

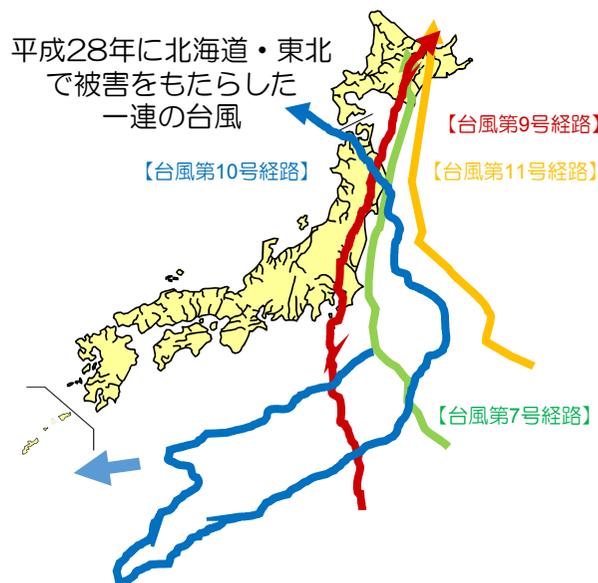
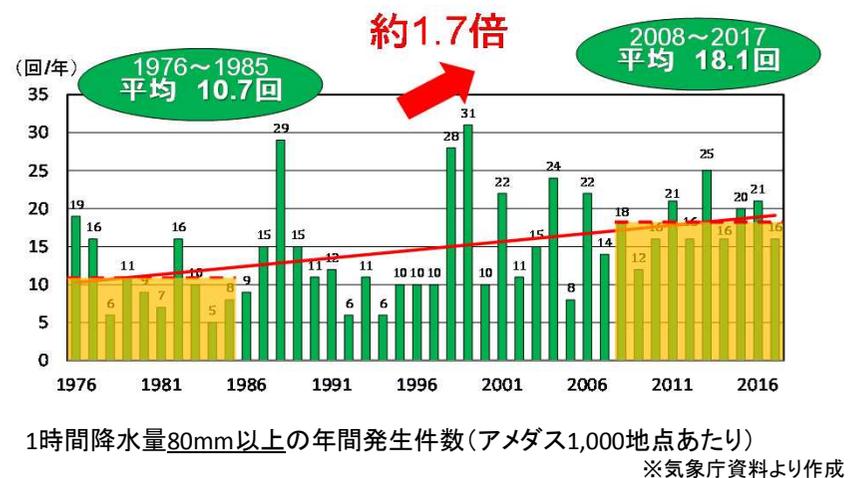
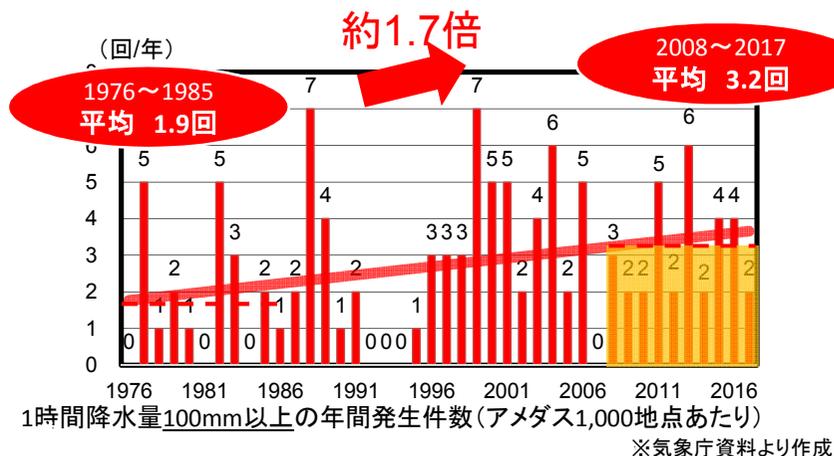
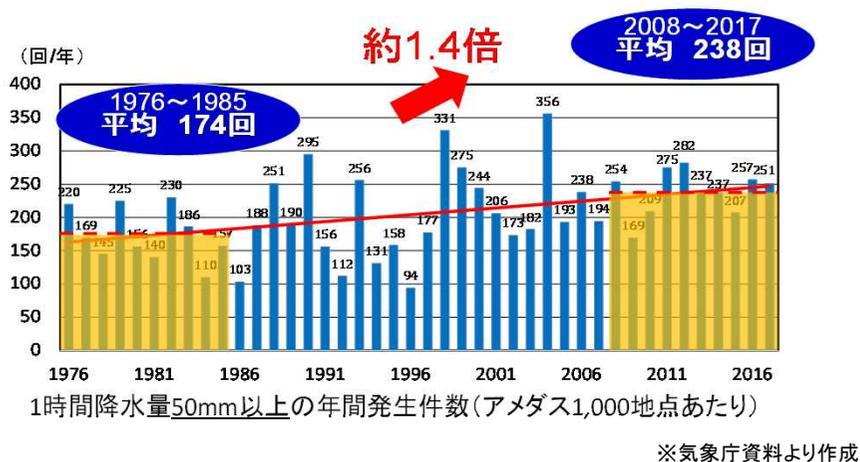
異常豪雨の頻発化に備えたダムの洪水調節機能と情報の充実に向けて
～「異常洪水の頻発化に備えたダムの洪水調節機能に関する検討会」の提言～

参考資料

※本資料は、「異常豪雨の頻発化に備えたダムの洪水調節機能に関する検討会」の提言の内容を補足するため、検討会で使用した資料等をもとにとりまとめたものです。
(本資料に掲載した値は、平成30年11月末時点のものであり、今後の精査等により変更する場合があります)

近年、雨の降り方が変化

- この30年間で、時間雨量50mmを上回る大雨の発生件数は約1.4倍、時間雨量80mmは約1.7倍、時間雨量100mmは約1.7倍に増加。
- これまで比較的降雨の少なかった北海道・東北でも豪雨が発生。
- 今後も気候変動の影響により、水害の更なる頻発・激甚化が懸念。



将来の降雨はさらに激化

○気候変動により、河川整備の目標としている降雨量が約1.1倍～1.3倍に増加し、洪水の発生確率が約2倍～4倍に増加することが予測される。

<気候変動による将来の降雨量、洪水発生確率の変化倍率>

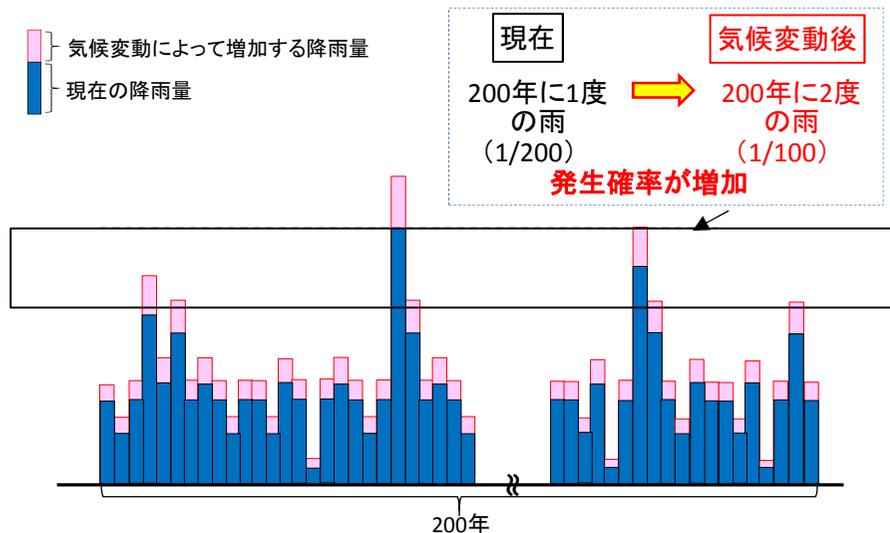
前提となる気候シナリオ	降雨量変化倍率 (全国一級水系の平均値)	洪水発生確率の変化倍率 (全国一級水系の平均値)
RCP8.5(4°C上昇に相当)	約1.3倍	約4倍
RCP2.6(2°C上昇に相当)	約1.1倍	約2倍

<引用>
第2回 気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会

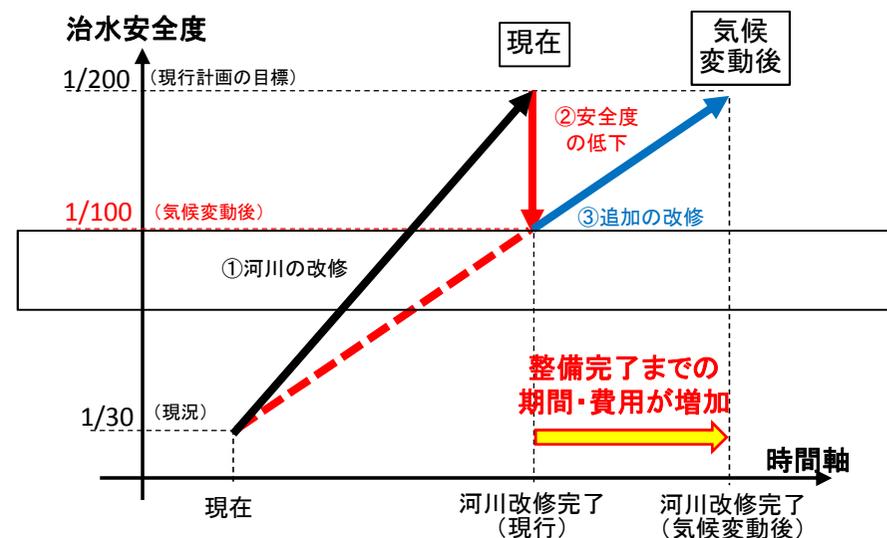
※気候変動シナリオは、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)第5次評価報告書に用いられているRCPシナリオ。
※降雨量変化倍率は、20世紀末(1951年-2011年)と比較した21世紀末(2090年)時点における一級水系の治水計画の目標とする規模の降雨量変化倍率の平均値
※洪水発生確率の変化倍率は、一級水系の現在の計画規模の洪水の、現在と将来の発生確率の変化倍率の平均値
※降雨量変化倍率は国土技術政策総合研究所による試算値。洪水発生確率の変化倍率は、各地方整備局による試算値。

※降雨量変化倍率のRCP8.5シナリオ(4°C上昇に相当)は、産業革命以前に比べて全球平均温度が4°C上昇した世界をシミュレーションしたd4PDFデータを活用して試算
※降雨量変化倍率のRCP2.6シナリオ(2°C上昇に相当)は、表中のRCP8.5シナリオ(4°C上昇に相当)の結果を、日本国内における気候変動予測の不確実性を考慮した結果について(お知らせ)「環境省、気象庁」から得られるRCP8.5、RCP2.6の関係性より換算

<気候変動に伴う降雨量の変化(イメージ)>



<治水施設の整備への影響(イメージ)>

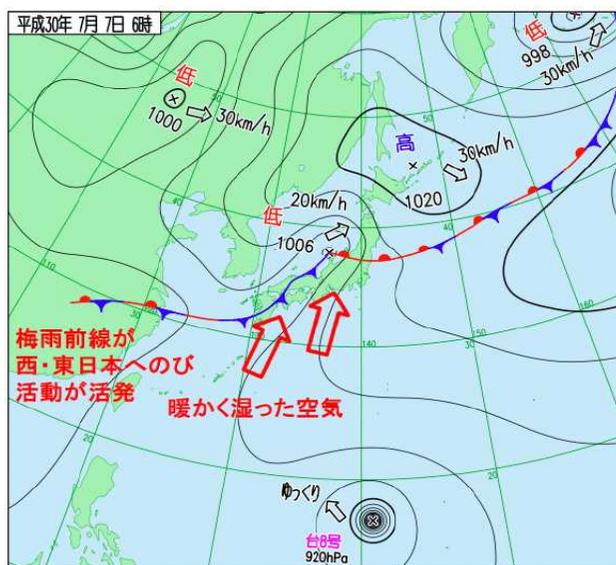


平成30年7月豪雨による降雨(概要)

- 梅雨前線等の影響によって、**西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨**となり、**7月の平年の月降水量の4倍となる大雨を記録したところがあった。**
- 特に**長時間の降水量について多くの観測地点で観測史上1位を更新**し、24時間降水量は76地点、48時間降水量は124地点、72時間降雨量は122地点で観測史上1位を更新した。

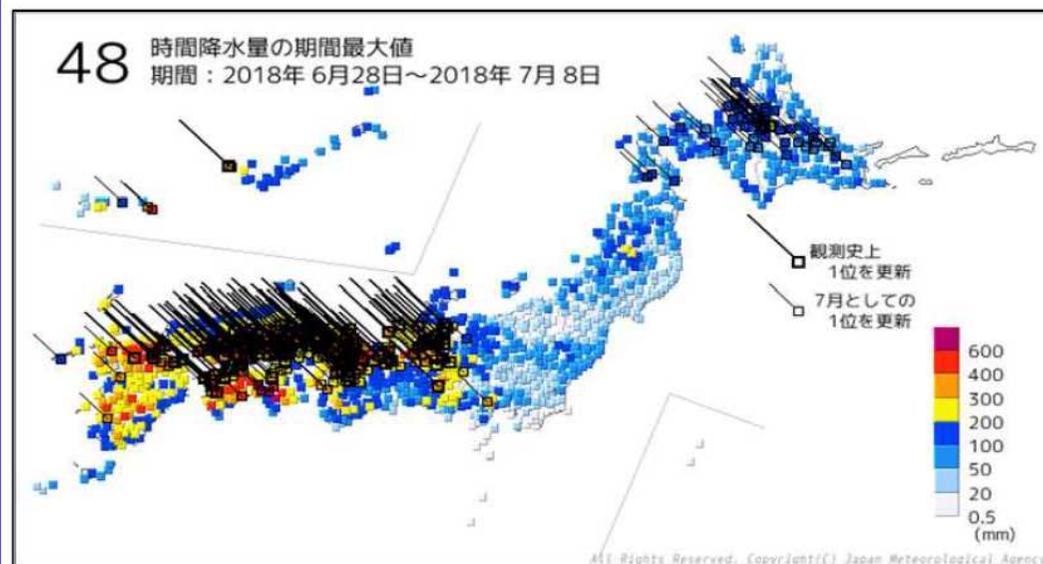
※全国の気象観測所は約1,300箇所

梅雨前線が停滞、台風から湿った空気が供給



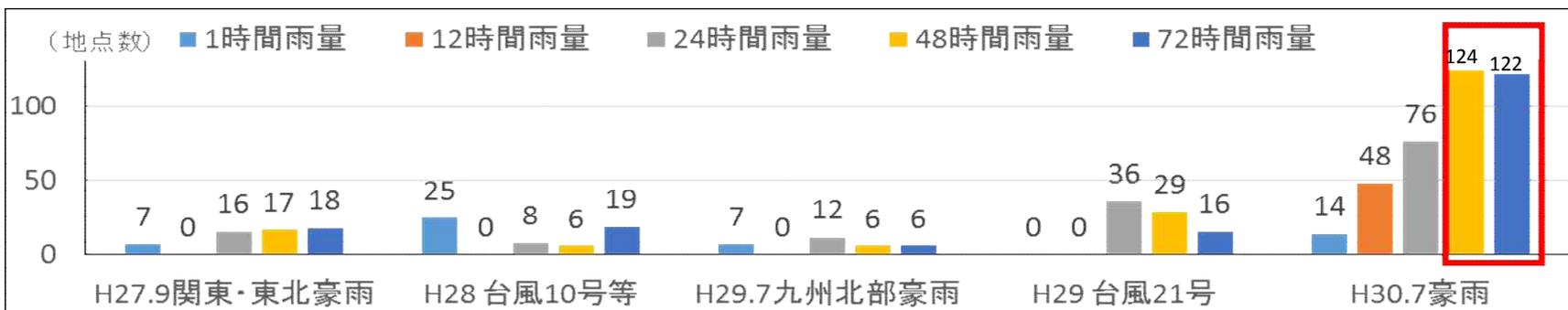
実況天気図 (2018年7月7日6時00分時点)

広い範囲で記録的な大雨



48時間降水量の期間最大値 (期間2018年6月28日～7月8日)

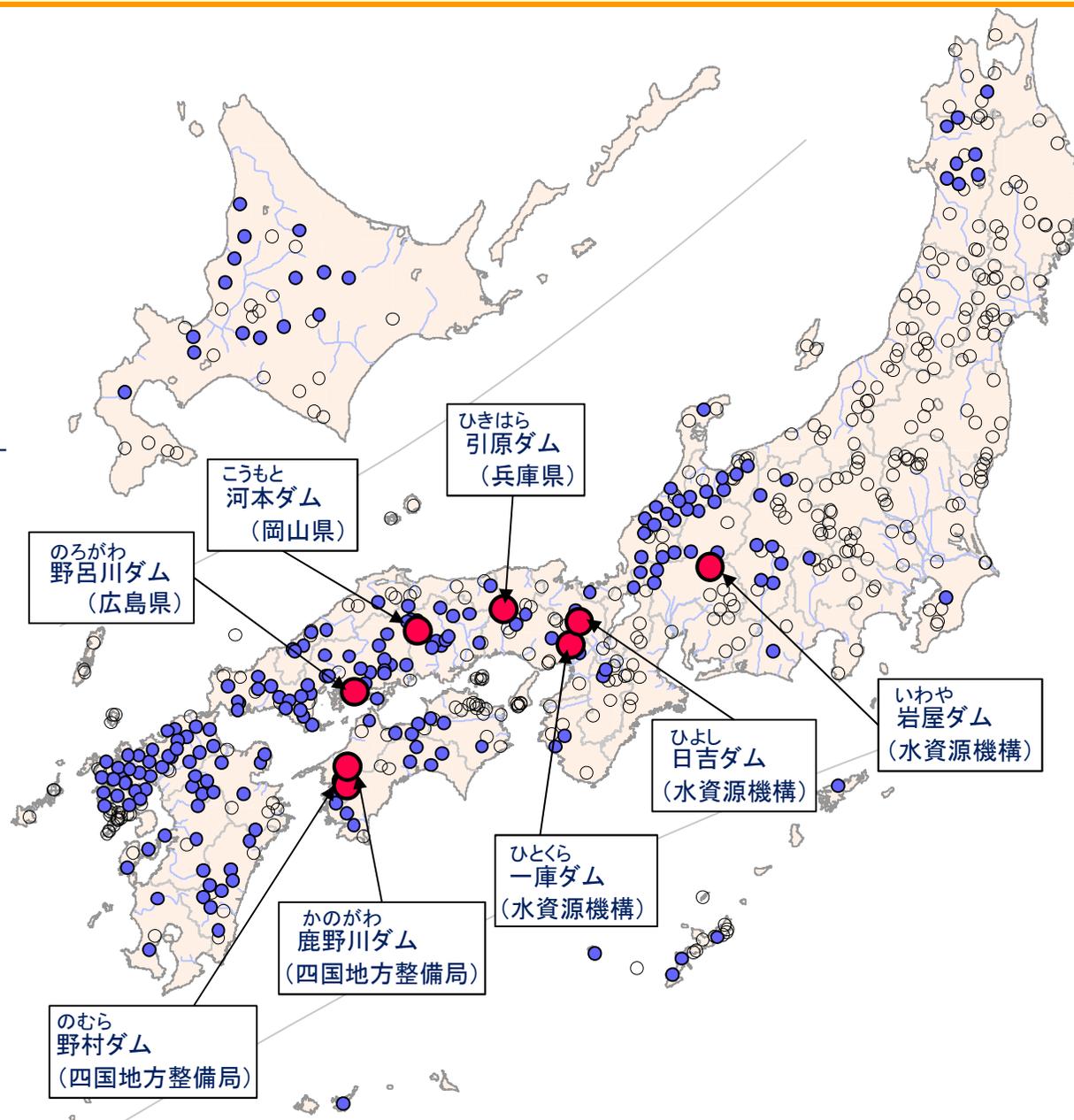
■ 観測史上1位を更新した観測地点数



※気象庁HPを基に作成

平成30年7月豪雨 国土交通省所管ダムの防災操作(洪水調節)の状況

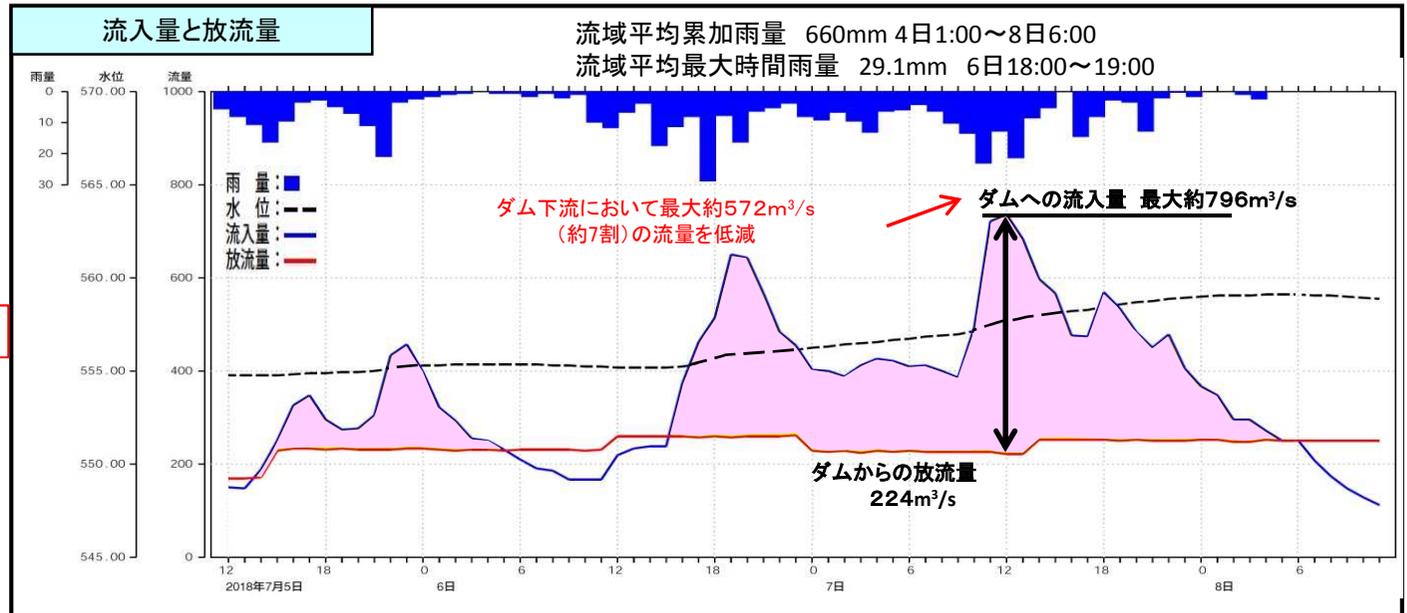
- 国土交通省が所管する558ダムのうち、**213ダムにおいて防災操作(洪水調節)を実施。**
- ダムで洪水を貯留することにより、**下流河川の水位を低下させ、流域の被害軽減・防止効果を発揮。**
- なお、**8ダムで、異常洪水時防災操作を実施。**



※本資料の数値等は速報値であるため、今後の精査等により変更する場合があります。

くずりゅう くずりゅう くずりゅう 九頭竜川水系九頭竜川（福井県）における九頭竜ダムの洪水調節

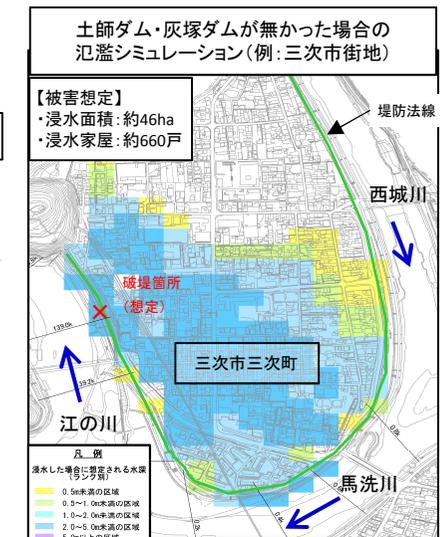
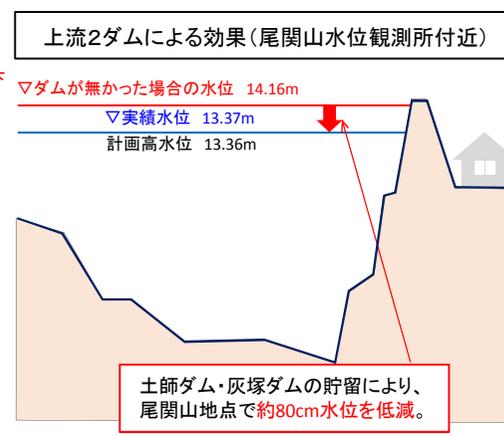
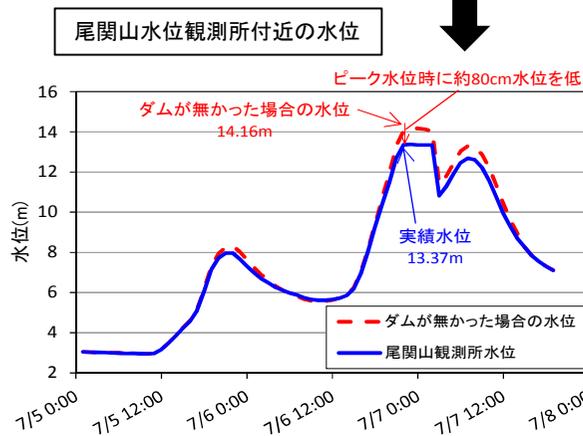
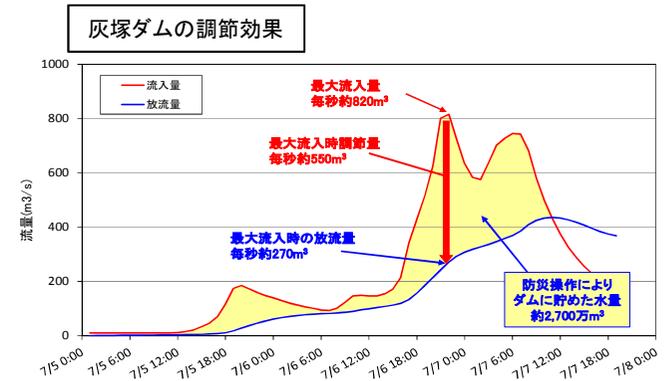
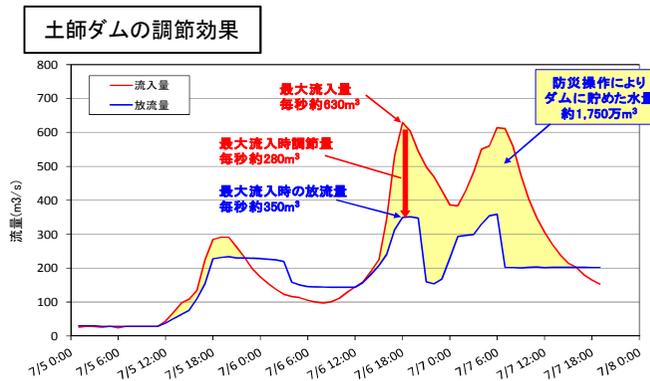
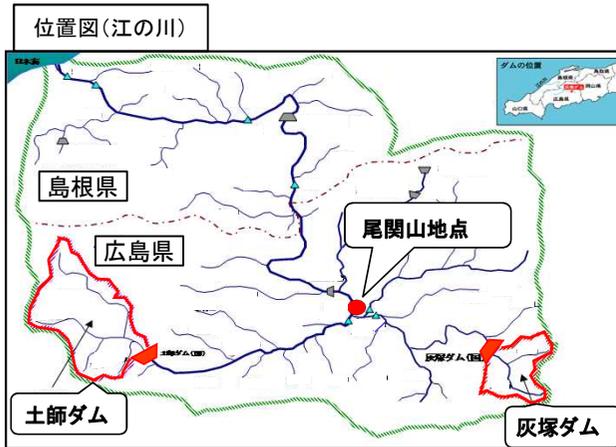
○平成30年台風7号および発達した梅雨前線に伴う豪雨により九頭竜川上流域では、7月4日から7月8日にかけて、総雨量が660mmを超える降雨となり、九頭竜ダムへの流入量が今年度最大となる約796m³/sを記録。
○九頭竜ダムでは約4,114万m³の洪水を貯留し、ダム下流朝日地点（大野市 朝日付近）の河川の流量を約1/3に低減し、最高水位を約0.9m低減。



