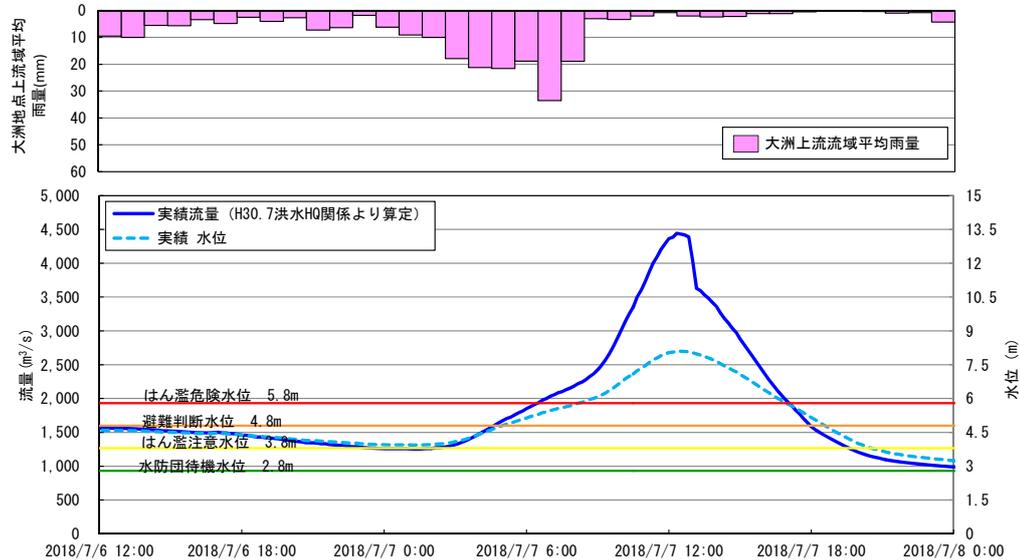


図 4-2 基準地点大洲の流域平均雨量及び水位

■平成30年7月豪雨 野村ダム洪水調節結果

- 野村ダムでは6日22時00分に洪水貯留操作を開始し、7日6時20分に異常洪水時防災操作を開始した。
- 7日7時50分に最大ダム放流量を記録し、13時00分に異常洪水時防災操作を終了した。

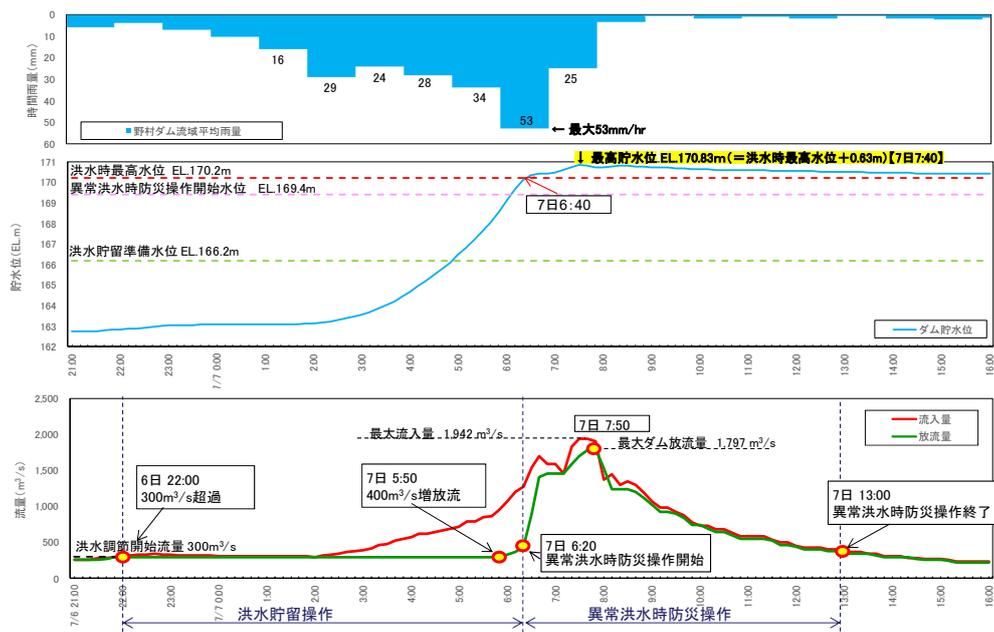


図 4-3 野村ダムの流域平均雨量及び流入量・放流量

■平成30年7月豪雨 鹿野川ダム洪水調節結果

- ・鹿野川ダムでは7日2時30分に洪水貯留操作を開始し、7時35分に異常洪水時防災操作を開始した。
- ・7日8時43分に最大ダム放流量を記録し、12時42分に異常洪水時防災操作を終了した。