※本資料の数値等は速報値であるため、今後の精査等により変更する場合があります。

江の川水系(広島県)における土師ダム、灰塚ダムの洪水調節

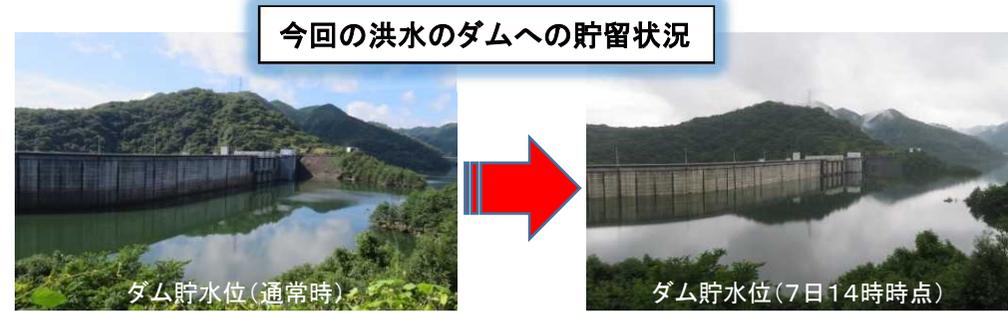
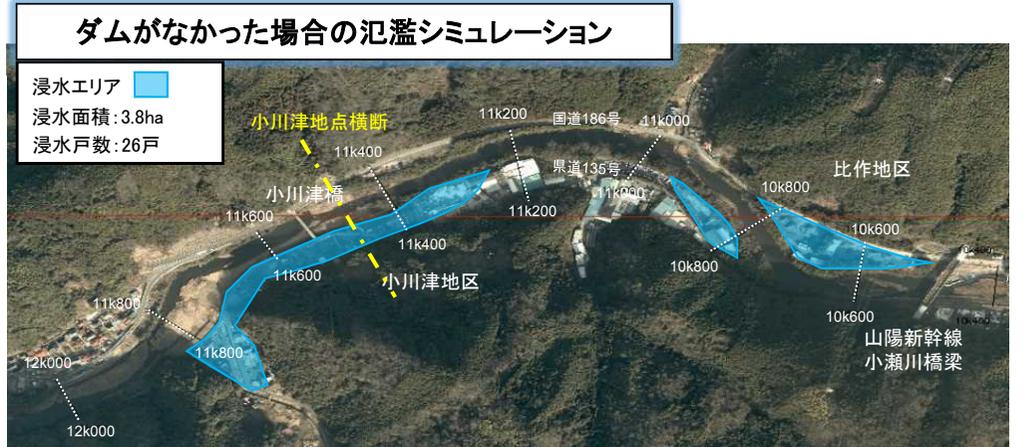
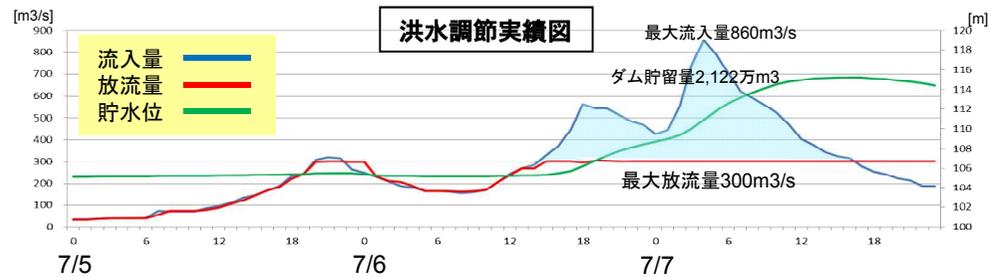
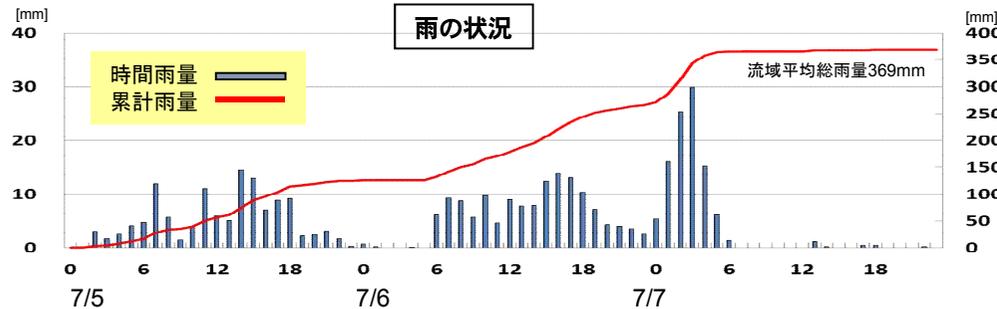
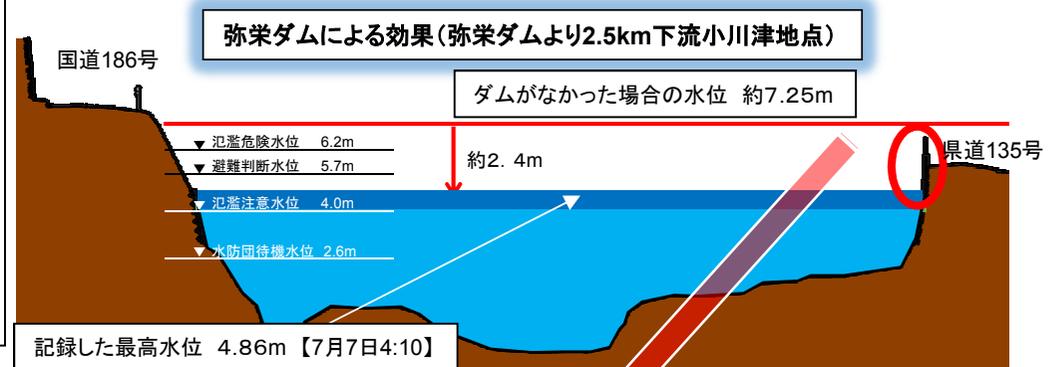
- 梅雨前線の影響により、土師ダム上流で流域平均累加雨量約296mm(7月5日(木)4:00から7日(土)14:00)、灰塚ダム上流で流域平均累加雨量約352mm(7月5日(木)4:00から7日(土)14:00)を記録し、尾関山水位観測所では計画高水位を超過。
- 土師ダムでは、ダムへの流入量が最大で毎秒約630m³に達し、このとき毎秒約280m³の洪水をダムに貯留。
- 灰塚ダムでは、ダムへの流入量が最大で毎秒約820m³に達し、このとき毎秒約550m³の洪水をダムに貯留。
- この結果、広島県三次市三次町付近の江の川の水位を約80cm低減させることができたものと推定。仮に2つのダムが防災操作を実施していなければ、計画高水位を大幅に上回る出水となり、沿川で大きな被害が発生していたものと推定。



※本資料の数値等は速報値であるため、今後の精査等により変更する場合があります。

おぜがわ おぜがわ やさか 小瀬川水系小瀬川(広島県)における弥栄ダムの洪水調節

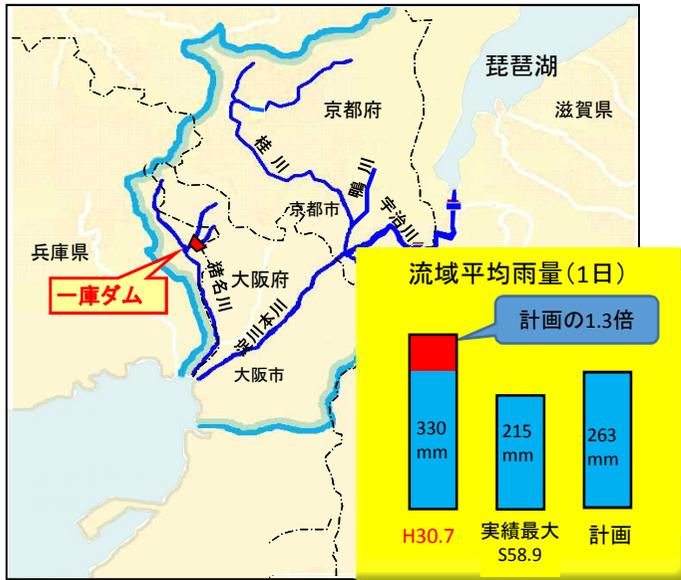
- 弥栄ダムの流域では、7月5日から7月7日にかけて梅雨前線の影響による豪雨により、ダム上流域での流域平均雨量は369mmを記録。
- 弥栄ダムでは、ダムへの流入量が最大で860m³/sに達し、このうち毎秒約560m³の洪水をダムに貯留。
- この結果、山口県岩国市小瀬の小川津地点(弥栄ダム下流2.5km地点)の水位を約2.4m低減させる効果があったと推定され、危険箇所の浸水を回避。
- 仮に、ダムが特別防災操作をしていなければ、氾濫により約3.8ha・26戸の浸水被害が発生していたものと推定。



いながわ ひとくら

淀川水系猪名川(兵庫県)における一庫ダムの洪水調節

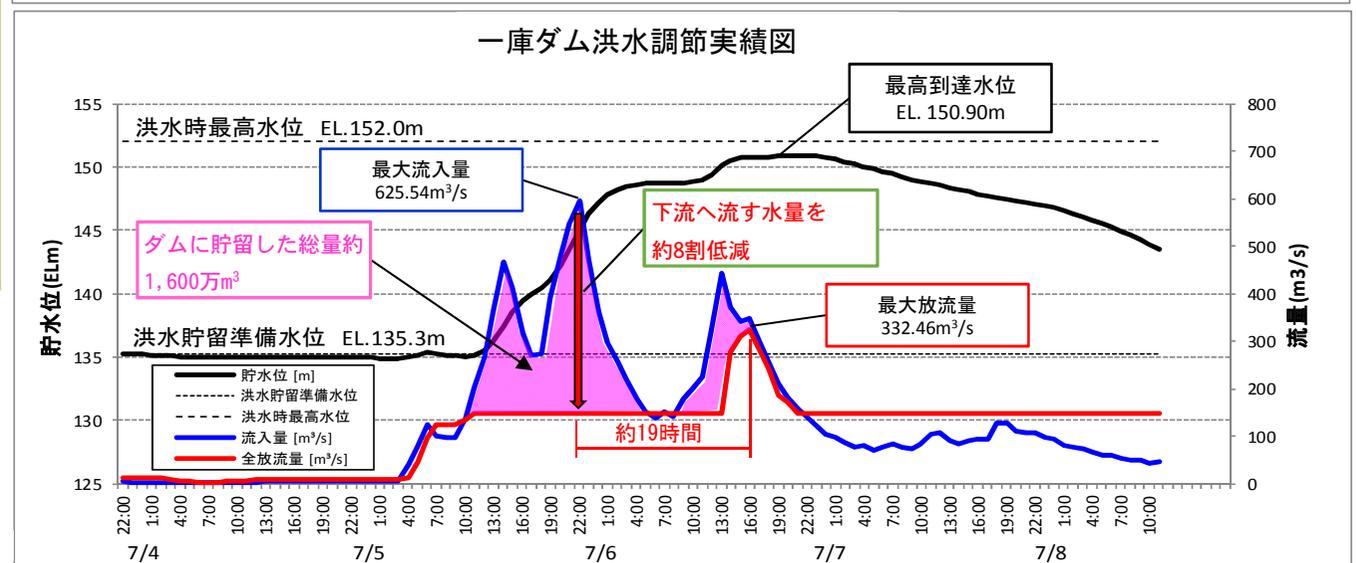
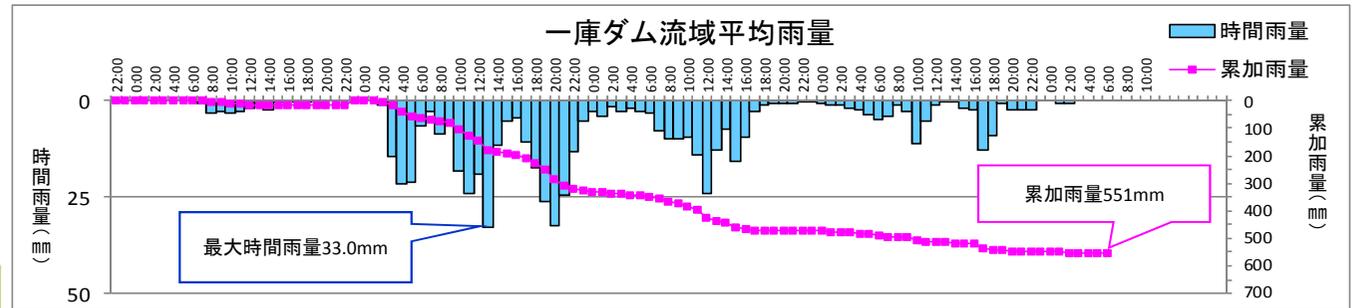
- 活発な梅雨前線の影響により、まとまった降雨が断続的に発生。一庫ダム流域における累加雨量は551mm、最大日雨量は330mm(7月5日)を記録し、ともに観測開始以来最大。特に最大日雨量は、ダムの計画雨量263mmを超える豪雨。
- 洪水時最高水位に迫る水位まで貯水池を活用して洪水調節を行い、総量約1,600万 m^3 の洪水を貯留。ダムへの最大流入時に下流へ流す水量を約8割低減させ、浸水被害を軽減。
- また、ピーク流量の発生時刻を約19時間遅らせて避難時間を確保することに貢献。



洪水貯留開始前の貯水池
(7月2日10時頃)



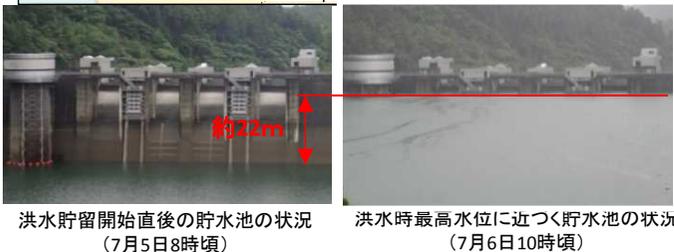
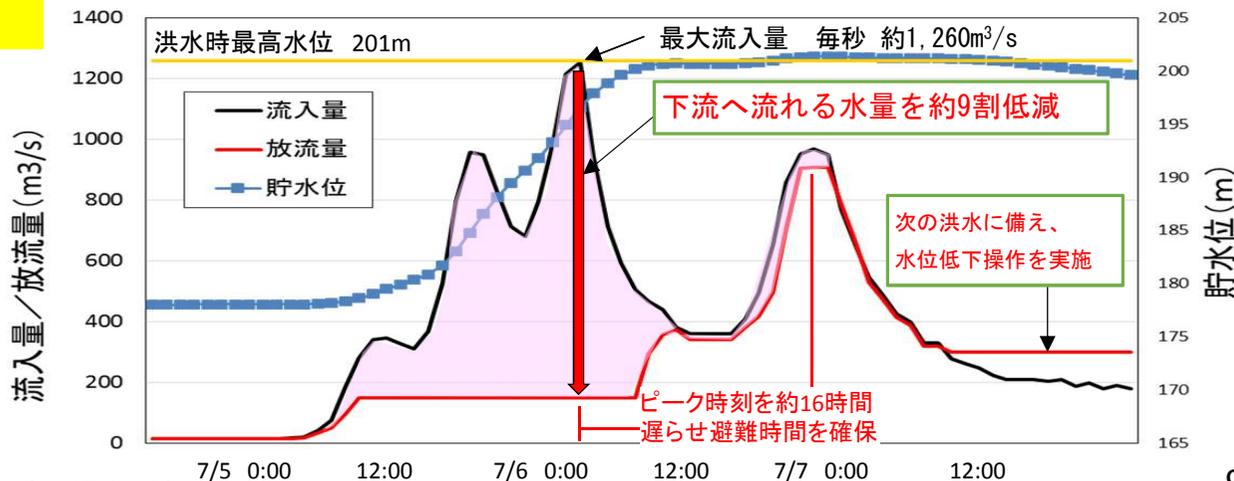
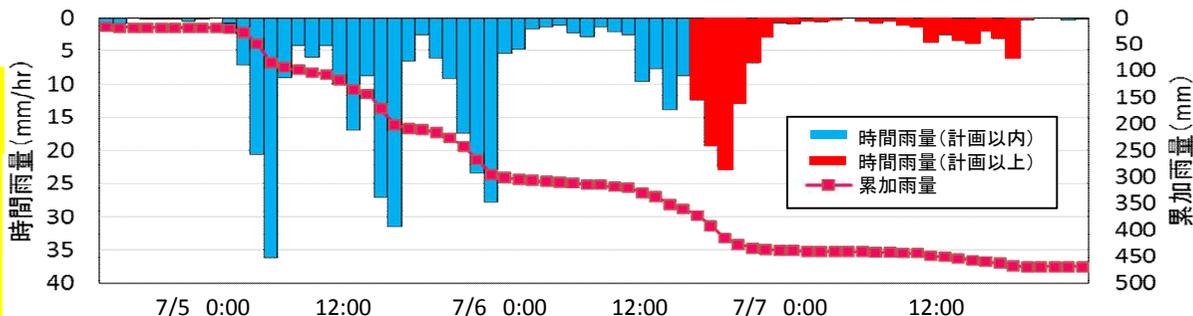
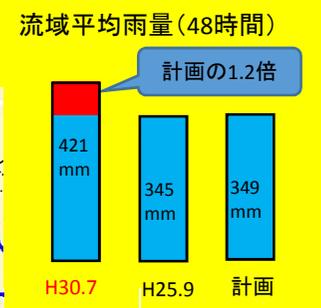
洪水時最高水位に近づく貯水池
(7月6日17時頃)



※本資料の数値等は速報値であるため、今後の精査等により変更する場合があります。

かつらがわ ひよし 淀川水系桂川(京都府)における日吉ダムの洪水調節

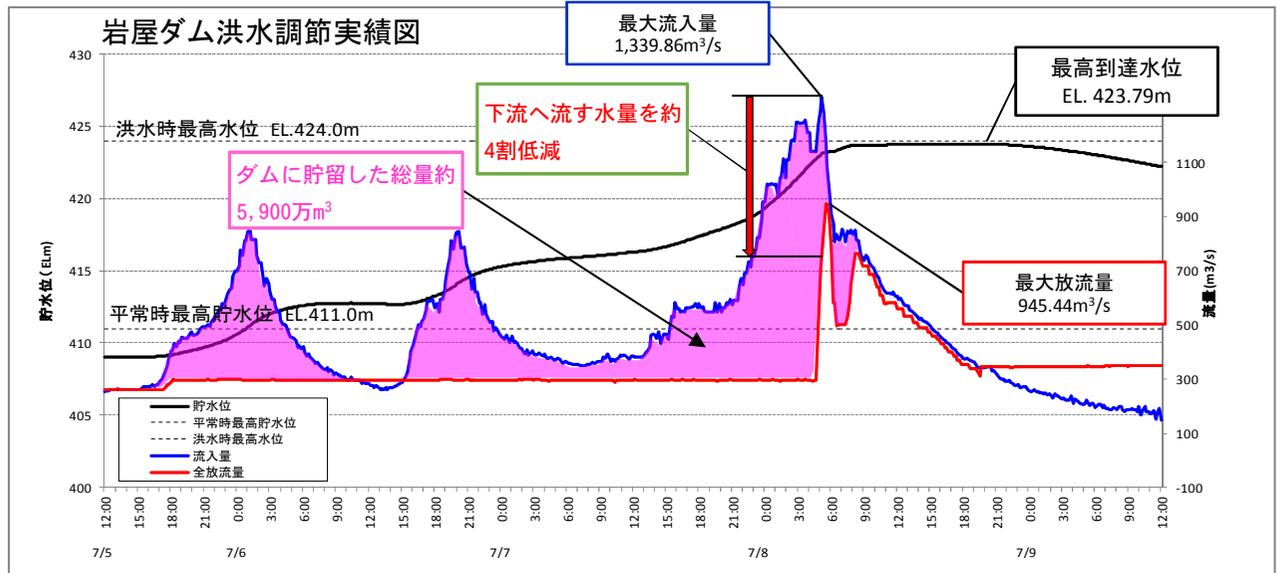
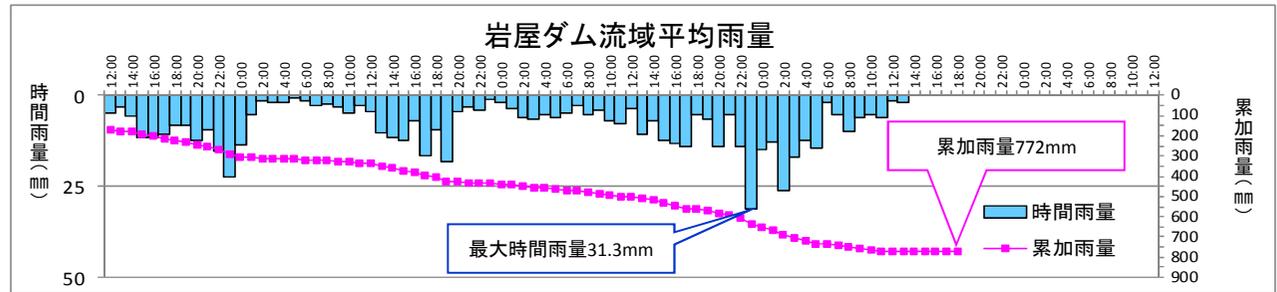
- 活発な梅雨前線の影響により、断続的に4回の豪雨が発生し、2日間の累加雨量は観測史上最大。河川流量が最大となった3回目の豪雨時には、日吉ダムの洪水調節によって約9割の流量低減。
 - 4回目の豪雨前に日吉ダムは満杯に近づいたが、それまで河川水位を大幅に低下させていたことや、その後も洪水調節を継続したことから、亀岡市や京都市嵐山付近の被害を大幅に軽減。
 - また、日吉ダムの洪水調節により、洪水ピーク時刻を大幅に遅らせたことや、河川水位予測の迅速な情報提供により、避難時間を確保することに貢献。
- ※桂川では、平成25年9月に今回と匹敵する(今回の方が大きい)豪雨が発生し大規模な浸水被害が発生したが、その後の河道掘削等の緊急治水対策の結果、今回は大幅に被害を軽減。



※本資料の数値等は速報値であるため、今後の精査等により変更する場合があります。

ひだがわ いわや 木曾川水系飛騨川(岐阜県)における岩屋ダムの洪水調節

- 活発な梅雨前線の影響により、まとまった降雨が断続的に発生。岩屋ダム流域における7月4日0時～7月8日13時までの累加雨量は772mmに達する観測以来最大の豪雨(過去の最大は平成11年9月の532mm)。
- 洪水時最高水位に迫る水位まで貯水池を活用して洪水調節を行い、総量約5,900万 m^3 の洪水を貯留。ダムへの最大流入時に下流へ流す水量を約4割低減させ、浸水被害を軽減。
- また、ピーク流量の発生時刻を遅らせて避難時間を確保することに貢献。



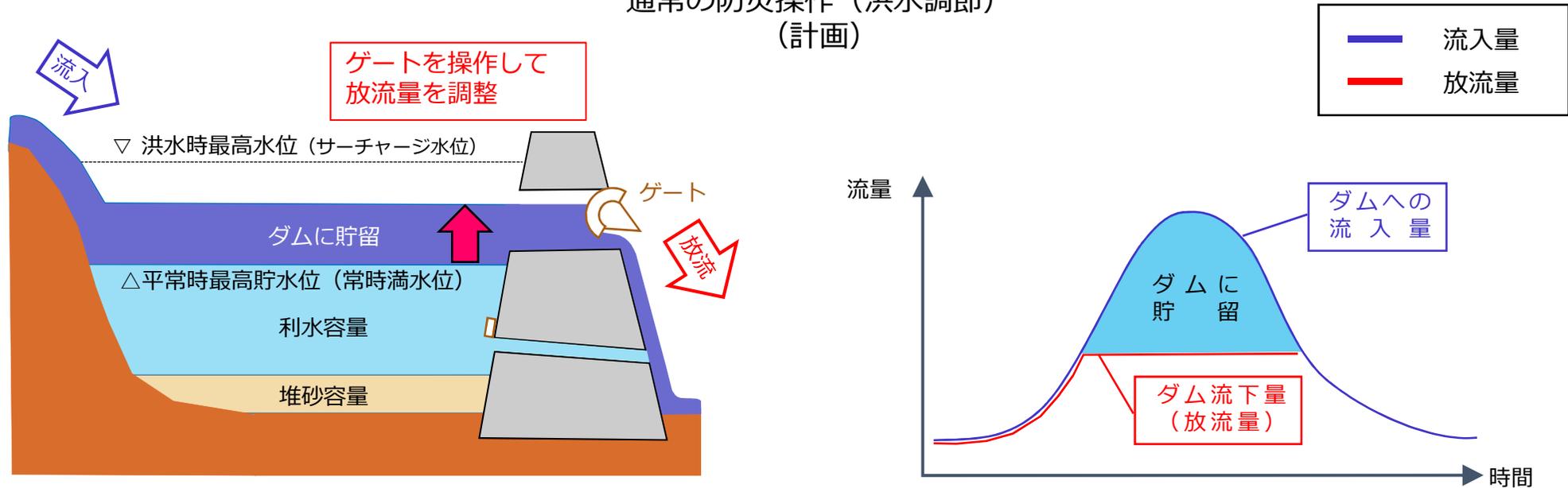
洪水貯留開始前の貯水池の状況
(7月4日9時頃)

洪水時最高水位に近づく貯水池の状況
(7月8日15時30分頃)

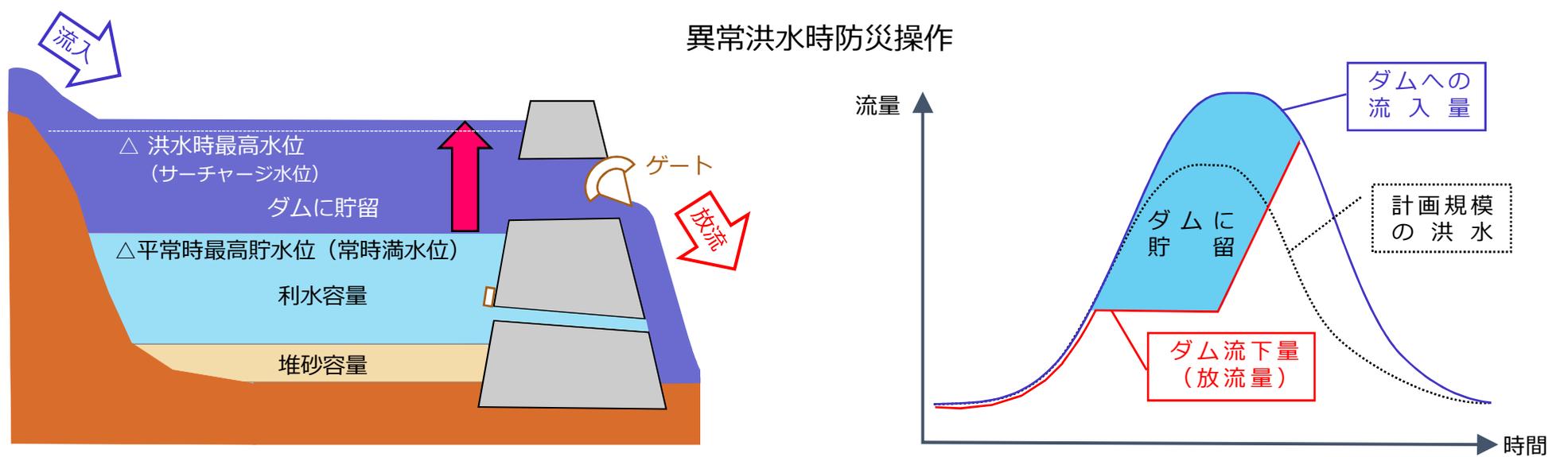
※本資料の数値等は速報値であるため、今後の精査等により変更する場合があります。

【参考】ダムの防災操作(洪水調節) (1)

通常の防災操作 (洪水調節)
(計画)

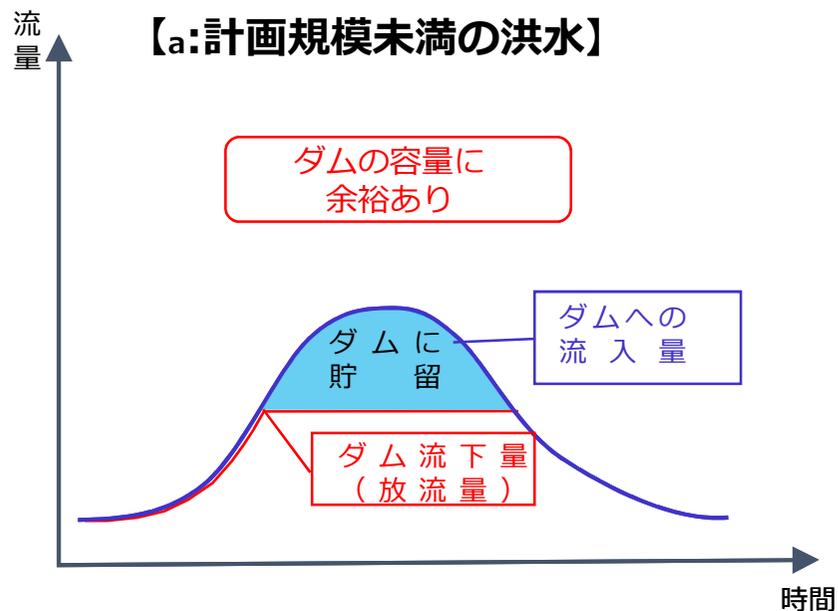


異常洪水時防災操作

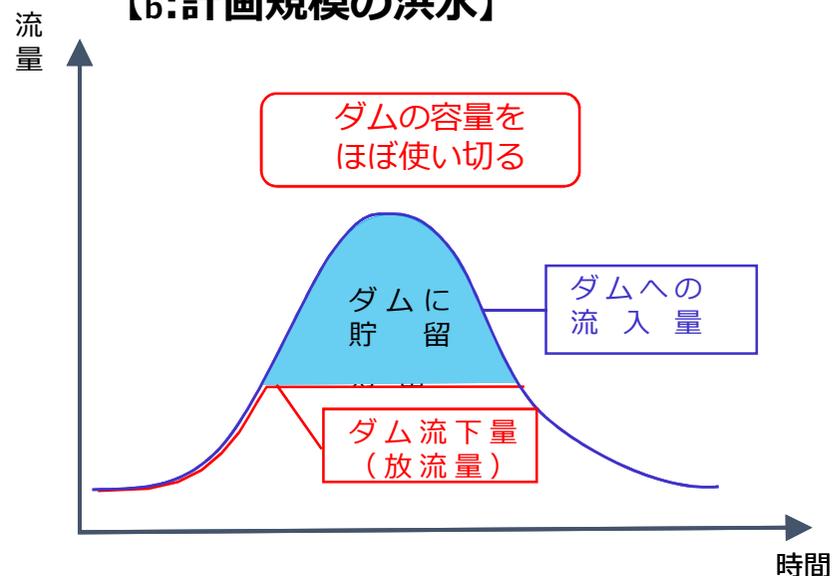


【参考】ダムの防災操作(洪水調節) (2)

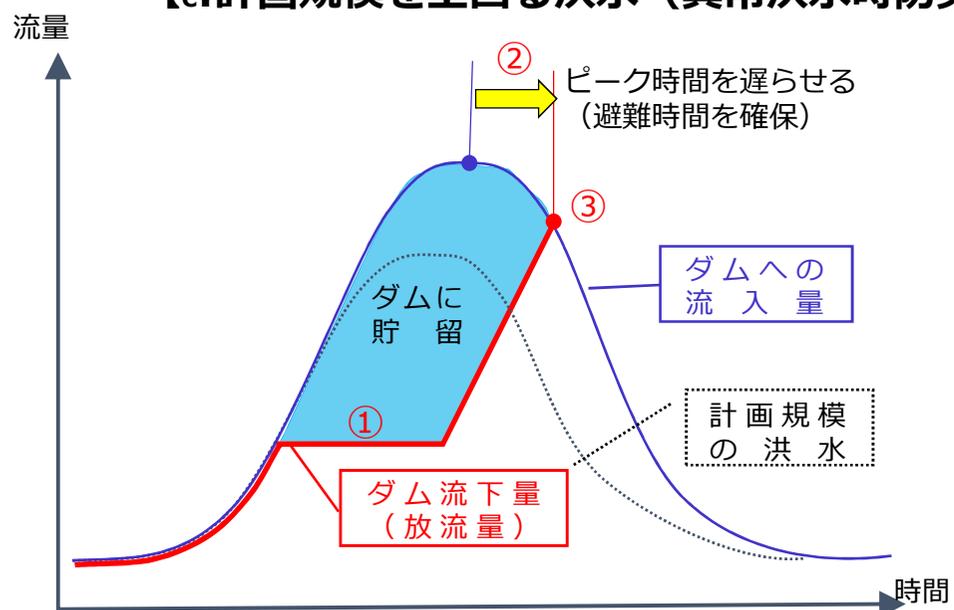
【a:計画規模未満の洪水】



【b:計画規模の洪水】

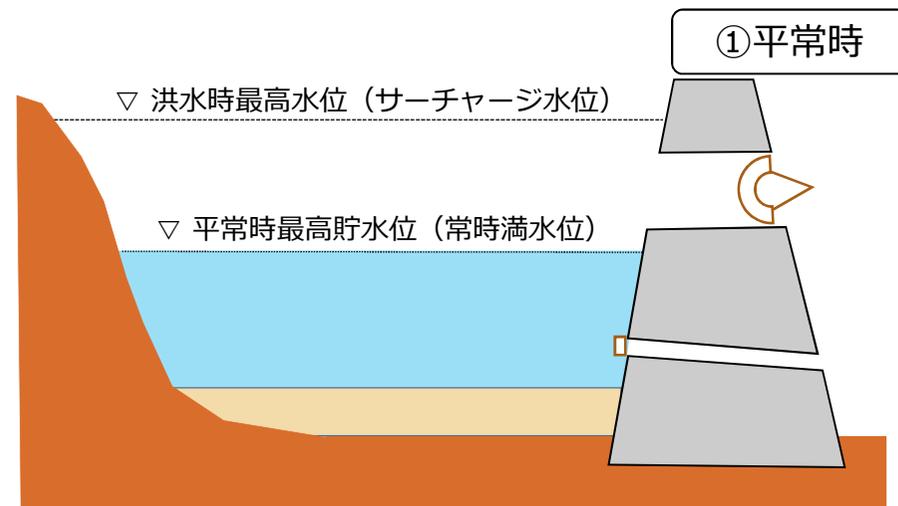
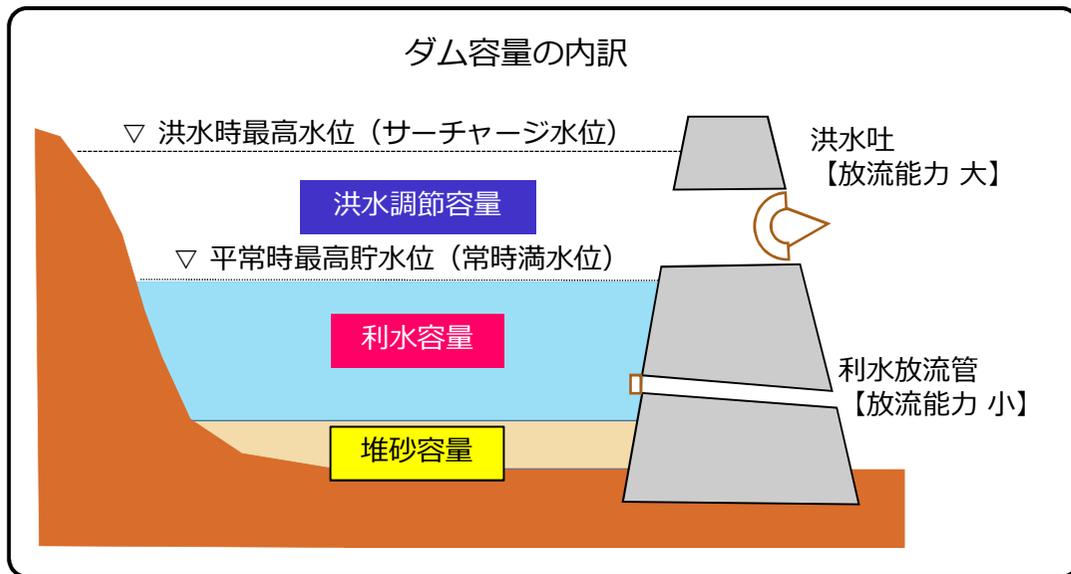


【c:計画規模を上回る洪水 (異常洪水時防災操作)】

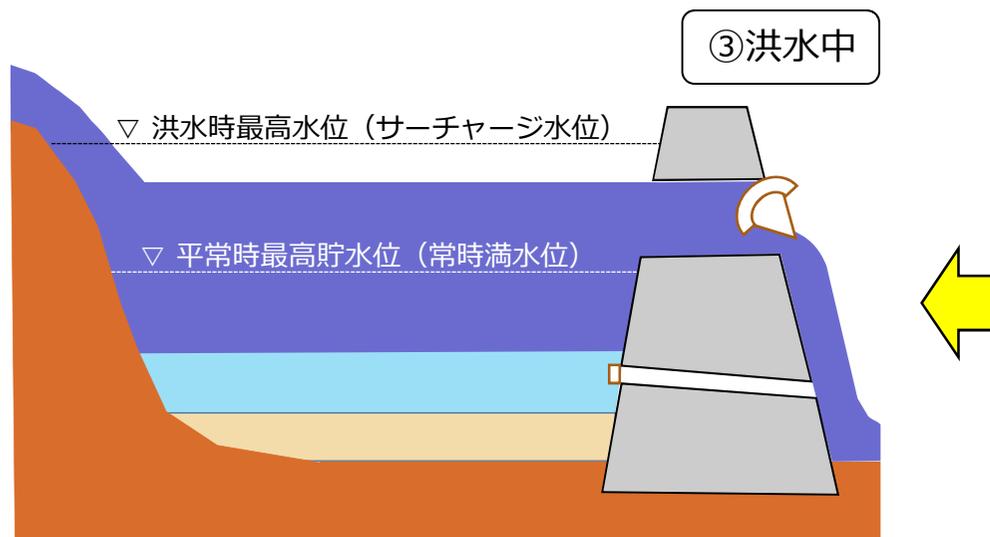


- ① 安全な流量が流れているうちに避難が可能
- ② ピーク時刻を遅らせて避難時間を確保
- ③ 流入量と同程度の流量となるが、それまでに河川水位を低減させていたこと等から被害を軽減

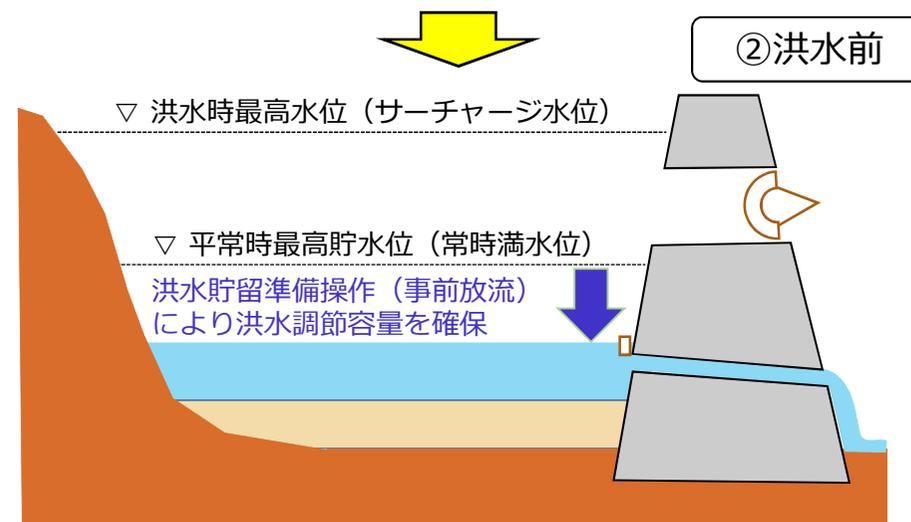
【参考】洪水貯留準備操作(事前放流)



①「平常時最高貯水位 (常時満水位)」までの間で貯水位を管理し、洪水調節容量を確保しつつ、利水容量にある貯留水を使って必要な利水補給 (上水道用水、工業用水、農業用水等) をダムから行う。



③通常の洪水調節容量よりも多い容量を確保できているため、ダムから下流に流す水量をより長く低減することが可能。

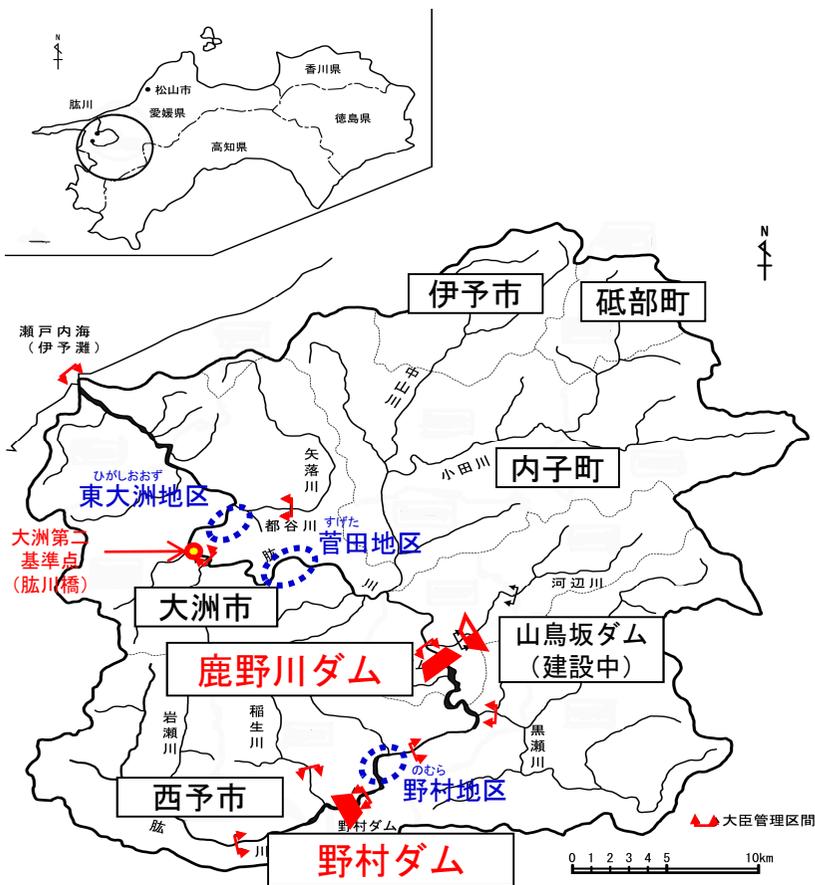


②記録的な大雨が予測された場合などに、利水者の協力のもと、利水容量に貯留している水の一部を洪水前に放流 (洪水貯留準備操作) し、一時的に洪水調節容量を増加させ洪水に備える。

平成30年7月豪雨における^{ひじかわ}肱川流域の気象等の概要

○ダムへの最大流入量は野村ダムで $1,942\text{m}^3/\text{s}$ (第2位 $806\text{m}^3/\text{s}$)、鹿野川ダムで $3,776\text{m}^3/\text{s}$ (第2位 $2,244\text{m}^3/\text{s}$)となり、ダム運用開始以降最大を大きく上回る流入量を記録。

○大洲第二水位観測所(肱川橋)では、7日5時00分に避難判断水位(4.80m)、7日8時20分に氾濫危険水位(5.80m)を超えて更に上昇し、12時20分に観測史上最高となる8.11mを観測。



【肱川流域の概要】

〈肱川〉

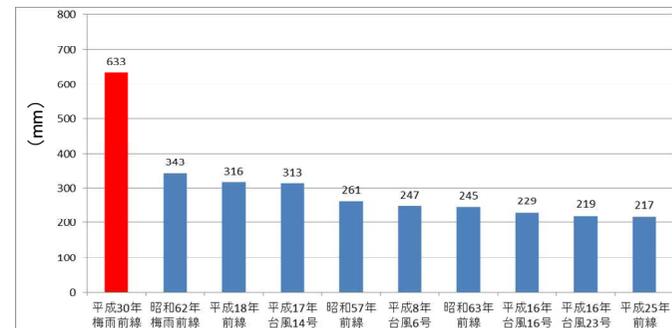
- ・流域面積: $1,210\text{km}^2$
- ・流路延長: 103km

〈野村ダム〉

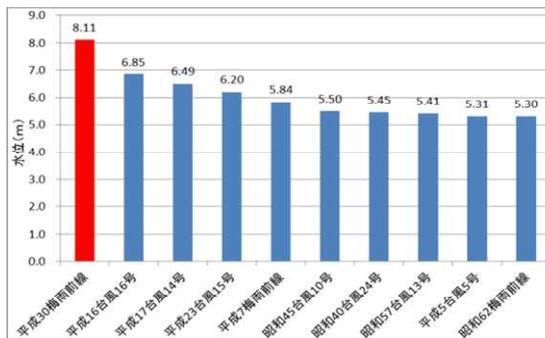
- ・集水面積: 168km^2
(肱川流域の14%)

〈鹿野川ダム〉

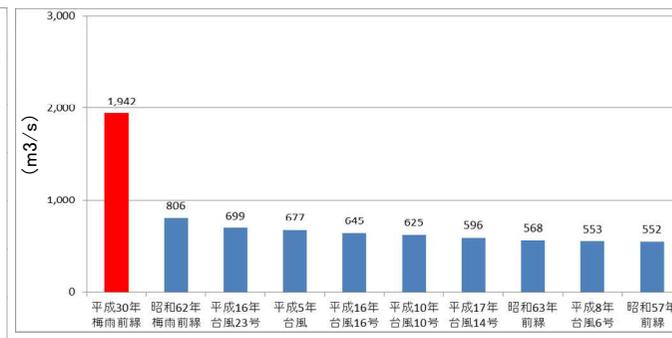
- ・集水面積: 513km^2
(肱川流域の42%)



野村ダム地点累計雨量



大洲第二地点 (基準点) 水位



野村ダム最大流入量

※本資料の数値等は速報値であるため、今後の精査等により変更する場合があります。

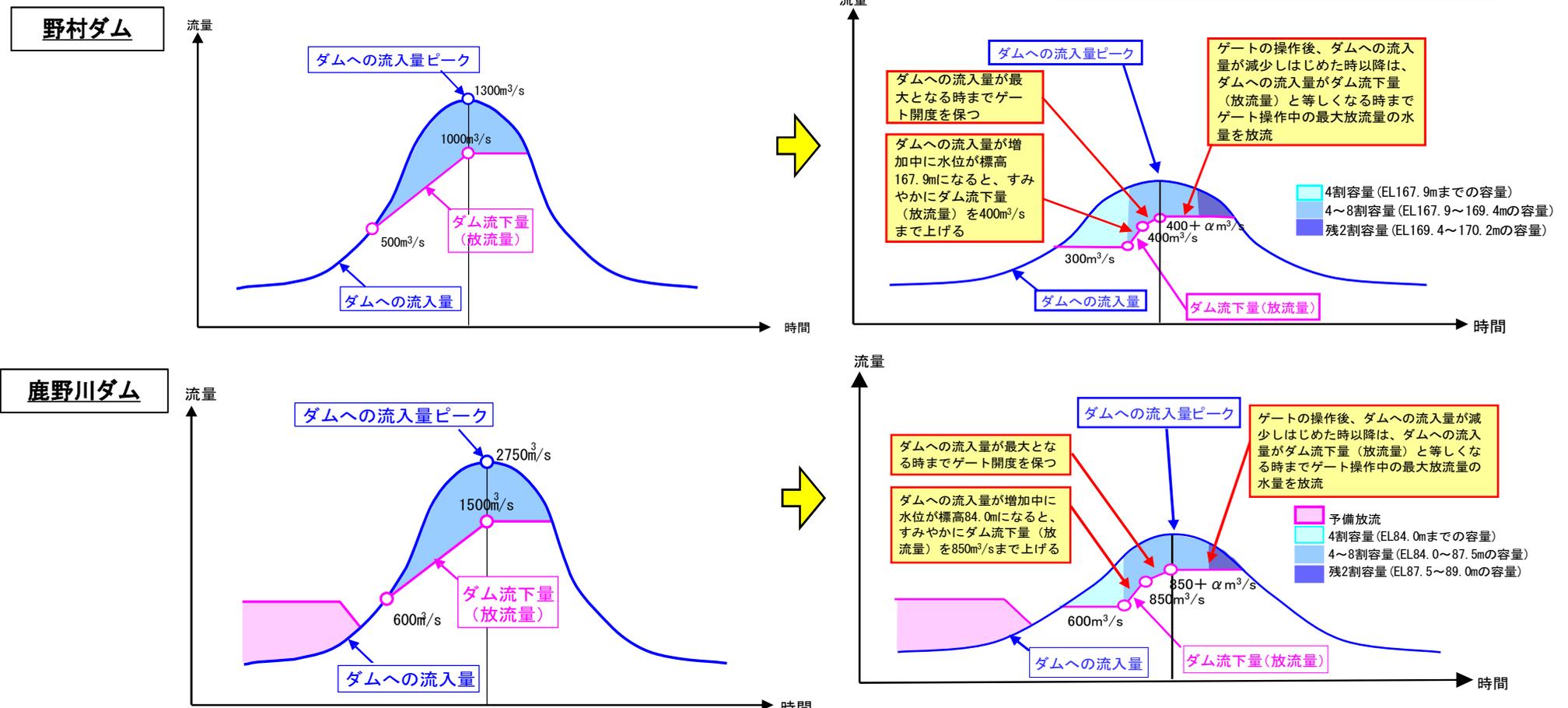
野村ダム・鹿野川ダムの操作規則

○ダム運用開始時(従来)の操作規則は、大規模な洪水を対象とした一定率一定量方式による洪水調節方式を採用していたが、平成7年7月の洪水を期に、中下流部の堤防整備が十分でない状況を踏まえ、頻繁に発生する中小規模洪水に対してダムの洪水調節能力を有効に活用し、流域における当面の洪水被害軽減を図ることを目的に、一定量後一定開度方式に変更。(平成8年6月)