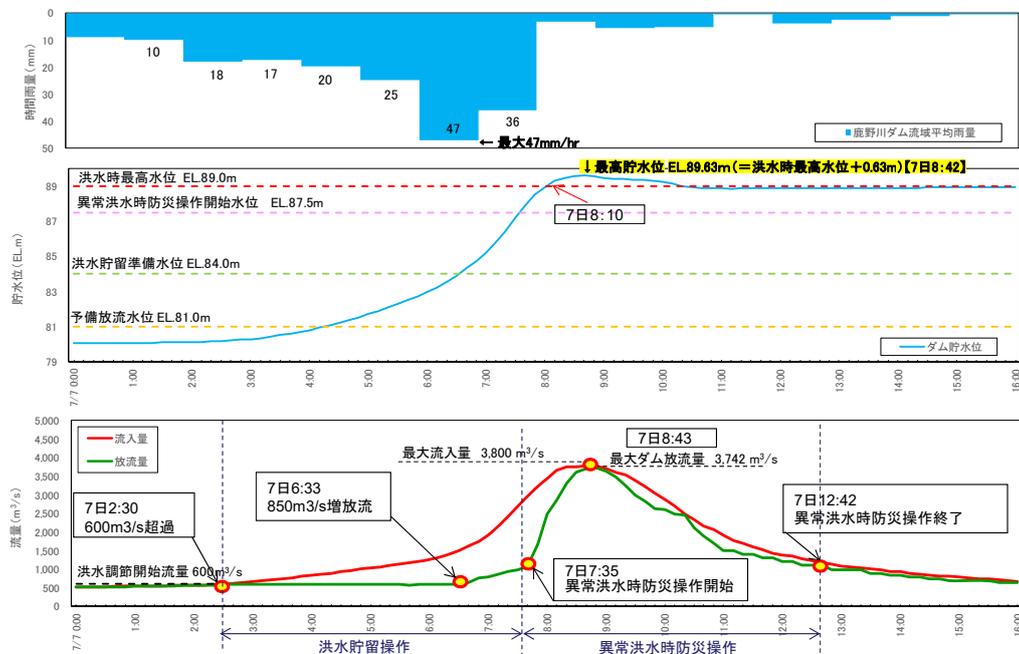


図 4-4 鹿野川ダムの流域平均雨量及び流入量・放流量

2) 平成30年7月豪雨におけるダムの効果

平成30年7月豪雨は、基準点大洲の実績流量4,442m³/sに対して、ダムによる洪水貯留をせず、また氾濫がなかった場合の流量（ダム氾濫戻し流量）は、3.（2）の通り6,200m³/s程度と推定され、その差分は約1,760m³/sである。

ここで、ダム氾濫戻し流量6,200m³/sは、あくまで基準地点の治水目標を定めるために算出しているものであって、既設ダム毎の調節量や氾濫地区ごとの氾濫戻し量を算定することを目的として検討しているものではない。

なお、算定出来ないわけではないが、相当の計算ケースが必要で、あらゆる地域が氾濫した現象を個々に評価するためには多くの想定が必要となり、必ずしも確からしい値とは言えない。

そのことを前提に、今回、1つのケースを想定し、既設ダム毎の調節量や氾濫戻し量の試算結果を、以下のとおり示す。

■計算内容及び氾濫及びダムの効果量

- ・ダム氾濫戻し流量を算定した流出解析モデルを用いて、氾濫・ダムの各要素を順次取り除いた計算を行い、1,760m³/sの内訳を検討した。
- ・なお、各要素を取り除く順序により各要素の効果量が変化することから、今回は、氾濫による流量低減効果を取ったケースを想定し算定した。