従来の操作ルール (管理開始～)

平成7年7月洪水発生

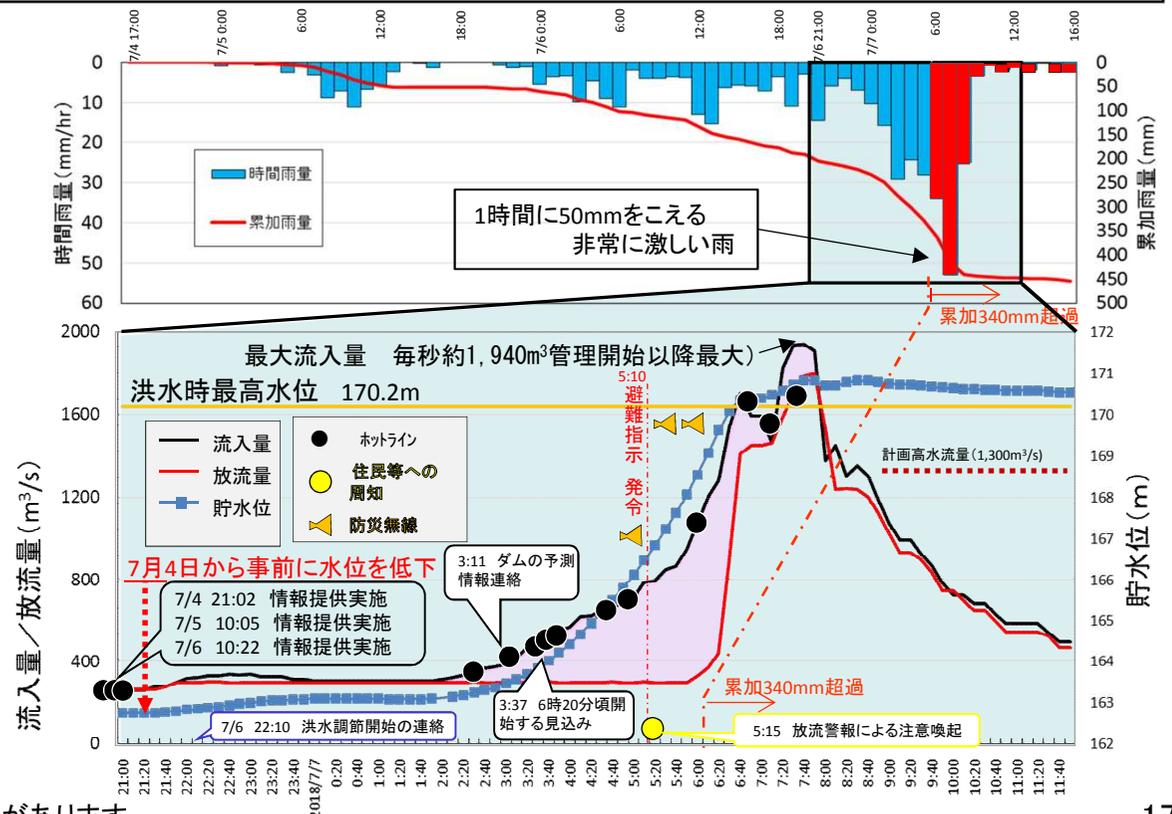
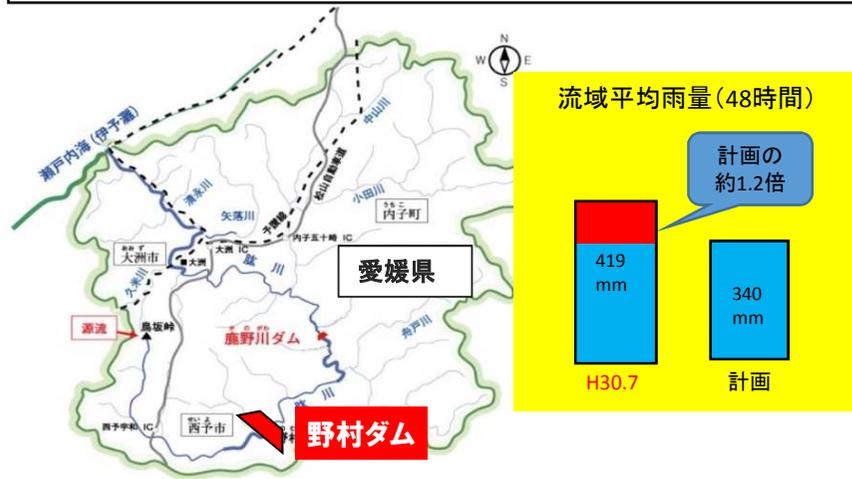
変更後の操作ルール (H8～)



※一定量後一定開度方式: 一定の流量の放流の後ゲートを一定の位置(開度)にとどめておき、開度変更を行わない方式(その間は自然調節と同じ状態)。
 ※変更後の操作ルールでは、計画洪水(従来の操作ルールにおける計画流入量)が流入すると、異常洪水時防災操作に移行することとなる。

ひじかわ ひじかわ のむら 肱川水系肱川(愛媛県)における野村ダムの防災操作(洪水調節)

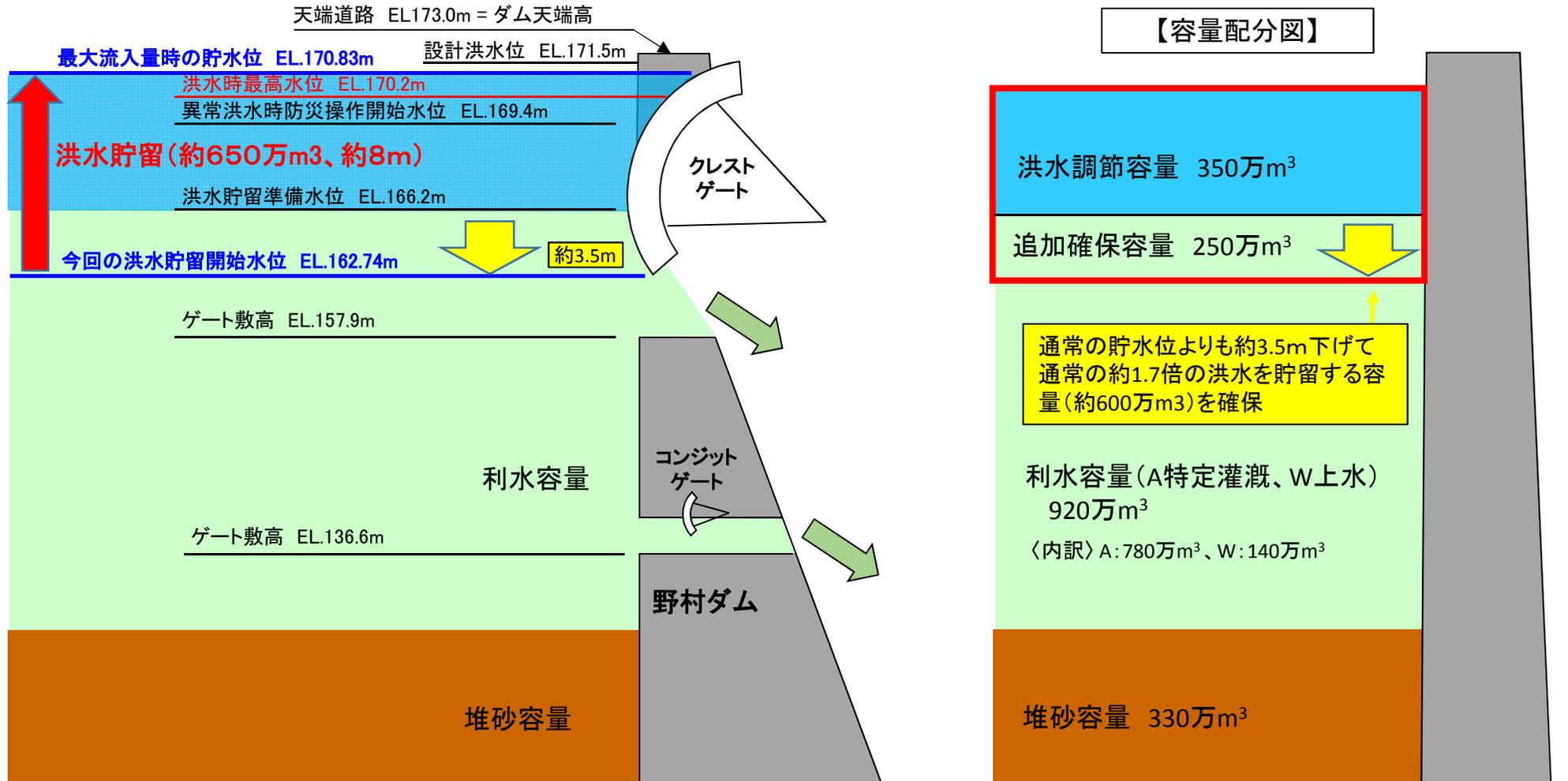
- 活発な梅雨前線の影響により、野村ダム上流域の2日間の累加雨量は計画の降雨量を超過。
- 野村ダムでは、洪水3日前の7月4日から事前に水位を低下させ、通常の洪水調節容量350万m³に250万m³を加えた600万m³の容量を確保しており、洪水時には650万m³を貯留。
- 7月6日22時10分に洪水調節の開始を関係機関に連絡し、7日3時11分にその時点のダムの操作に関する予測情報を連絡し、3時37分に「6時20分頃には異常洪水時防災操作を開始する見込み」である旨を管理所長から西予市野村支所長にホットラインにより伝達。5時10分には西予市より避難指示が発令され、防災無線により各戸及び屋外のスピーカーにより繰り返し放送される。5時15分には住民への周知のため、警報所のサイレンの吹鳴、警報所及び警報車のスピーカーによる注意喚起を実施。



※本資料の数値等は速報値であるため、今後の精査等により変更する場合があります。

【参考】野村ダムの洪水貯留イメージ

- 通常の貯水位よりも約3.5m下げて通常の約1.7倍の洪水を貯留する容量(約600万m³)を確保。
- 今回、洪水時最高水位を超え、設計洪水位(EL. 171.5m)にせまるEL.170.83mまで貯留。



※設計洪水位: 想定される最大の洪水が発生した時の流量を設計洪水流量といい、そのときの貯水池の水位を設計洪水位という。

※洪水時最高水位: 洪水時、一時的に貯水池に貯めることが出来る最高の水位。サーチャージ水位ともいう。

※異常洪水時防災操作開始水位: ゲートなど機械式放流施設を持っているダムで、貯水位が洪水時最高水位を超えると予測される場合、貯水位に応じてゲートを操作し、放流量を流入量まで増加させる操作を異常洪水時防災操作」といい、その操作を開始する水位。

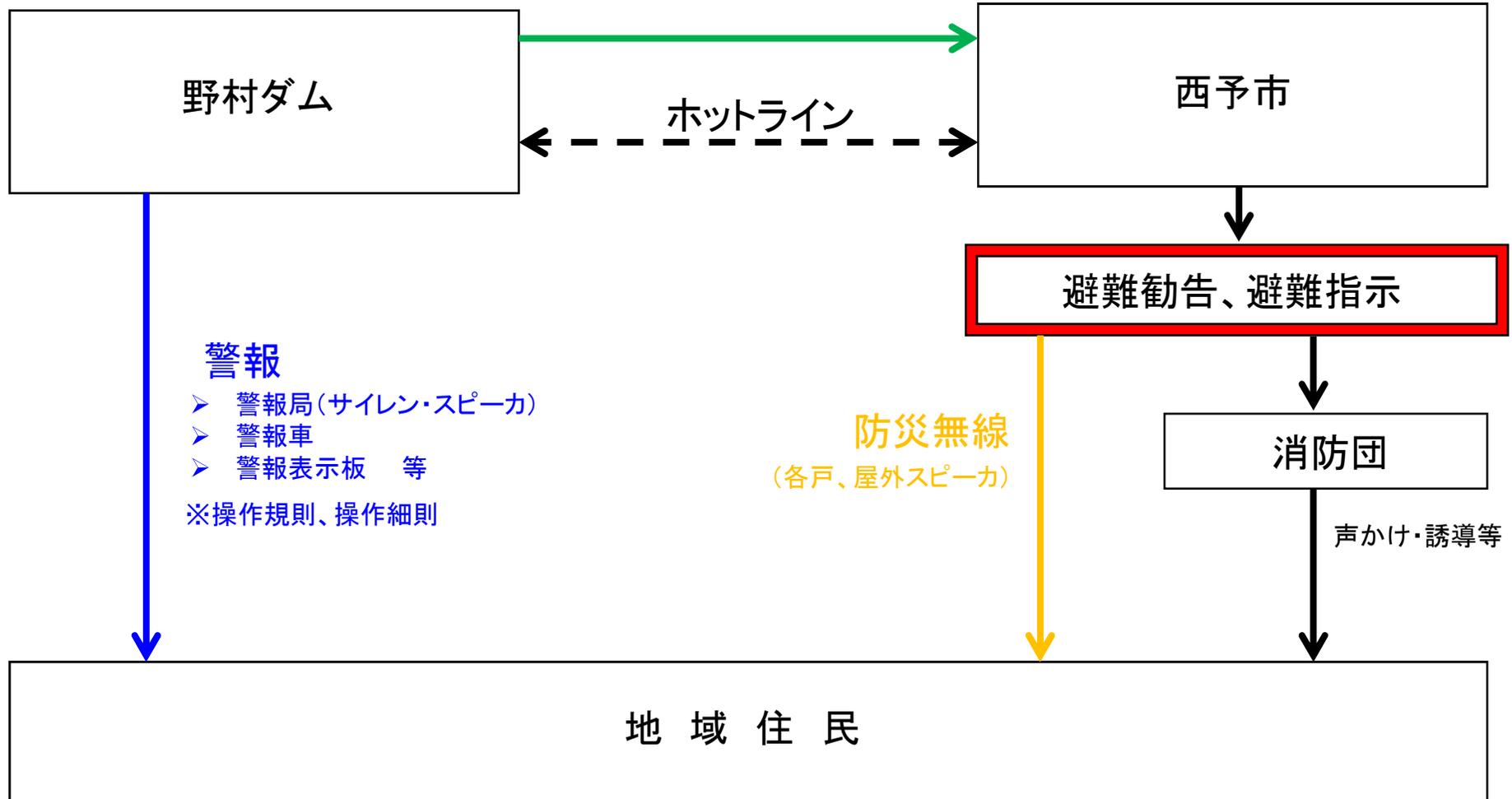
※洪水貯留準備水位: 洪水期に限って平常時最高水位(利水目的のために貯水池へ貯めることの出来る最高水位)よりも水位を低下させ、洪水を迎える水位。

※本資料の数値等は速報値であるため、今後の精査等により変更する場合があります。

野村ダムにおける異常洪水時防災操作に係る関係機関等への情報提供の流れ

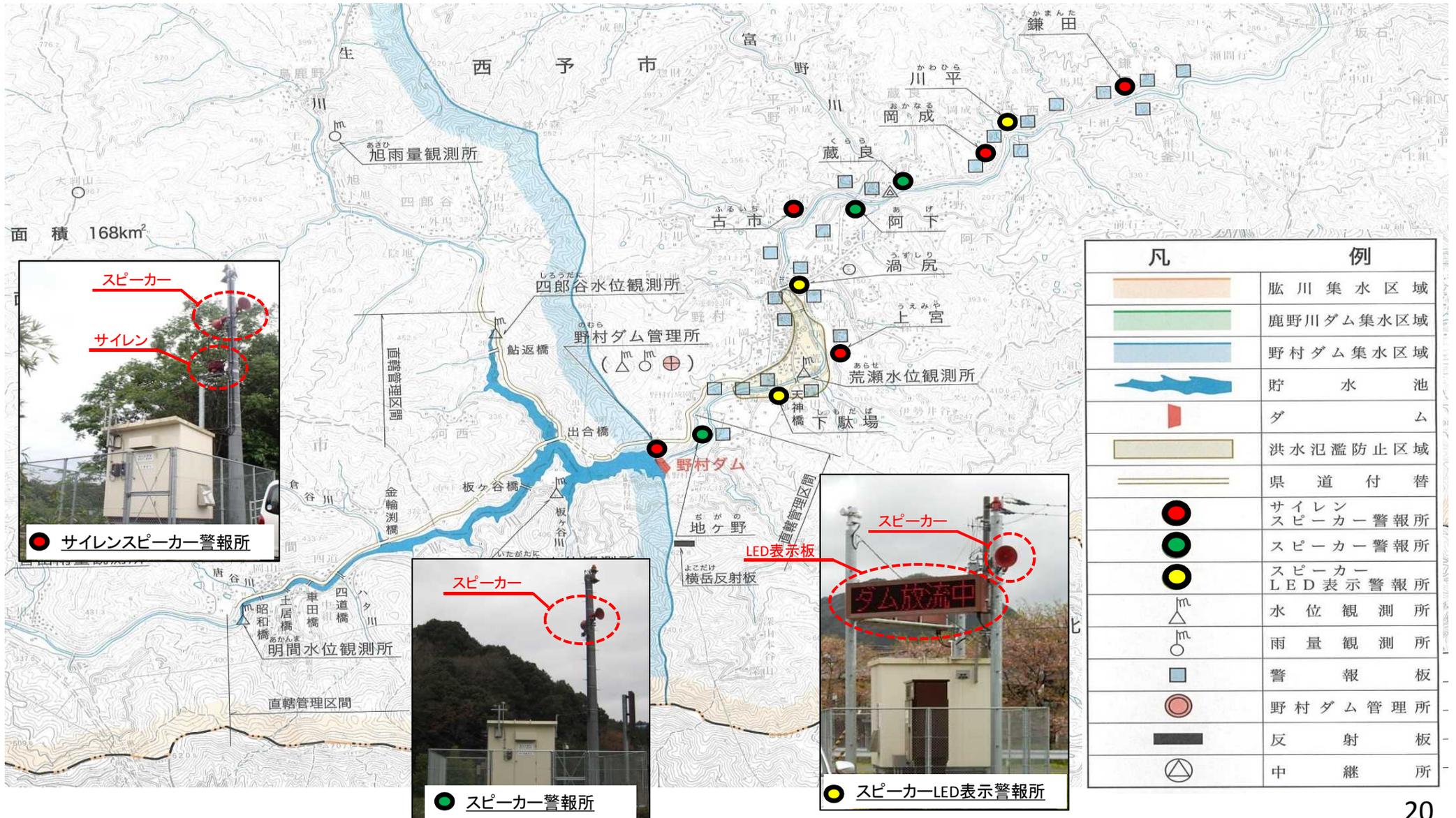
通知・情報提供(FAX)【関係機関: 県・自治体・NHK等】

※操作規則、操作細則



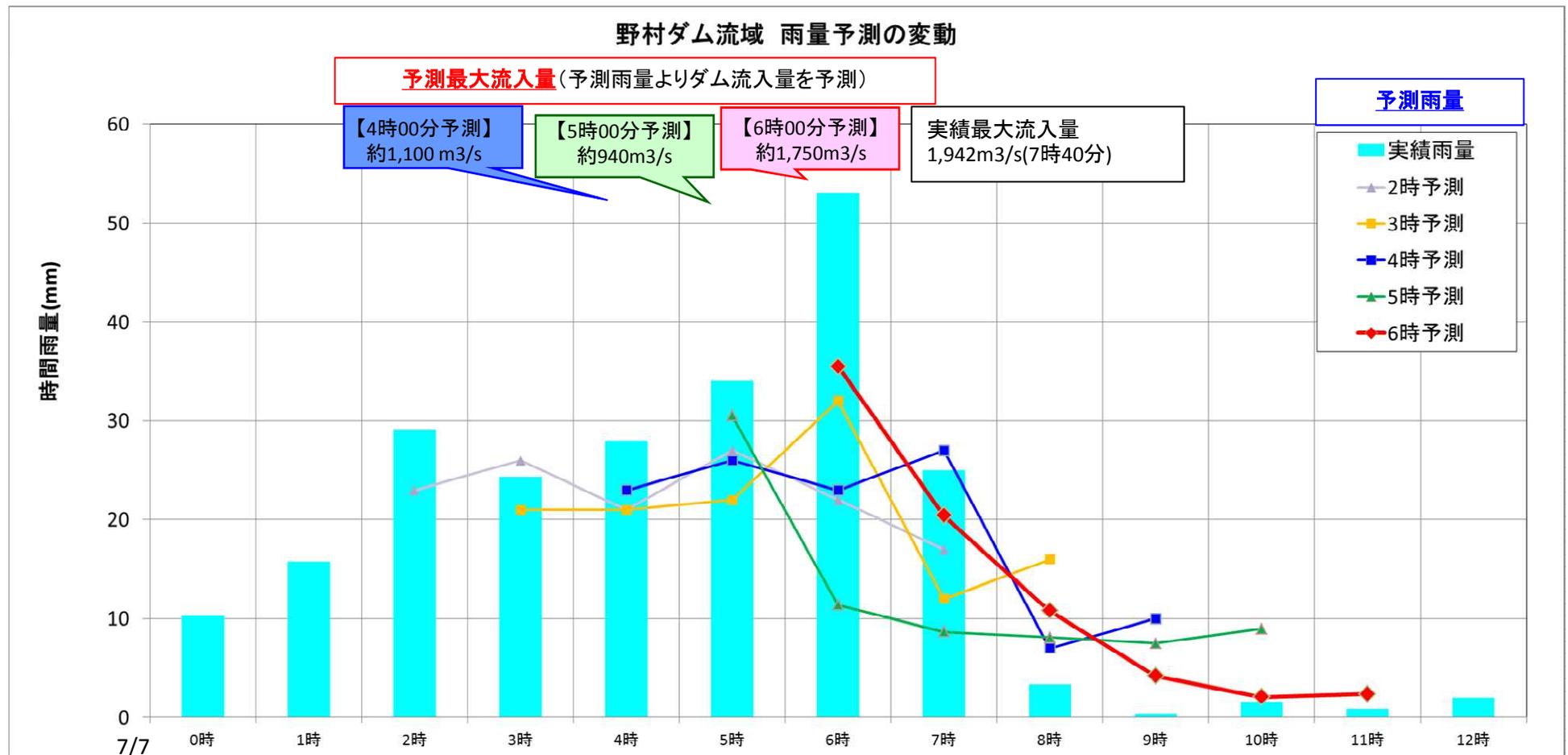
【参考】野村ダム警報区間

○ダムの下流には、放流警報等を周知する施設として、河川沿いにサイレン、スピーカー、警報板を設置



平成30年7月豪雨 野村ダム流域の雨量・流入量の予測と実績

○平成30年7月豪雨における野村ダムでは、各予測時刻の雨量予測は、その都度見直されるが、いずれも予測と実績は乖離。



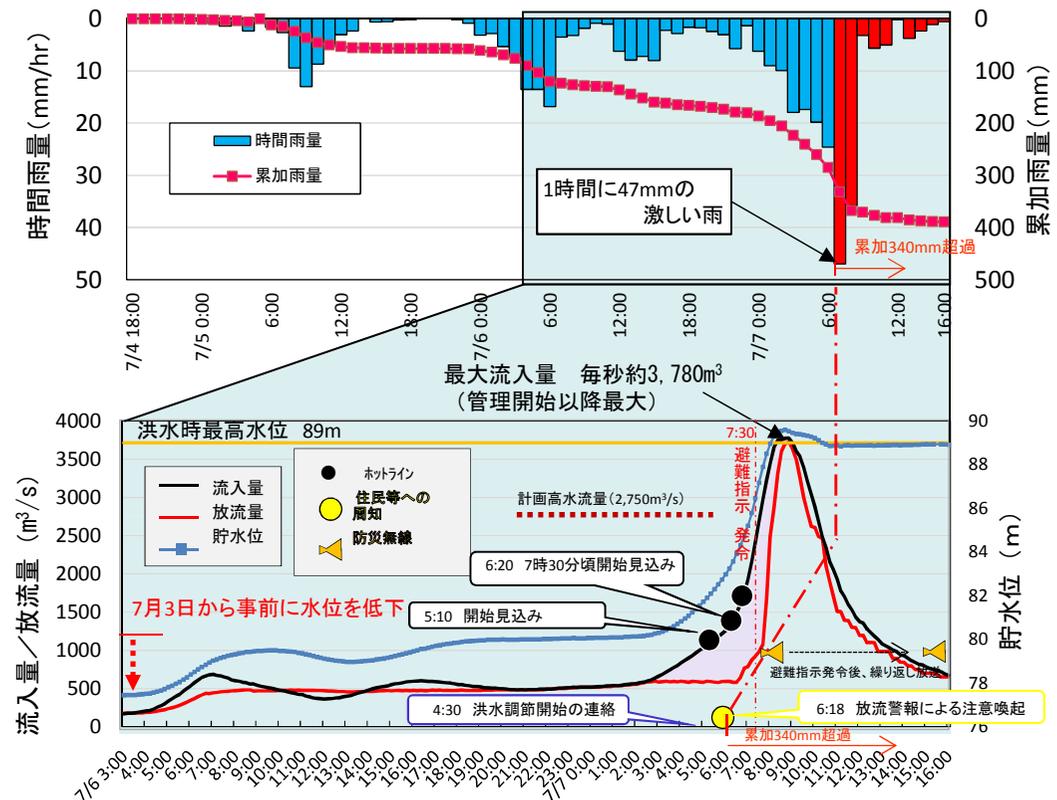
※例: 6時の実績・予測雨量 (6時00分～7時00分までの雨量)

出典: 第2回「野村ダム・鹿野川ダムの操作に関わる情報提供等に関する検証等の場」資料より

※本資料の数値等は速報値であるため、今後の精査等により変更する場合があります。

ひじかわ ひじかわ かのがわ 肱川水系肱川(愛媛県)における鹿野川ダムの防災操作(洪水調節)

- 活発な梅雨前線の影響により、鹿野川ダム上流域の2日間の累加雨量は計画の降雨量を超過。
- 鹿野川ダムでは、洪水4日前の7月3日から事前に水位を低下させ、通常の洪水調節容量1,650万m³に、570万m³を加えた2,220万m³の容量を確保しており、洪水時には約2,360万m³を貯留。
- 7月7日4時30分に洪水調節の開始を関係機関に連絡し、7日5時10分に「異常洪水時防災操作を開始する見込み」、6時20分に「7時30分頃に異常洪水時防災操作を開始する見込み」である旨を事務所長から大洲市長にホットラインにより伝達。7時30分には大洲市より避難指示が発令され、防災無線により各戸及び屋外のスピーカーにより繰り返し放送される。6時18分には住民の周知のため、警報所のサイレンの吹鳴、警報所及び警報車のスピーカーによる注意喚起を実施。

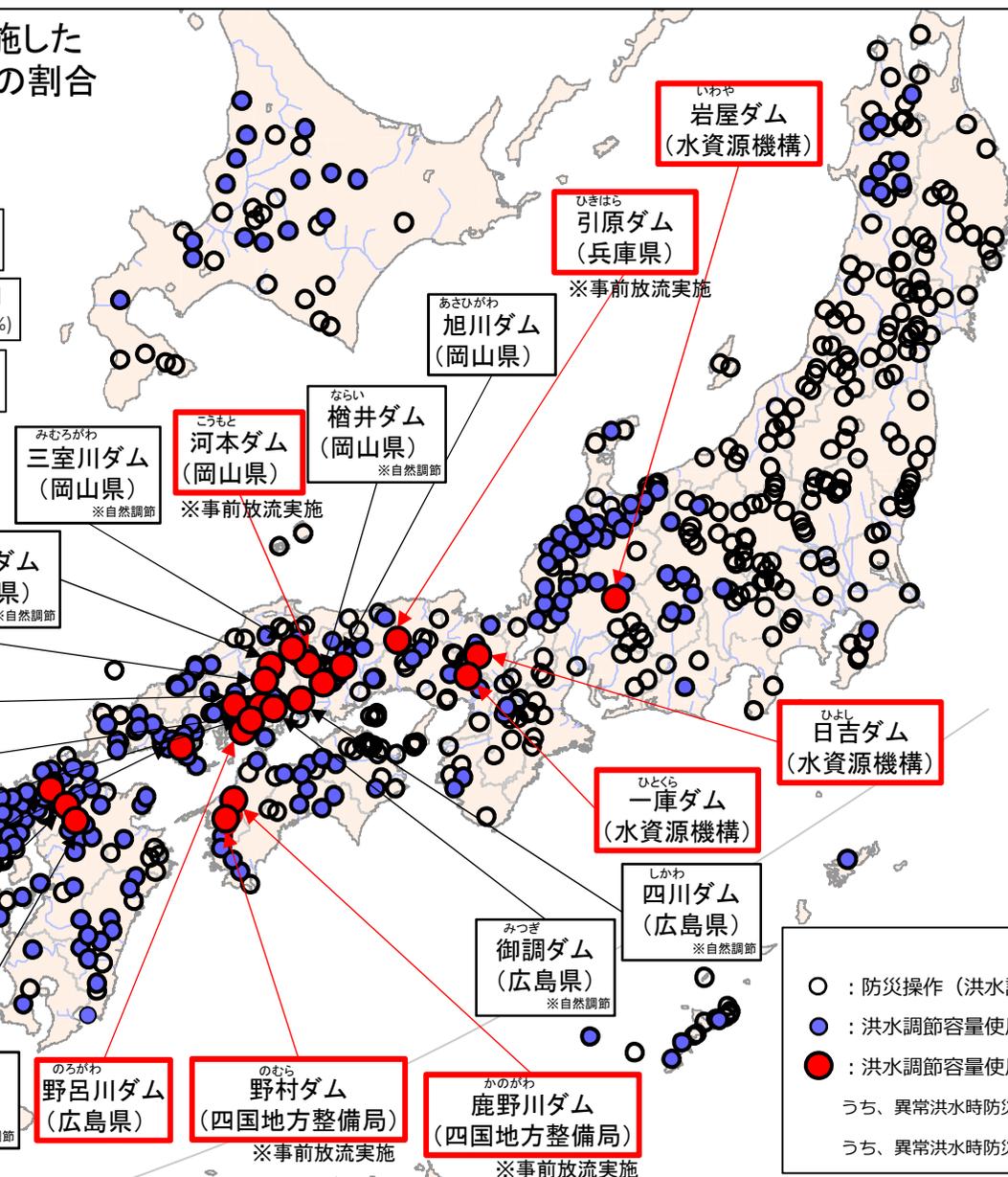
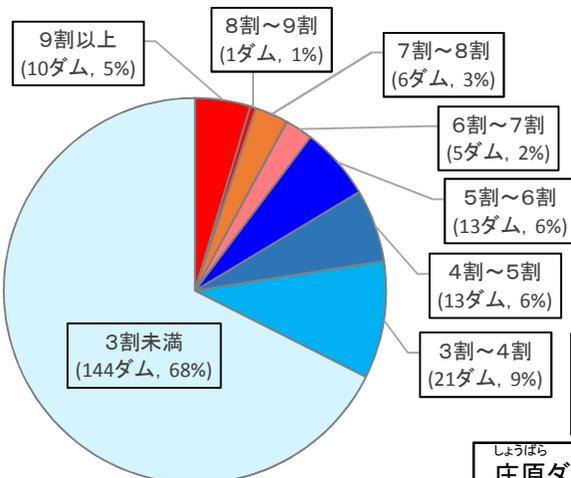


※本資料の数値等は速報値であるため、今後の精査等により変更する場合があります。

平成30年7月豪雨におけるダムの状況や特徴

○平成30年7月豪雨で洪水調節を行った213ダムのうち、22ダムは洪水調節容量の6割以上を使用。

平成30年7月豪雨で洪水調節を実施した213ダムの洪水調節容量使用率毎の割合



<22ダムの特徴>

- 長時間にわたる降雨による複数のピーク流量を形成する洪水により、洪水調節容量を長時間にわたり使用し続けたダム。
- 急激な降雨の増大による鋭いピーク流量を形成する洪水により、洪水調節容量を短時間で一気に使用したダム。
- 事前放流を実施してもなお洪水調節容量を使い切り、異常洪水時防災操作へ移行したダム。
- 下流河川の流下能力等に応じた暫定的な操作規則において、洪水調節容量を使い切り、異常洪水時防災操作へ移行したダム。

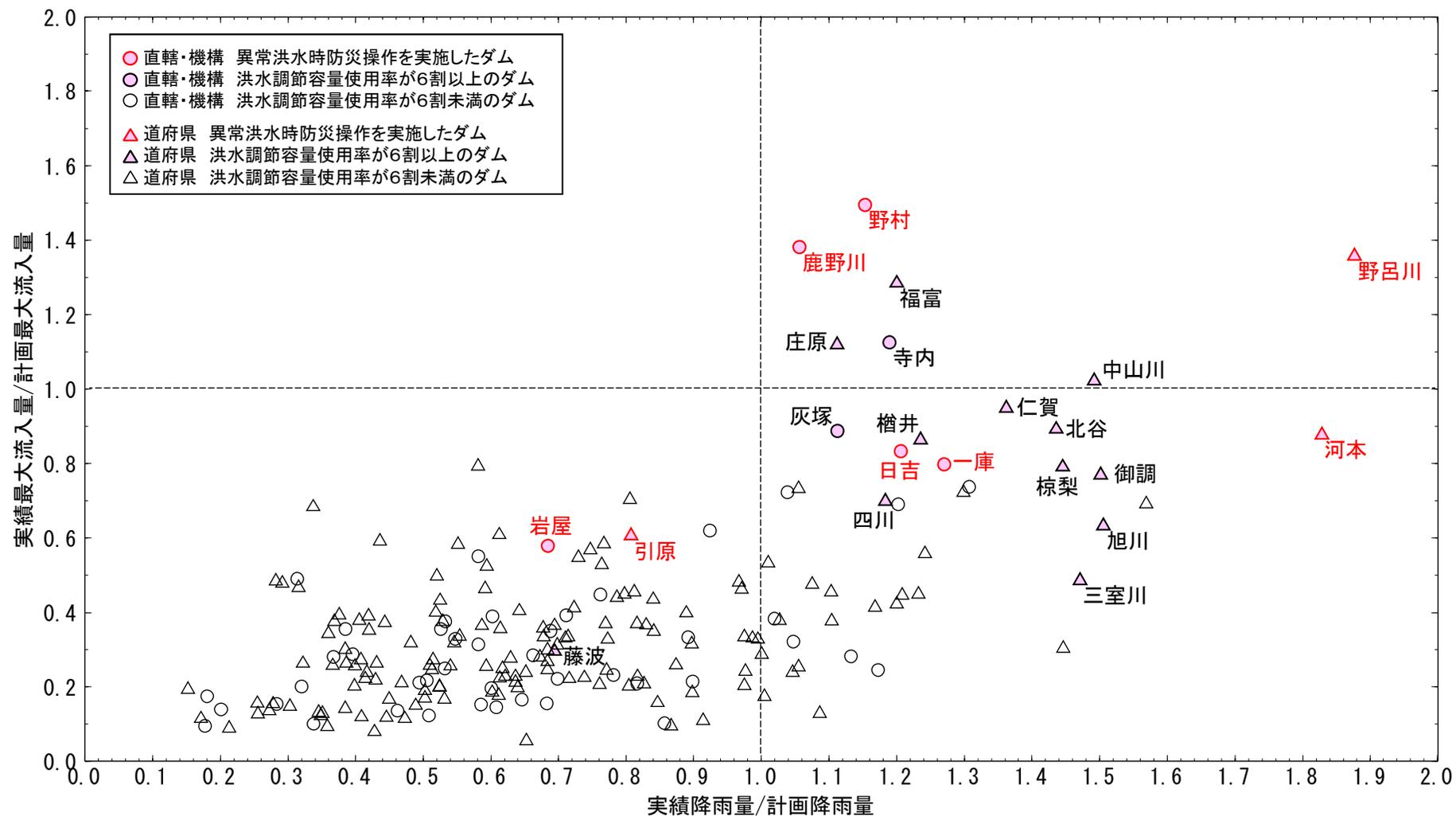
【凡例】

- : 防災操作（洪水調節）を実施していないダム（345ダム）
- : 洪水調節容量使用率が6割未満のダム（191ダム）
- : 洪水調節容量使用率が6割以上のダム（22ダム）
- うち、異常洪水時防災操作を実施していないダム（14ダム）
- うち、異常洪水時防災操作を実施したダム（8ダム）

※本資料に掲載した数値は速報値であるため、今後の精査等により変わる場合があります

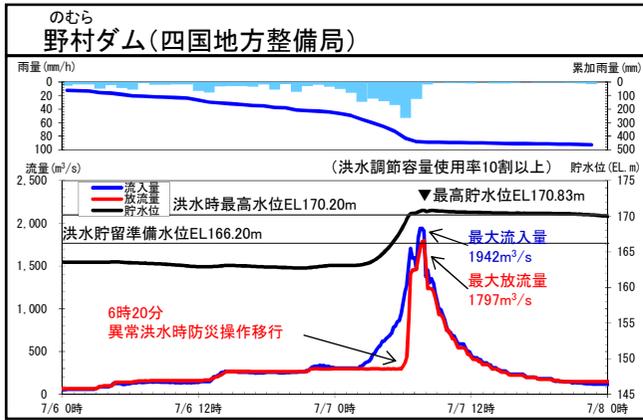
(参考) 平成30年7月豪雨におけるダムの計画に対する実績降雨量と最大流入量

○ダムの実績降雨量と計画降雨量の比と実績最大流入量と計画最大流入量の比の関係

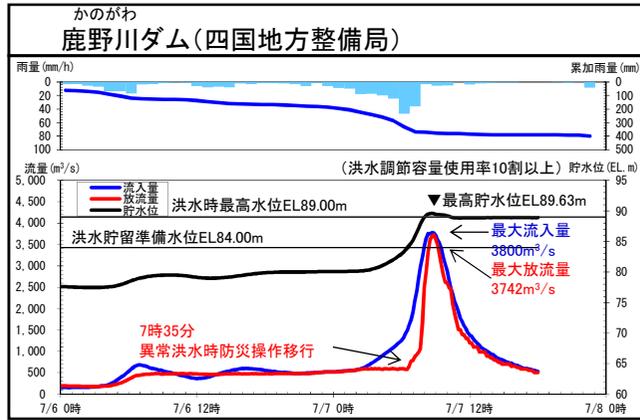


※1 実績最大流入量:平成30年7月豪雨によるダム地点の実績最大流入量
 ※2 計画最大流入量:各ダムにおける計画最大流入量
 ※3 実績降雨量:平成30年7月豪雨による各ダムの計画降雨継続時間内の実績降雨量
 ※4 計画降雨量:各ダムの計画降雨継続時間内の計画降雨量

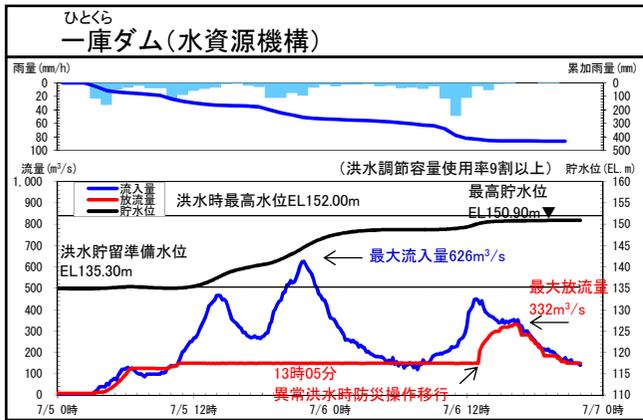
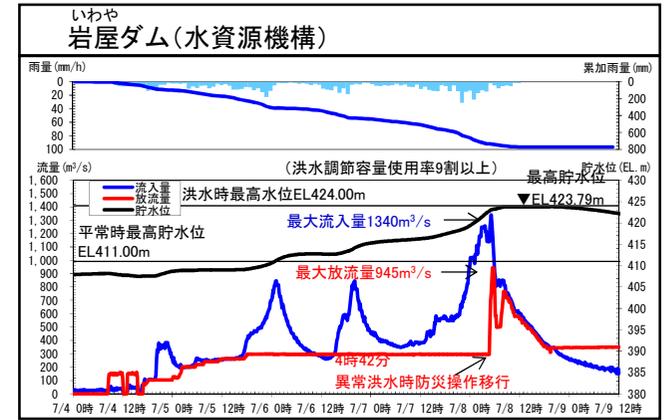
(参考)平成30年7月豪雨における防災操作(洪水調節)で洪水調節容量使用率が6割以上の22ダムにおける洪水調節状況(1)



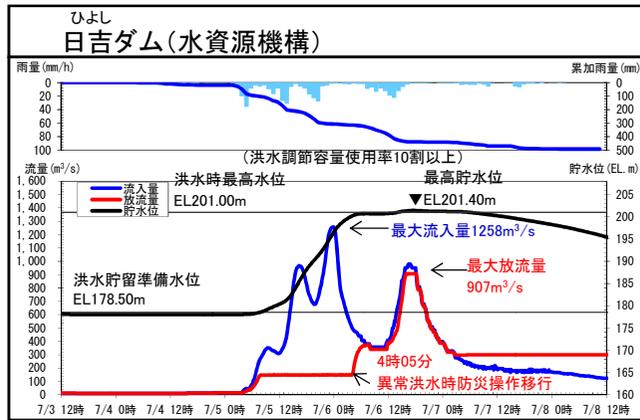
※事前放流実施、暫定的な操作規則



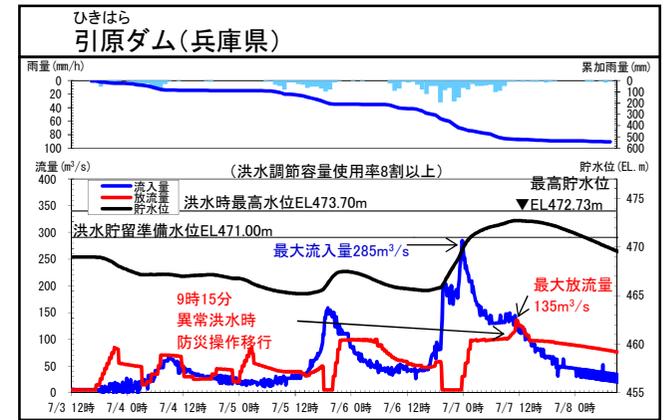
※事前放流実施、暫定的な操作規則



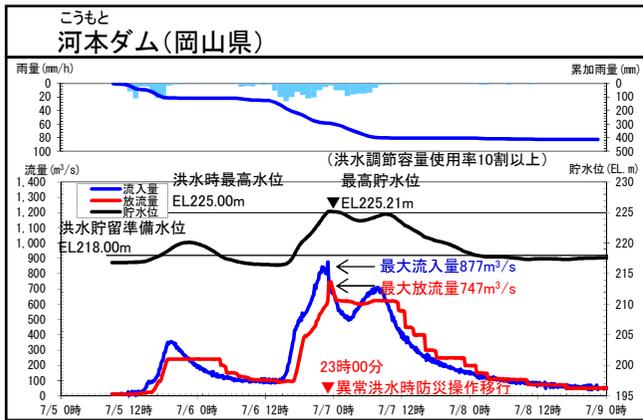
※暫定的な操作規則



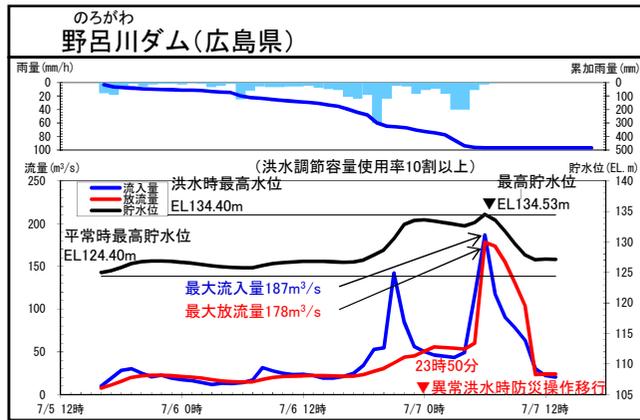
※暫定的な操作規則



※事前放流実施

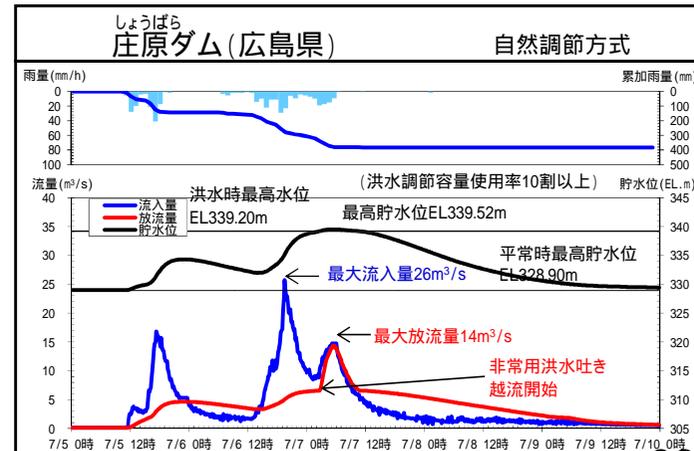
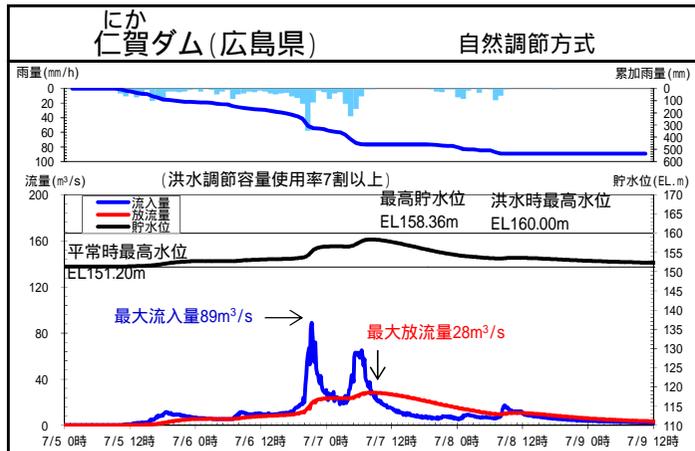
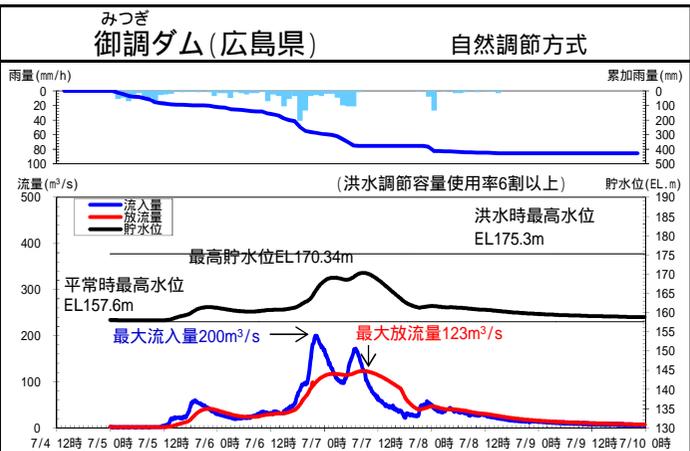
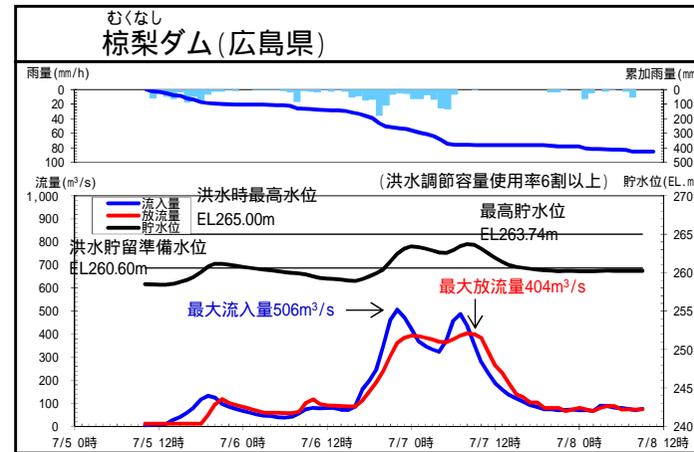
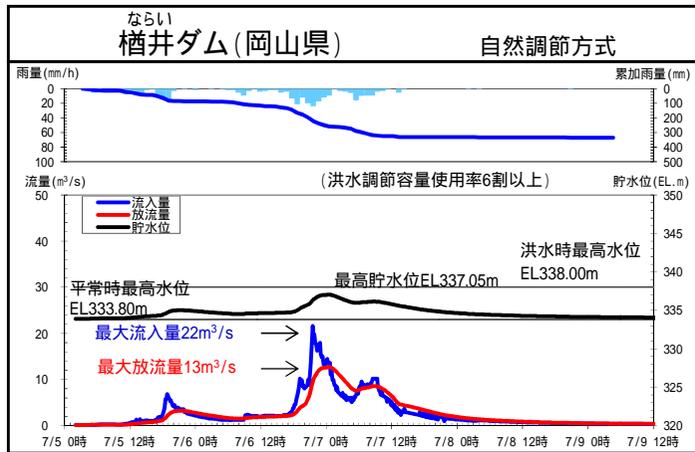
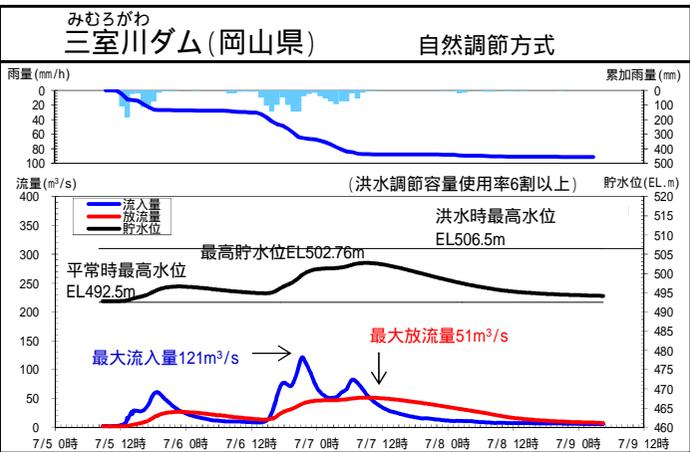
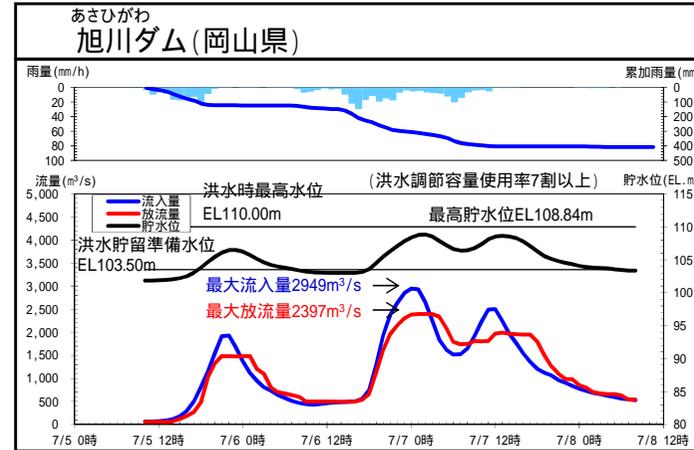
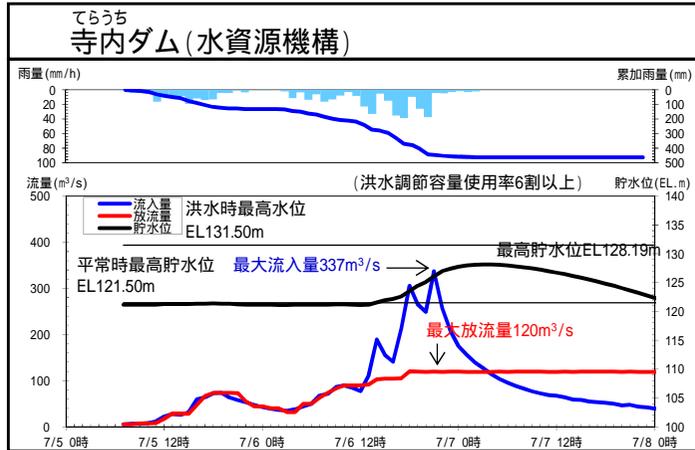
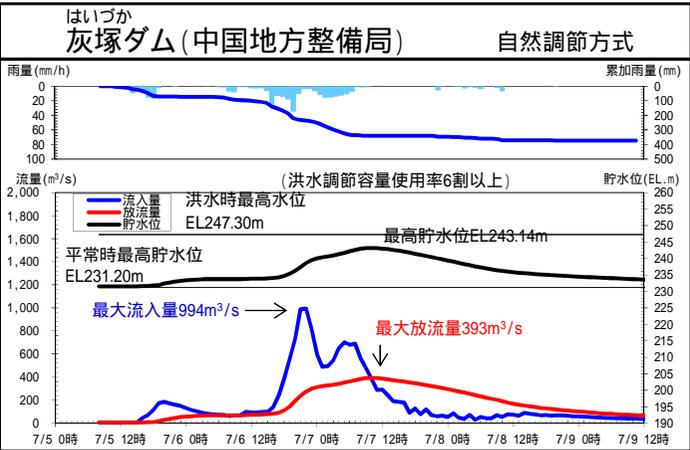