表 4-1 平成 30 年 7 月洪水時の条件変更別流出計算結果

ケース	流量低減要素			流量 (m ³ /s)	
	氾濫	鹿野川ダム	野村ダム	大洲地点	前ケースからの増分
1. 再現計算	あり	あり	あり	4,440	---
2. 氾濫無し	なし	あり	あり	5,450	1,010
3. 鹿野川ダム無し	なし	なし	あり	5,900	450
4. 野村ダム無し	なし	なし	なし	6,200	300
合計				—	1,760

※流出計算結果のため、10m³/s 単位で丸め

(2) 平成 2 年 9 月洪水波形におけるダムの効果量の試算結果

- ・河川整備計画に明記している洪水調節施設による調節量 1,600m³/s は、平成 2 年 9 月洪水波形により決定されている。
- ・この平成 2 年 9 月洪水波形による流出計算をもとに、各ダムの効果量の試算結果を以下の通り示す。

表 4-2 平成 2 年 9 月洪水波形における各ダム効果量

ダム	効果量
3 ダム合計	1,600m ³ /s
野村ダム	340m ³ /s
鹿野川ダム	860m ³ /s
山鳥坂ダム	400m ³ /s

※効果量は試算のため 10m³/s 単位に四捨五入

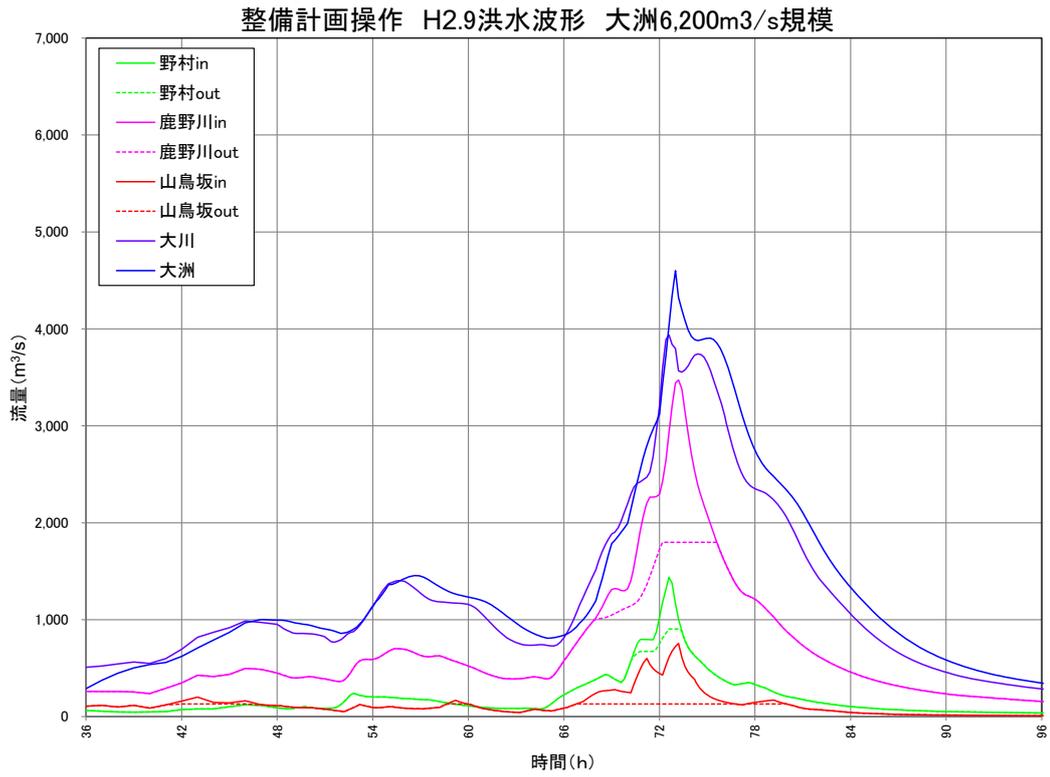


図4-6 主要地点ハイドログラフ 整備計画規模H2.9.19