※事前放流実施



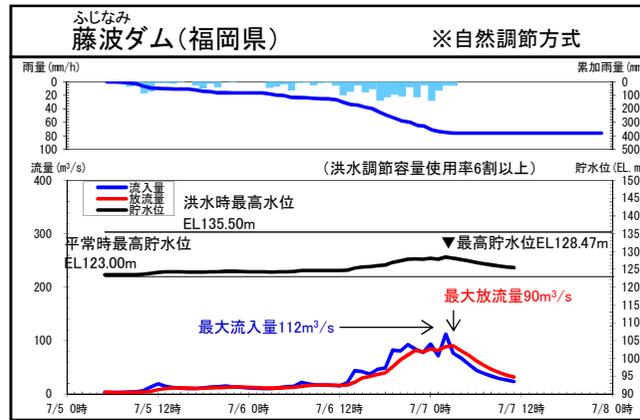
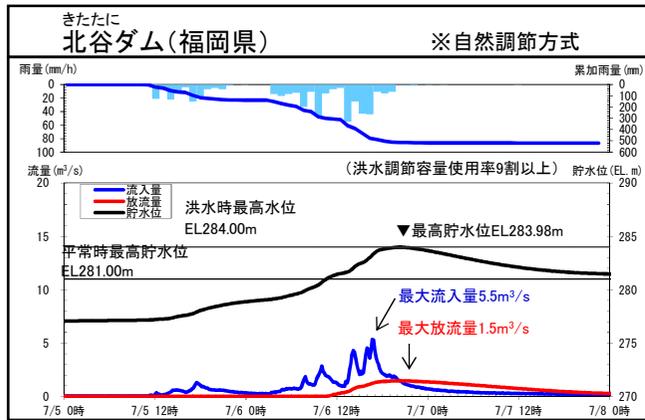
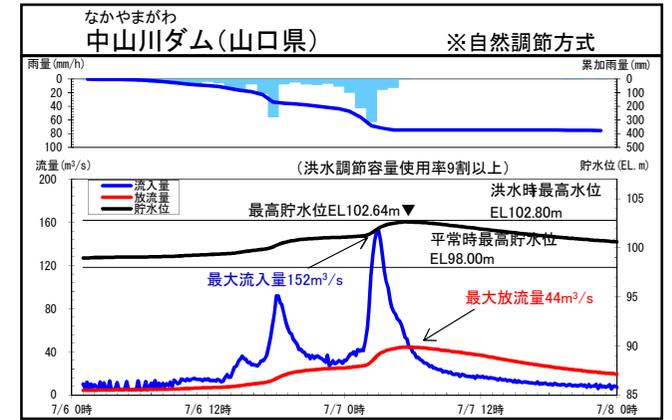
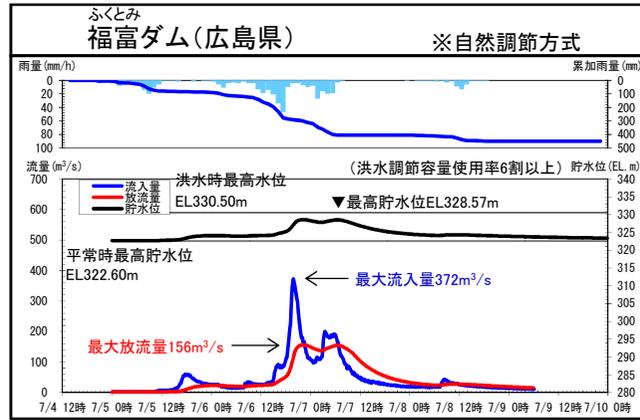
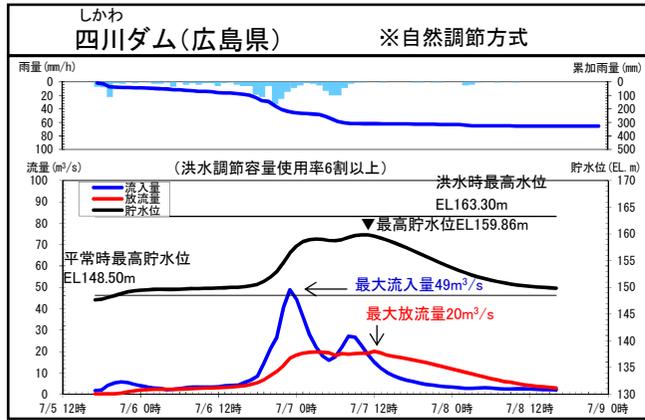
※本資料に掲載した数値等は速報値であるため、今後の精査等により変わる場合があります

(参考) 平成30年7月豪雨における防災操作(洪水調節)で洪水調節容量使用率が6割以上の22ダムにおける洪水調節状況(2)



本資料に掲載した数値等は速報値であるため、今後の精査等により変わる場合があります

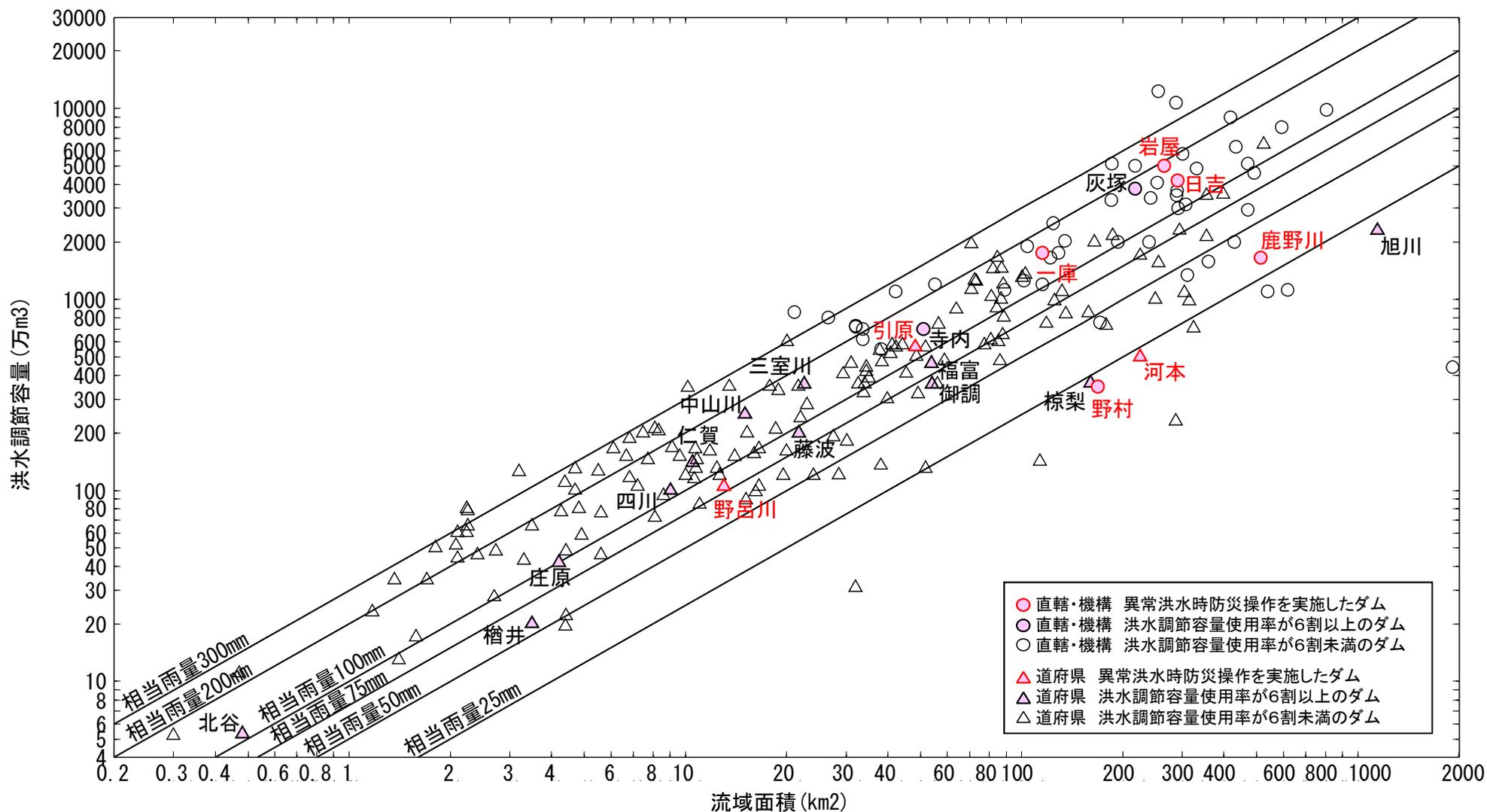
(参考)平成30年7月豪雨における防災操作(洪水調節)で洪水調節容量使用率が6割以上の22ダムにおける洪水調節状況(3)



※本資料に掲載した数値等は速報値であるため、今後の精査等により変わる場合があります

(参考)ダムの洪水調節容量の評価【平成30年7月豪雨で洪水調節を実施したダム】(1-1)

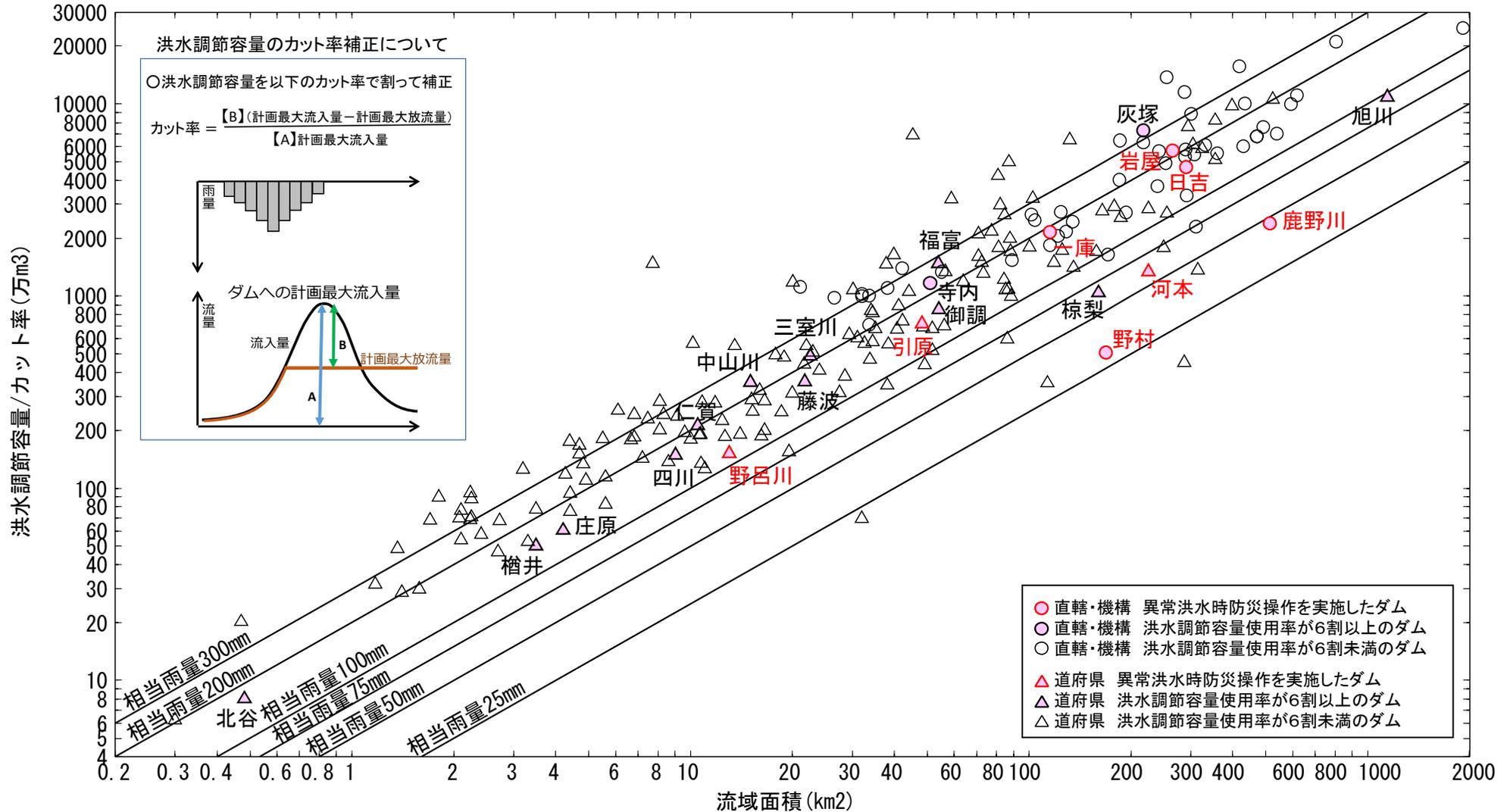
○ダムの相当雨量(ダムの洪水調節容量/流域面積)



※1 洪水調節容量:各ダムの洪水調節容量(平成30年7月豪雨の時期)
 ※2 流域面積:ダム地点上流の流域面積

(参考)ダムの洪水調節容量の評価【平成30年7月豪雨で洪水調節を実施したダム】(1-2)

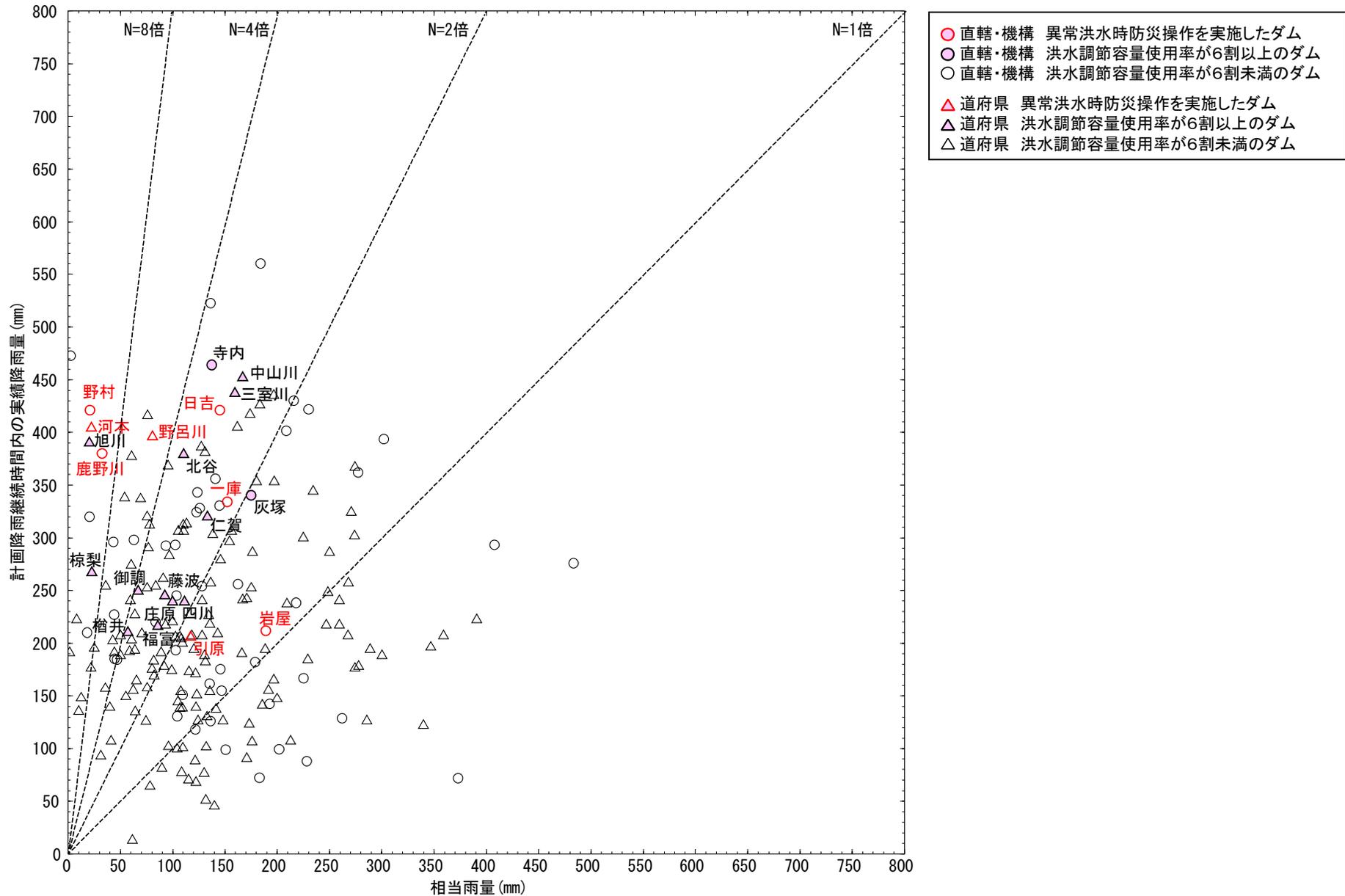
○ダムの相当雨量(ダム洪水調節容量(カット率補正)／流域面積)



※1 洪水調節容量:各ダムの洪水調節容量(平成30年7月豪雨の時期)
 ※2 流域面積:ダム地点上流の流域面積

(参考)ダムの洪水調節容量の評価【平成30年7月豪雨で洪水調節を実施したダム】(2-1)

○ダムの相当雨量と計画降雨継続時間内の実績雨量の関係



※相当雨量: 洪水調節容量を流域面積で除した数値(単位:mm)

※本資料に掲載した数値等は速報値であるため、今後の精査等により変わる場合があります 32

【事例】 豪雨災害後の治水対策が効果を発揮 【信濃川水系刈谷田川(H16.7洪水、H23.7洪水)】

しなのがわ

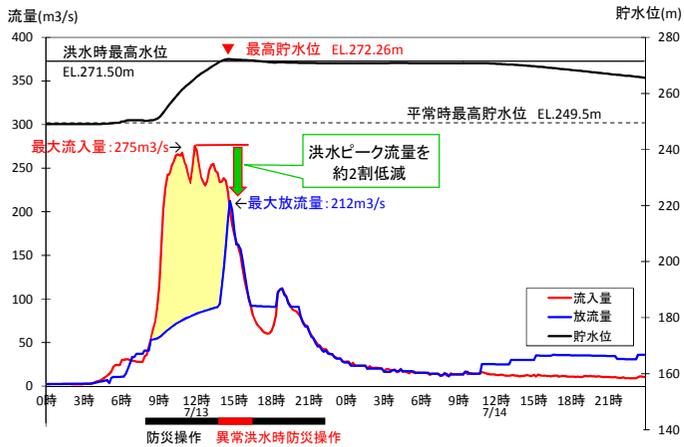
かりやたがわ

- 平成16年7月洪水において、刈谷田川では433mmの降雨を記録。刈谷田川ダムは異常洪水時防災操作に移行したものの、約325万m³を貯留し、ピーク流量を約2割低減するなど被害軽減を図ったが、家屋浸水などの被害が発生。
- 再度災害防止に向け、刈谷田川では、災害復旧等関連緊急事業や災害復旧助成事業などにより河川改修や遊水地整備を行うとともに、**刈谷田川ダムでは、利水容量の一部（約70万m³）を洪水調節容量に振り替え、操作規則を変更。**
- 平成23年7月洪水でも、総雨量400mmを超える降雨を記録したが、**洪水による浸水被害を解消。**

平成16年7月洪水の概要

総雨量 433mm

刈谷田川ダム洪水調節図 約325万m³を貯留

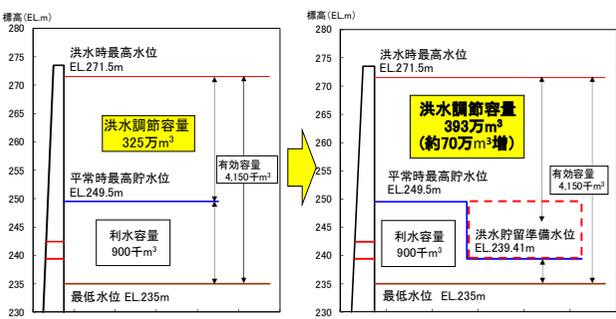


長岡市(旧中之島町)・見附市で被害発生

全半壊家屋：361戸
浸水家屋：2,197戸 浸水面積：1,153ha

再度災害防止 実施内容

- 河川改修等(平成16～22年度)
 - ・災害復旧等関連緊急事業 堤防嵩上げ、河道掘削 等
 - ・災害復旧助成事業 築堤、河道掘削、遊水地 等
- 刈谷田川ダム(平成21年度)
 - ・利水容量の振り替え(約70万m³)
 - ・操作規則の変更 (一定開度方式→自然調節方式)

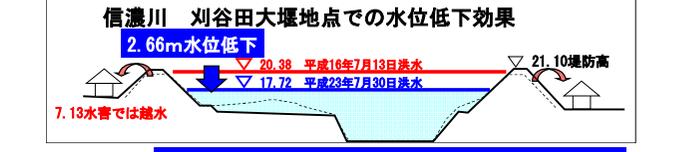
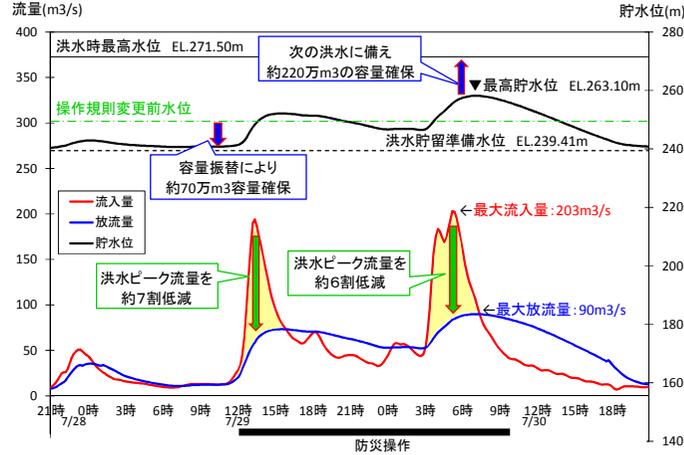


※この他、事前防災としての河川改修なども実施している。

平成23年7月洪水の効果

総雨量 410mm

刈谷田川ダム洪水調節図 約171万m³を貯留



信濃川 刈谷田大堰地点での水位低下効果

2.66m水位低下

洪水による浸水被害を解消

【事例】

豪雨後の治水対策が効果を発揮【淀川水系桂川(H25.9洪水、H30.7洪水)】

よどがわ かつら

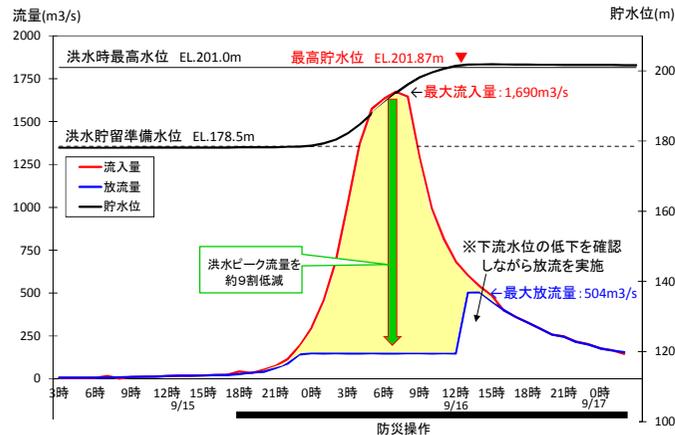
- 平成25年9月洪水において、桂川では345mmの降雨を記録。日吉ダムは約4,460万m³を貯留し、ピーク流量を約9割低減するなど被害軽減を図ったが、家屋浸水などの被害が発生。
- 再度災害防止に向け、桂川では、河川改修(河道掘削・堰撤去等)を実施中。
- 平成30年7月洪水でも、平成25年9月洪水の1.22倍となる421mmの降雨を記録し、日吉ダムは、約4,400万 m³を貯留し、ピーク流量を約9割低減し、**洪水による浸水被害を大幅に軽減**。その後、異常洪水時防災操作に移行したものの、**洪水ピーク時間を約16時間遅らせ、避難時間を確保**。

平成25年9月洪水の概要

流域平均雨(48h) 345mm

日吉ダム洪水調節図

約4,460万m³を貯留



京都市(嵐山地区)で被害発生

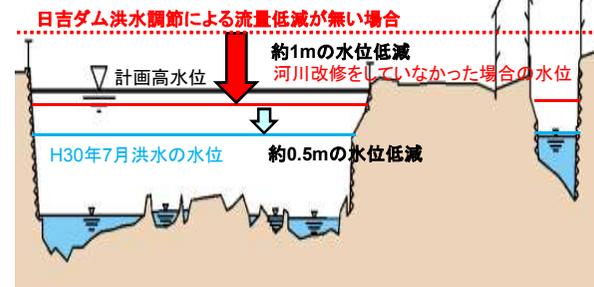
浸水家屋：93戸 浸水面積：10ha

再度災害防止 実施内容

- 河川改修等(平成26年～実施中)
 - ・河道掘削・堰撤去 等

※この他、事前防災としての河川改修なども実施している。

嵐山地区(渡月橋付近)の水位低下効果



嵐山地区(渡月橋付近)における浸水範囲低減効果

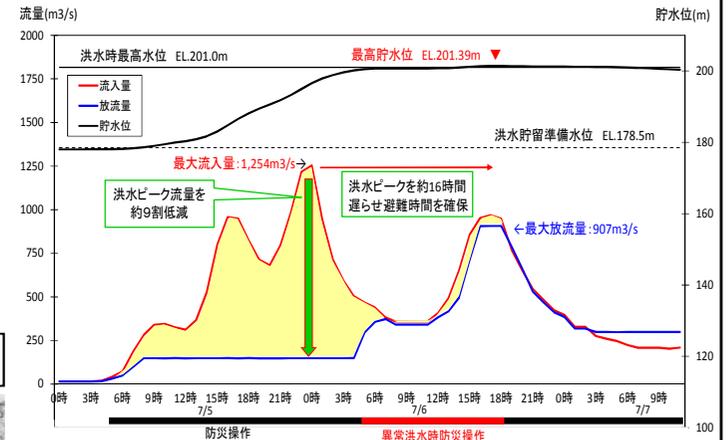


平成30年7月洪水の効果

流域平均雨量(48h) 421mm 【1.22倍】

日吉ダム洪水調節図

約4,400万m³を貯留



洪水による家屋浸水を大幅に軽減

【事例】豪雨災害後の治水対策が効果を発揮【阿武隈川水系阿武隈川(H10.8洪水、H23.9洪水)】

あぶくまがわ

あぶくまがわ

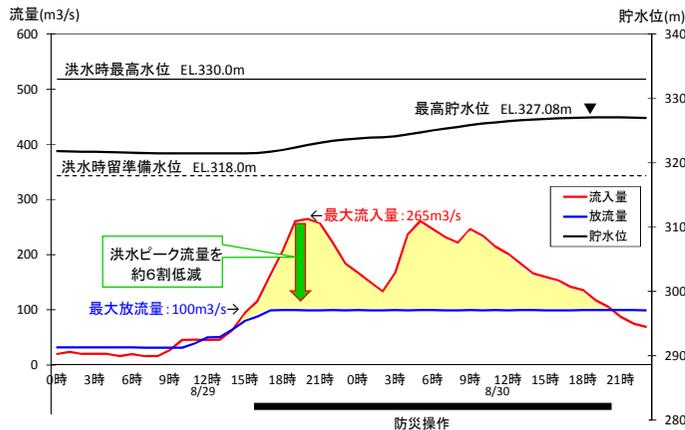
- 平成10年8月洪水において、阿武隈川では208mmの降雨を記録。三春ダムは約960万m³を貯留し、ピーク流量を約6割低減するなど被害軽減を図ったが、2箇所で堤防決壊し、多数の死者・負傷者、家屋浸水などの被害が発生。
- 再度災害防止に向け、阿武隈川では、平成の大改修として短期集中的に河川改修などを実施。
- 平成23年9月洪水でも、平成10年8月洪水を超える218mm降雨を記録したが、**洪水による浸水被害を大幅に軽減。**また、**三春ダムは特別防災操作による洪水の全量カットにより、阿武隈川上流域の堤防越水の危険を回避。**

平成10年8月洪水の概要

流域平均雨量(2日) 208mm

三春ダム洪水調節図

約960万m³を貯留



阿武隈川で堤防決壊(2箇所)し、被害発生

死者・負傷者:20名

全半壊家屋: 69戸 浸水家屋: 3,590戸

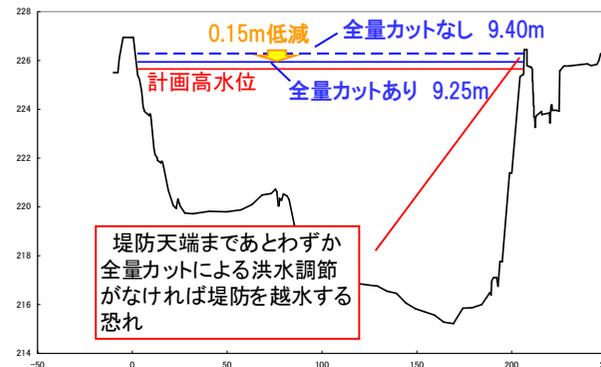
再度災害防止 実施内容

- 河川改修等(平成10~12年度) 築堤、護岸整備 等(平成の大改修)

※この他、事前防災としての河川改修なども実施している。

降雨の終息を精度良く予測でき、特別防災操作により、更に水位低下

阿武隈川 阿久津水位観測所



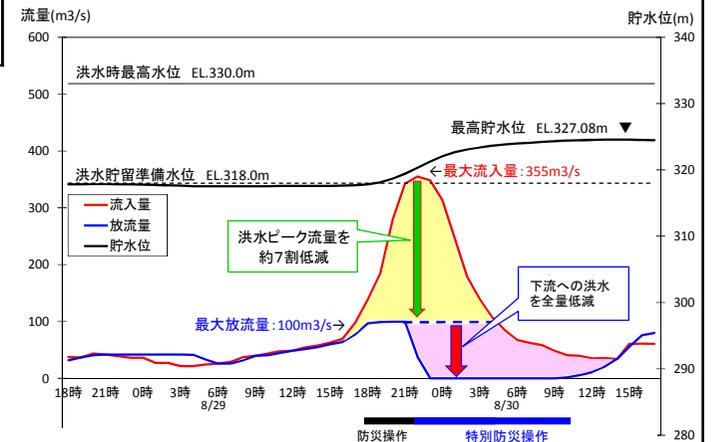
堤防越水の危険を回避

平成23年9月洪水の効果

流域平均雨量2日) 218mm 【約1.05倍】

三春ダム洪水調節図

約800万m³を貯留



阿武隈川上流域の被害軽減効果

	[H10]	[H23]
浸水面積(ha)	1,846	約320 (約8割減)
浸水戸数(戸)	1,917	約740 (約6割減)

【事例】豪雨災害後の治水対策が効果を発揮【宮川水系宮川・横輪川(H16.9洪水、H23.9洪水)】

みやがわ みやがわ よこわがわ

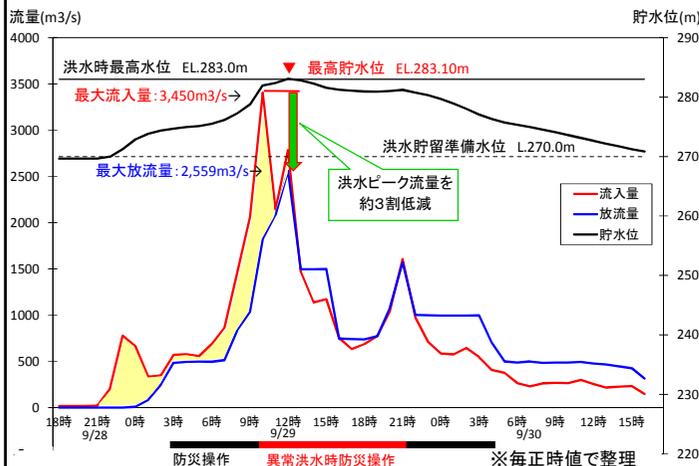
- 平成16年9月洪水において、宮川では352mmの降雨を記録。宮川ダムは異常洪水時防災操作に移行したものの、約2,530万m³を貯留し、ピーク流量を約3割低減するなど被害軽減を図ったが、家屋浸水などの被害が発生。
- 再度災害防止に向け、宮川では床上浸水対策特別緊急事業、横輪川では災害復旧助成事業などにより河川改修を行うとともに**宮川ダムでは、操作規則を変更、利水容量の一部を事前放流する運用を開始。**
- 平成23年9月洪水でも、平成16年9月洪水を超える375mmの降雨を記録したが、**宮川では洪水による浸水被害を大幅に軽減し、横輪川では洪水による浸水被害を解消。**

平成16年9月洪水の概要

流域平均雨量(12h) 352mm

宮川ダム洪水調節図

約2,530万m³を貯留

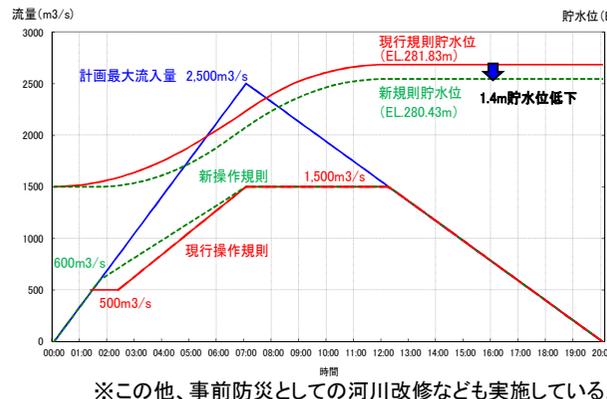


伊勢市で外水氾濫し、被害発生

宮川：浸水家屋：159戸 浸水面積：37.1ha
横輪川：浸水家屋：78戸 浸水面積：29ha

再度災害防止 実施内容

- 河川改修等(平成16~23年度)
 - ・床上浸水対策特別緊急事業(宮川) 築堤、河道掘削 等
 - ・災害復旧助成事業(横輪川) 堤防嵩上げ、河道掘削 等
- 宮川ダム(平成17,19年度)
 - ・操作規則の変更 (洪水調整開始流量の見直し)
 - ・利水容量の一部を事前放流



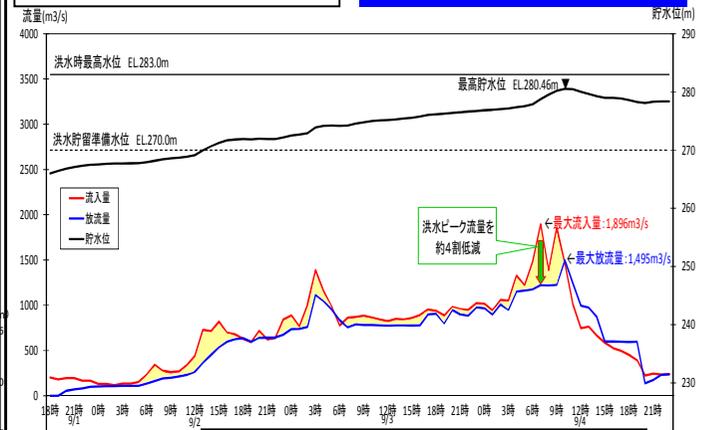
※この他、事前防災としての河川改修なども実施している。

平成23年7月洪水の効果

流域平均雨量(12h) 375mm 【1.07倍】

宮川ダム洪水調節図

約2,020万m³を貯留



宮川(8.4KP)での水位低下効果



横輪川では洪水による浸水被害を解消

【事例】 豪雨災害後の治水対策が効果を発揮 なるせがわ よしだがわ **【鳴瀬川水系吉田川(S61.8洪水、H27.9洪水)】**

- 昭和61年8月洪水において、吉田川では289mmの降雨を記録。4箇所で堤防決壊し、家屋浸水などの被害が発生。
- 再度災害防止に向け、吉田川では、激甚災害対策特別緊急事業などにより河川改修を行うとともに、昭和61年8月洪水以前より整備を進めていた、南川ダム、宮床ダムを完成。
- 平成27年9月洪水でも、昭和61年8月洪水の約1.1倍なる324mmの降雨を記録したが、**洪水による浸水被害を大幅に軽減。**

昭和61年8月洪水の概要

流域平均雨量(2日) 289mm

吉田川で堤防決壊(4箇所)し、大崎市(旧鹿島台町)、松島町、大郷町、大和町で被害発生

浸水家屋：890戸 浸水面積：1,100ha

再度災害防止 実施内容

- 河川改修等(昭和61～平成2年度)
 - ・激甚災害対策特別緊急事業
 - 築堤、河道掘削 等
- 南川ダム(昭和62年完成)
- 宮床ダム(平成9年完成)

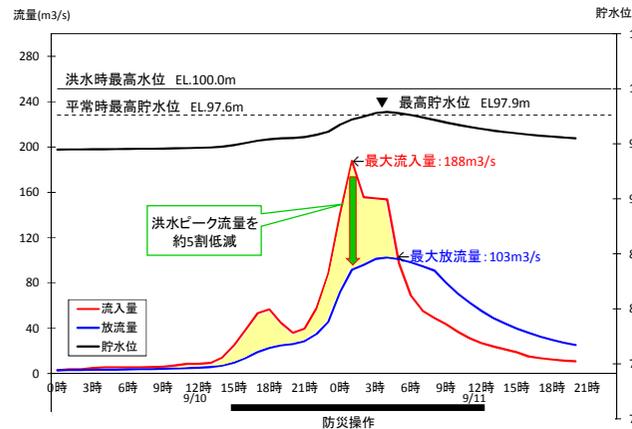
※この他、事前防災としての河川改修なども実施している。

平成27年9月洪水の効果

流域平均雨量(2日) 324mm 【1.12倍】

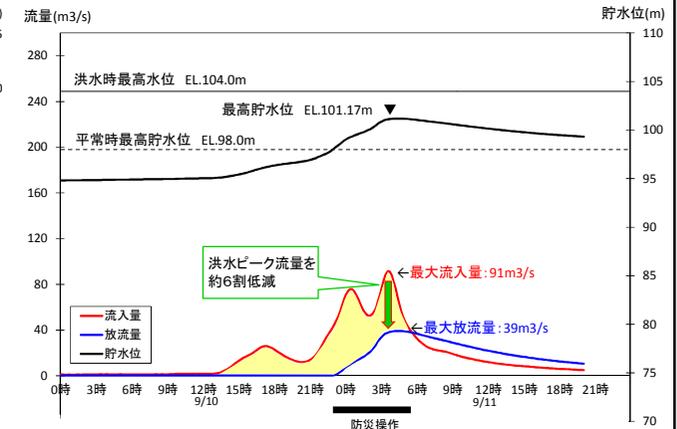
**南川ダム
洪水調節図**

約41万m³を貯留



**宮床ダム
洪水調節図**

約165万m³を貯留



河川整備の被害軽減効果



大崎市(旧鹿島台町)、松島町では洪水による浸水被害を解消し、堤防越水の危険を回避

【事例】

豪雨災害後の治水対策が効果を発揮

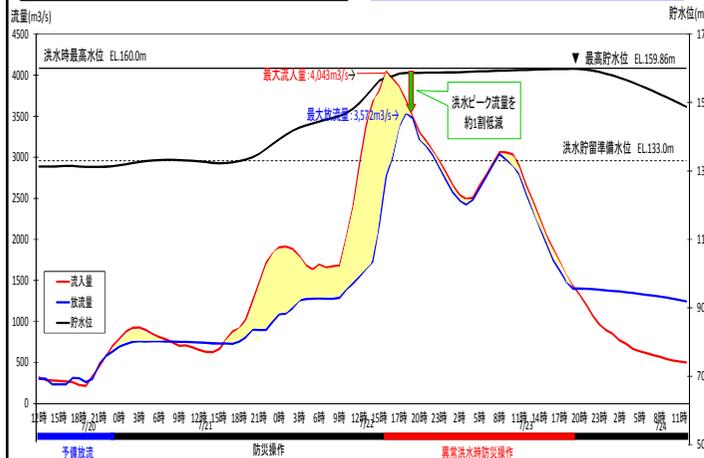
せんだいがわ せんだいがわ
【川内川水系川内川(H18.7洪水,H30.6洪水)】

- 平成18年7月洪水において、川内川では295mmの降雨を記録。鶴田ダムは異常洪水時防災操作に移行したものの、約7,500万m³を貯留し、ピーク流量を約1割低減するなど被害軽減を図ったが、家屋浸水などの被害が発生。
- 再度災害防止に向け、川内川では激甚災害対策特別緊急事業などにより河川改修を行うとともに、**鶴田ダム再開発事業では、放流設備増強、利水容量等(2,300万m³)を洪水調節に振り替え、操作規則を変更。**
- 現在までに、平成18年7月洪水と同規模の降雨は観測していないものの、平成28年4月の運用後最大となる平成30年6月洪水では、約2,000万m³を貯留し、ピーク流量を約5割低減。

平成18年7月洪水の概要

流域平均雨量(12h) 295mm

鶴田ダム洪水調節図 約7,500万m³を貯留

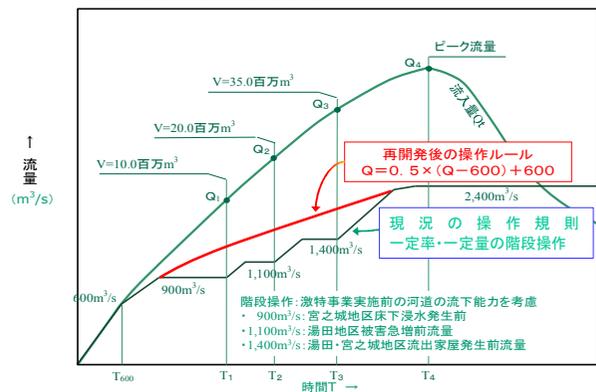


薩摩川内市、さつま町などで被害発生

浸水家屋：2,347戸 浸水面積：2,777ha

再度災害防止 実施内容

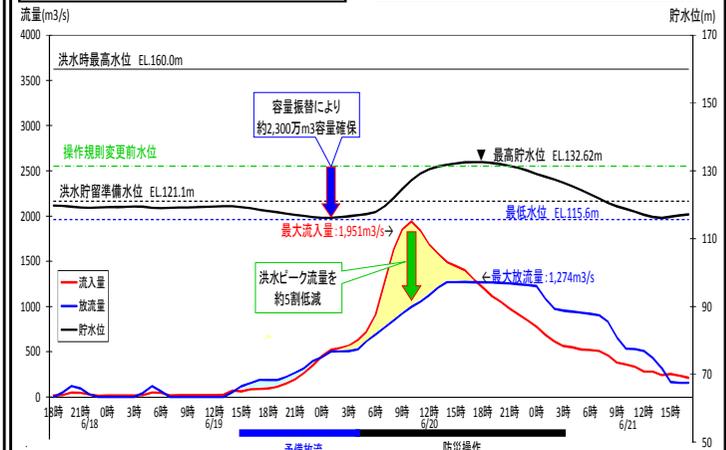
- 河川改修等(平成18～23年度)
 - ・激甚災害対策特別緊急事業
 - ・築堤、河道掘削、分水路 等
- 鶴田ダム再開発(平成19～29年度)
 - ・放流設備の増強
 - ・利水容量等の振り替え (2,300万m³)
 - ・操作規則の変更



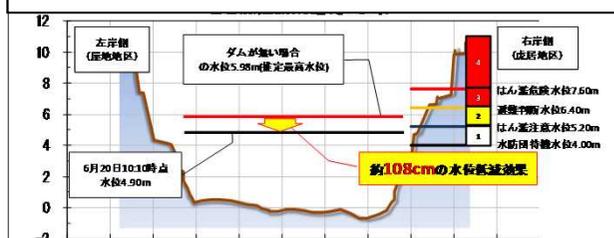
※この他、事前防災としての河川改修なども実施している。

平成30年6月洪水の効果

鶴田ダム洪水調節図 約2,000万m³を貯留



川内川 宮之城観測所での水位低下効果



対応すべき課題(1)

○異常豪雨によってダム洪水調節容量を使い切ってしまうことに対し、

論点	対応すべき課題
I. 洪水貯留準備操作(事前放流)により、より多くの容量を確保することはできないのか	<ul style="list-style-type: none"> ・降雨やダム流入量の予測精度(数日前) ・水位低下後に貯水位が回復しなかった場合の渇水被害リスク ・利水容量の確保を求める利水者の同意を得ること ・利水容量内の水を放流する際の機能の課題(放流設備の位置、放流能力、水位低下速度等) 等
II. 異常洪水時防災操作に移行する前の通常の防災操作(洪水調節)の段階で、より多く放流することはできないのか	<ul style="list-style-type: none"> ・下流河川の流下能力不足による制約 ・貯水位が低い時点での放流能力による制約 等
III. 気象予測に基づく防災操作(洪水調節)の高度化を行うことはできないのか	<ul style="list-style-type: none"> ・降雨量やダム流入量の予測精度(数時間前) ・早い段階から浸水が発生して避難が困難になるとともに、予測が外れた場合には、本来回避できたはずの被害が発生すること ・リスクに関する地域の認識の共有 等
IV. 洪水調節容量を増やすことはできないのか	<ul style="list-style-type: none"> ・ダムのかさ上げ等におけるダムの型式やダムサイトの地形・地質条件、既設ダムを運用しながらの工事など、制約条件のもとでの設計・施工 ・他の目的の容量の振替 等

対応すべき課題(2)

○ダム操作に関わる情報が住民の避難行動に繋がっていないことに対し、

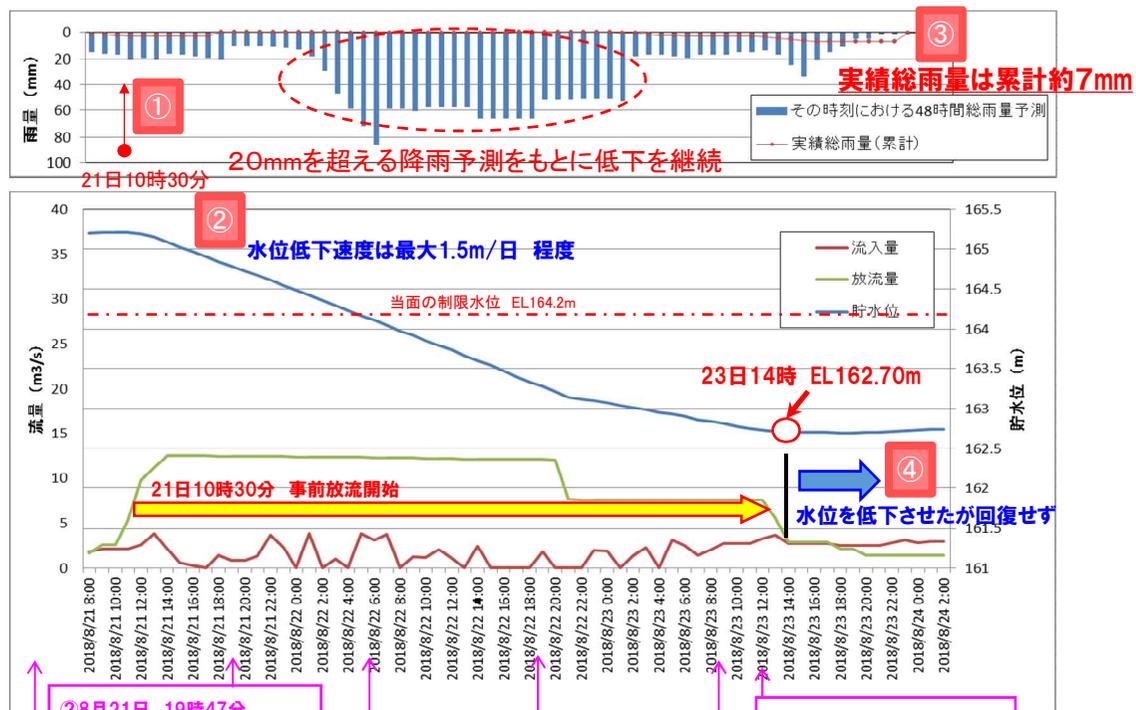
論点	対応すべき課題
<p>V. 平常時からの情報提供 ～認識の共有～</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ダム下流河川における浸水想定図が作成されていないなど、リスク情報が住民等に十分に周知されていないこと ・ダムの機能や操作(異常洪水時防災操作を含む)が十分に認知されていないこと ・ダムの操作に関する情報等が災害時の適切な行動に十分に活用されていない(平常時からの備えが行われていない)こと 等
<p>VI. 発災時の住民への情報提供 ～「伝える」から「伝わる」、「行動する」へ～</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・住民等に緊急性や切迫感が必ずしも十分に伝わっていないこと ・市町村の避難勧告等の発令と連携しつつ情報伝達範囲や手段の充実が求められること ・ダム下流の住民にダムの貯水池の状況(特に貯水位の変化)が十分に伝わっていないこと ・多くの防災情報があるにもかかわらず利用されていない(情報過多、アクセシ性が悪い等) 等
<p>VII. 緊急時の市町村への情報提供 ～判断につながる情報提供～</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ダム操作に関する情報やその意味、伝達されるタイミングなどが市町村長に認知、共有されていないこと ・ダム放流情報等と避難情報の発令等の関連が明確になっていないこと 等

I. 洪水貯留準備操作(事前放流)により、より多くの容量を確保することはできないのか(1)

課題

- ・降雨やダム流入量の予測精度(数日前)
- ・水位低下後に貯水位が回復しなかった場合の渇水被害リスク
- ・利水容量の確保を求める利水者の同意を得ること

総雨量の時系列変化(48時間総雨量の予測と実績総雨量の比較)とダムの貯水位変化(野村ダム:台風20号)



【地方気象台からの気象情報】

- ① 8月20日 19時05分 南予100~200mm
- ② 8月21日 19時47分 多いところ100~200mm
- ③ 8月22日 5時51分 台風20号西日本上陸の恐れ 西日本豪雨並みの雨
- ④ 8月22日 18時26分 多いところ300~400mm
- ⑤ 8月23日 8時18分 太平洋側 800mm 瀬戸内側 500mm 局地的に2日で1,000mmの大雨のおそれ
- ⑥ 8月23日 12時00分 四国の多いところ800mm

渇水被害リスク

- ① 降雨予測(数日前)では大きな降雨を予測
- ② よって、洪水貯留準備操作(事前放流)により最大1.5m/日程度で貯水位を低下
- ③ しかし、実際には予測ほどの降雨がなかった
- ④ その結果、放流量を減量したが貯水位が回復しなかった(実績総雨量は累計約7mm)

I . 洪水貯留準備操作(事前放流)により、より多くの容量を確保することはできないのか(2)

課題

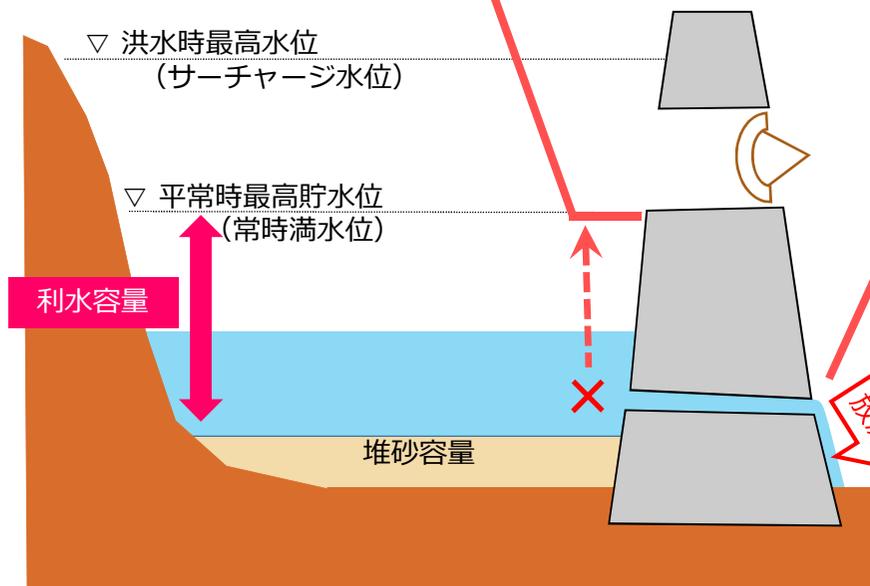
・利水容量内の水を放流する際の機能の課題(放流設備の位置、放流能力、水位低下速度等)

○利水容量内での放流設備の位置

低い位置に放流設備がない場合は、水位を低下させることのできる高さに制約がある

○放流能力

放流能力が小さい利水放流管等では、数日間で放流できる量に制約がある



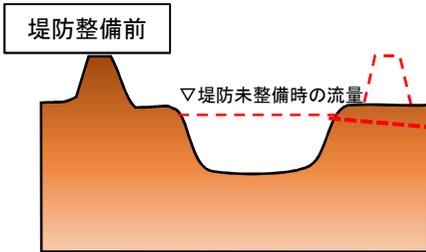
水位低下速度

水位を低下するにあたっては、下流河川や貯水池の安全性を考慮する必要がある

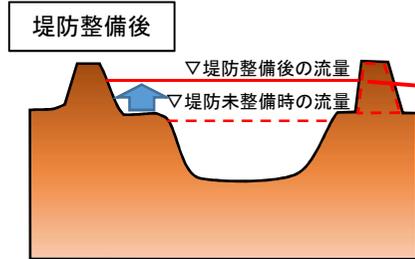
II. 異常洪水時防災操作に移行する前の通常の防災操作(洪水調節)の段階で、より多く放流することはできないのか

課題

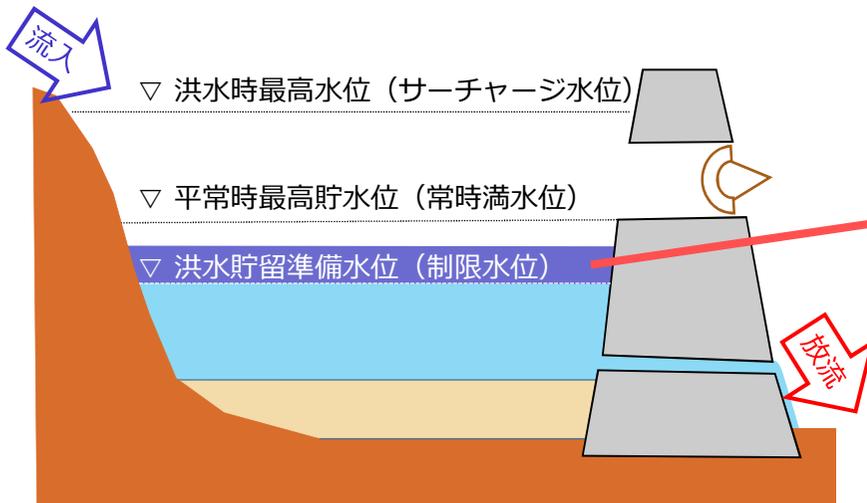
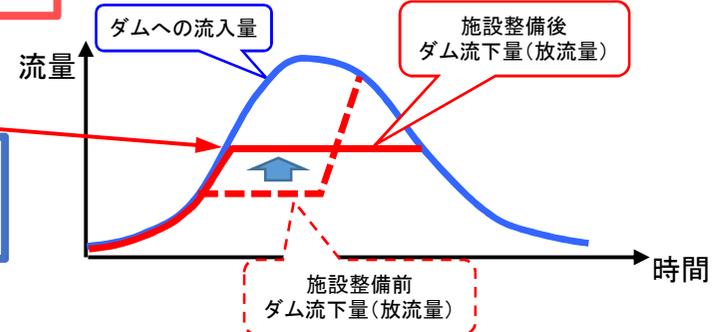
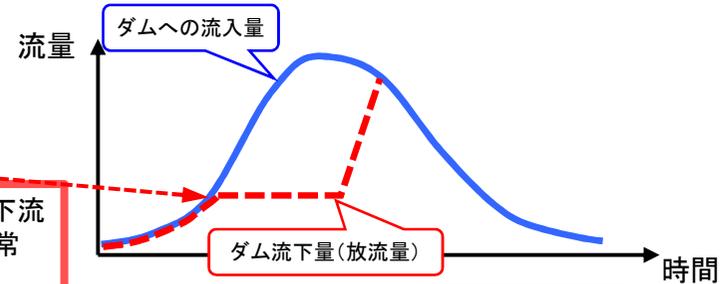
- ・下流河川の流下能力不足による制約
- ・貯水位が低い時点での放流能力不足による制約



下流河川の流下能力が不足する場合、下流河川の流下能力に見合った放流量で通常の防災操作を行わなければならない



下流河川の流下能力向上にあわせて、通常の防災操作(洪水調節)の段階で、ダム流下量(放流量)を増量



貯水位が低い時点での放流能力

貯水位が低い時点では、放流能力が小さい放流管等の場合は初期の洪水を貯留してしまい、ピーク時に確保できる洪水調節容量に制約がある

※また、貯水位が低い場合は、水圧が低く、放流管を流れる量が小さくなる。

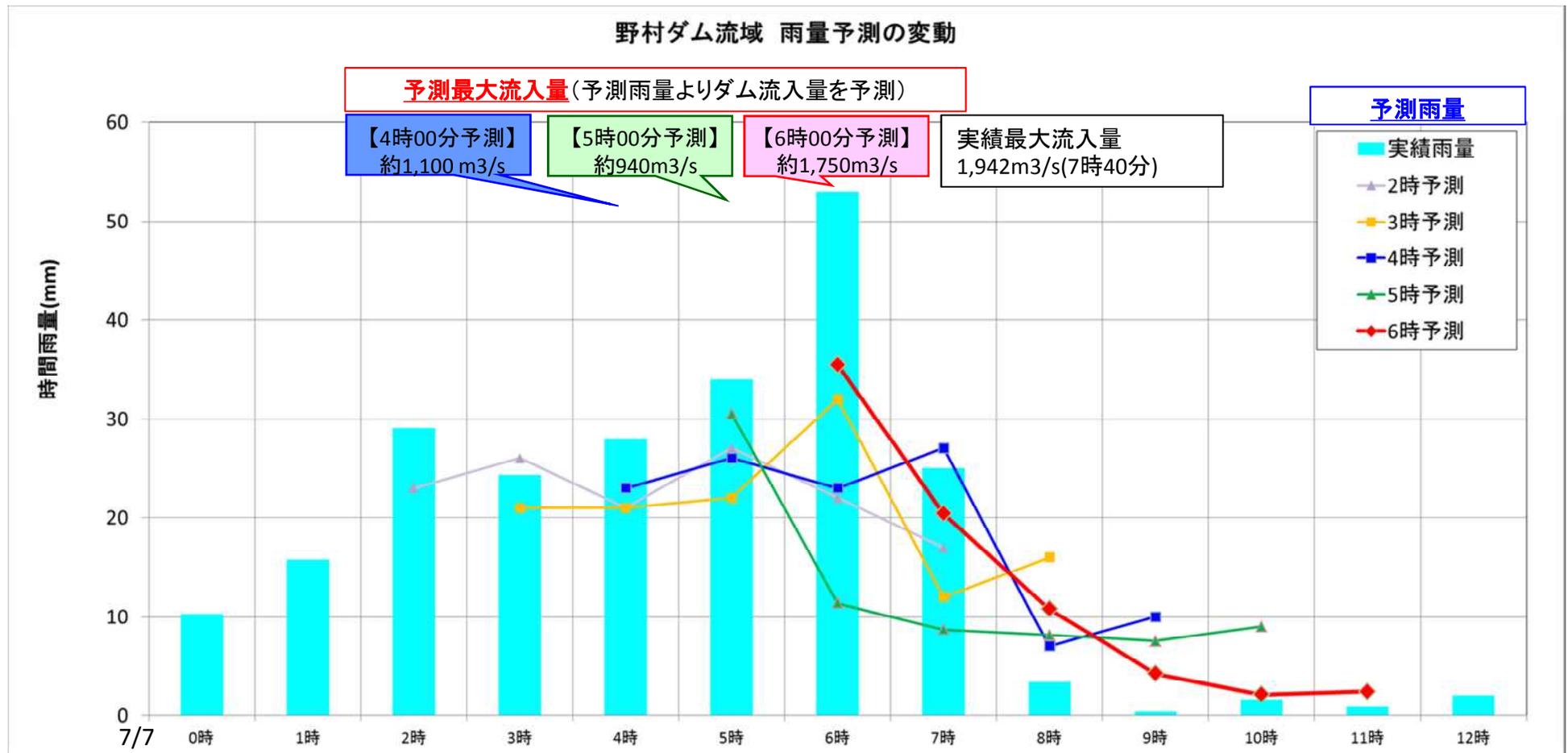
Ⅲ. 気象予測に基づく防災操作(洪水調節)の高度化を行うことはできないのか(1)

※気象予測により、あらかじめ計画を超える規模の洪水であることが予想されれば、違った操作が考えられるのではないか。

課題

・降雨量やダム流入量の予測精度(数時間前)

○気象予測に基づく防災操作(洪水調節)を行おうとした場合、予測と実測との乖離が課題となる
(平成30年7月豪雨における野村ダムでは、各予測時刻の雨量予測は、その都度見直されるが、いずれも予測と実測は乖離。)



※例: 6時の実績・予測雨量(6時00分~7時00分までの雨量)

出典: 第2回「野村ダム・鹿野川ダムの操作に関わる情報提供等に関する検証等の場」資料より

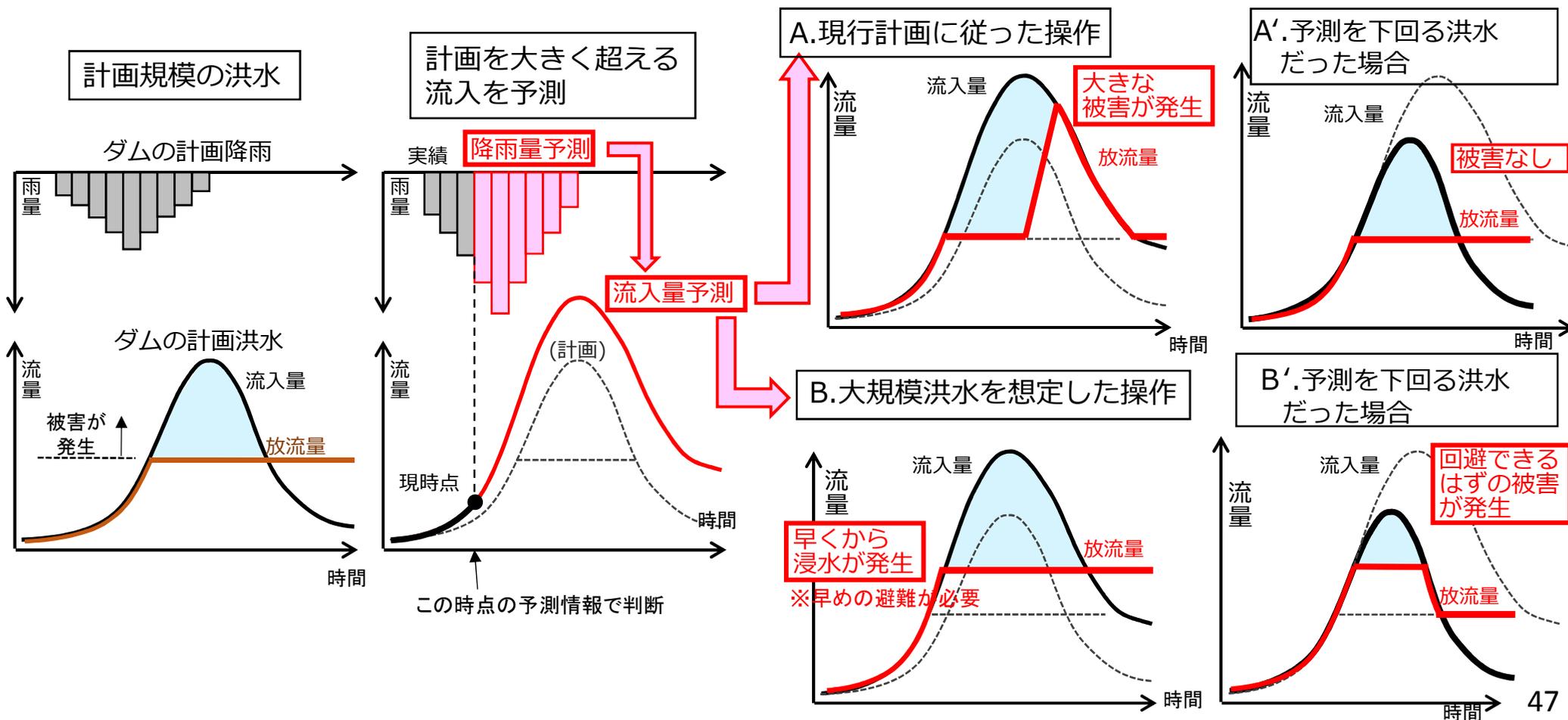
Ⅲ. 気象予測に基づく防災操作(洪水調節)の高度化を行うことはできないのか(2)

※気象予測によりあらかじめ計画を超える規模の洪水であることが予想されれば、早くからダムでの放流量を増加させるなどの操作が考えられるのではないかと。

課題

- ・早い段階から浸水が発生して避難が困難になるとともに、予測が外れた場合には、本来回避できたはずの被害が発生すること
- ・リスクに関する地域の認識の共有

○仮に、早い段階で、計画規模を大きく超えるダムへの流入量が精度よく予測できた場合、地域の被害形態に応じ、早くからダムからの放流量を増加するような操作も考えられるが、その場合、早い段階から浸水被害が発生し、避難行動も困難になる。また、予測が外れて中小規模の洪水だった場合、回避できたはずの浸水被害に対する社会的理解等を含め、地域の合意等が課題となる。



Ⅲ. 気象予測に基づく防災操作(洪水調節)の高度化を行うことはできないのか(3)

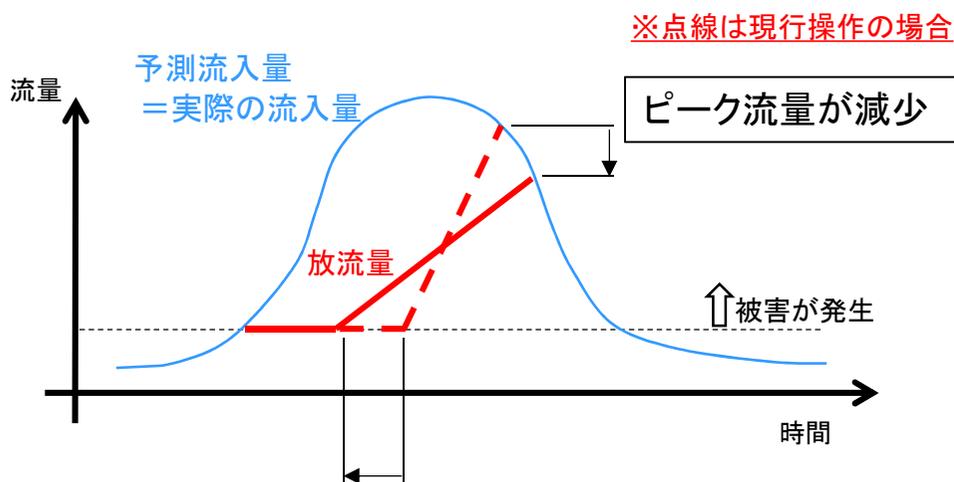
※気象予測によりあらかじめ計画を超える規模の洪水であることが予想されれば、早くからダムでの放流量を増加させるなどの操作が考えられるのではないかと。

課題

- ・早い段階から浸水が発生して避難が困難になるとともに、予測が外れた場合には、本来回避できたはずの被害が発生すること
- ・リスクに関する地域の認識の共有

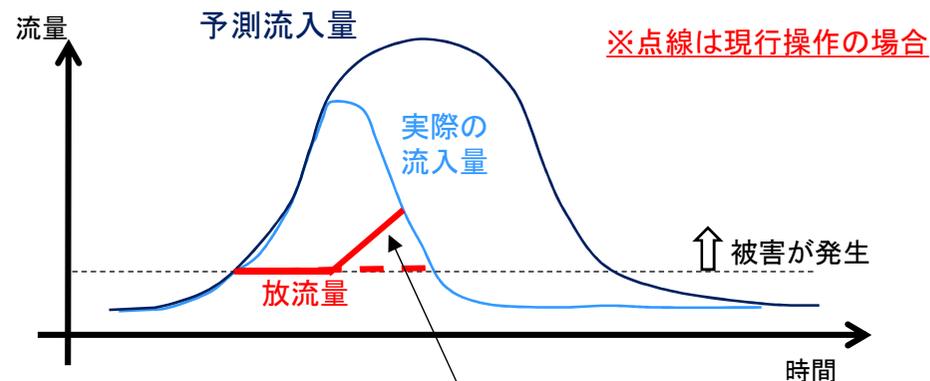
○仮に、早い段階で、計画規模を大きく超えるダムへの流入量が精度よく予測できた場合、異常洪水時防災操作への移行を早めるような操作も考えられるが、その場合、早い段階から浸水被害が発生し、避難行動も困難になる。また、予測が外れて中小規模の洪水だった場合、回避できたはずの浸水被害に対する社会的理解等を含め、地域の合意等が課題となる。

計画規模を大きく超える洪水を予測し、早めに異常洪水時防災操作に移行した結果、予測が的中した場合



早くから浸水被害が発生
早めの避難が必要

計画規模を大きく超える洪水を予測し、早めに異常洪水時防災操作に移行した結果、予測を下回る洪水だった場合

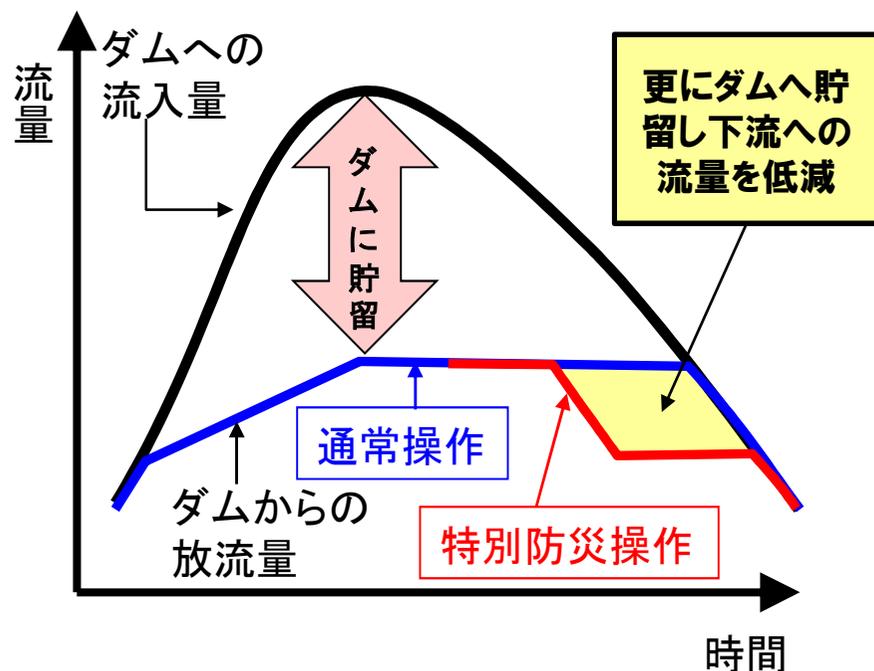


早めに移行しなければ回避できるはずの浸水被害が発生

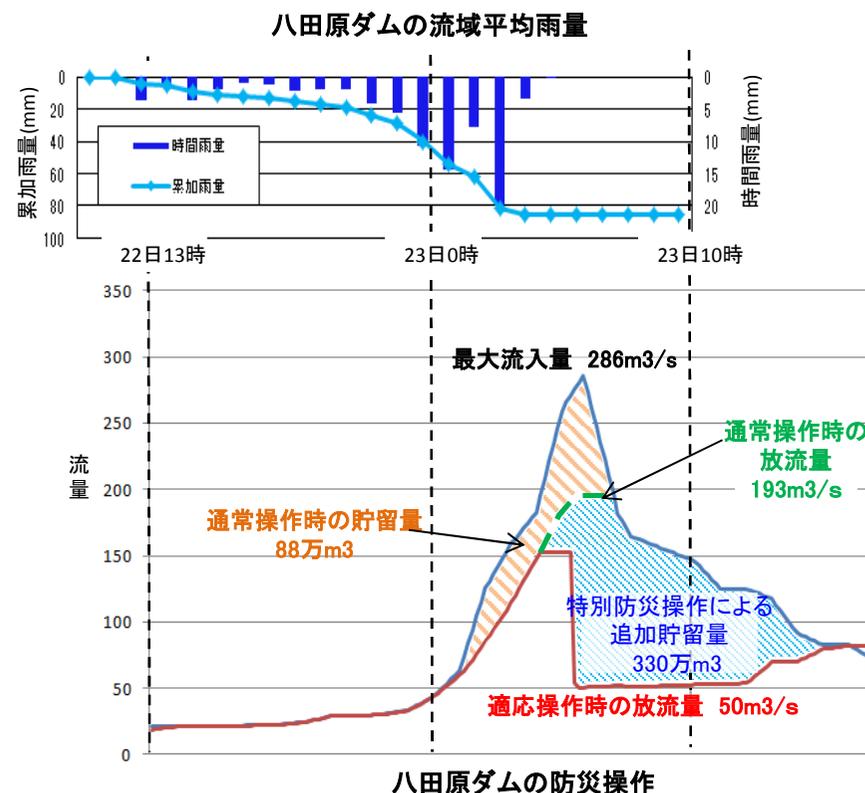
【参考】気象予測に基づいて操作を実施している例

- 洪水後期に次の洪水が発生しないことが見込まれる場合などにおいて、下流河川の浸水被害などを軽減させるために、ダム下流の自治体からの要請に基づき、通常よりも多くの水をダムに貯留する特別防災操作を実施。
- なお、特別防災操作の実施にあたっては、洪水調節中に今後の降雨やダムへの流入量の増加が予測されない場合など、洪水調節終了の見通しが確実な場合にのみ実施。

特別防災操作の基本的なハイドロ



実施事例(八田原ダム H28.6月洪水)



降雨継続中に『降雨量』を高い精度で予測しながら防災操作(洪水調節)を実施することは現状では困難であるが、「降雨が無い」見通しは比較的精度良く予測できるため、現在でも気象予測に基づく操作として特別防災操作を実施している。

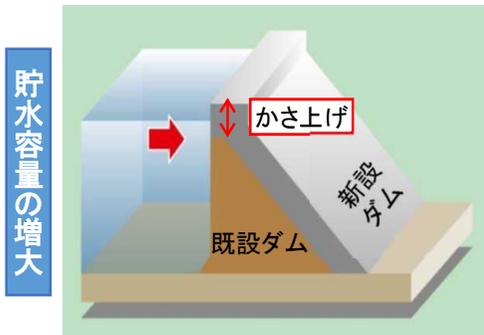
IV. 洪水調節容量を増やすことはできないのか

課題

- ・ダムのかさ上げ等に当たってはダムの型式やダムサイトの地形・地質条件などの制約
- ・他の目的の容量の振替が必要

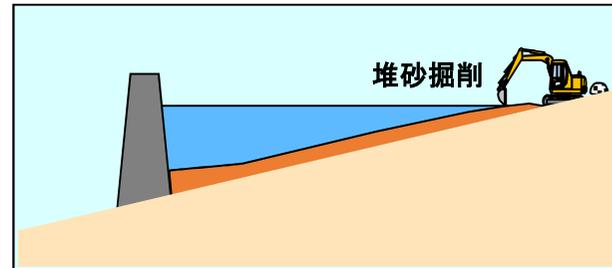
● 容量の拡大

既設ダムのかさ上げによる貯水容量の拡大



● 堆砂対策(有効容量の増大、維持)

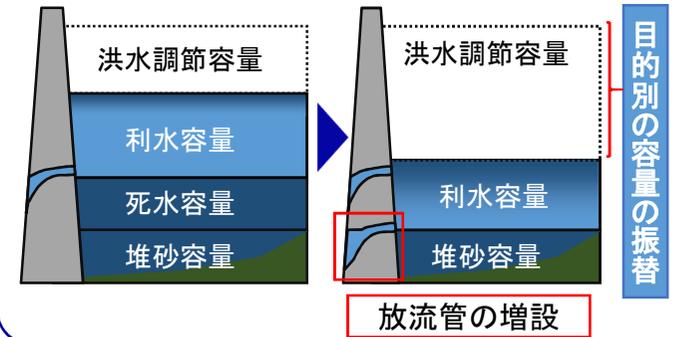
堆砂掘削による有効容量の増大、維持



堆砂対策

● 目的別の容量の振替

目的別の容量の振替による洪水調節容量の増大



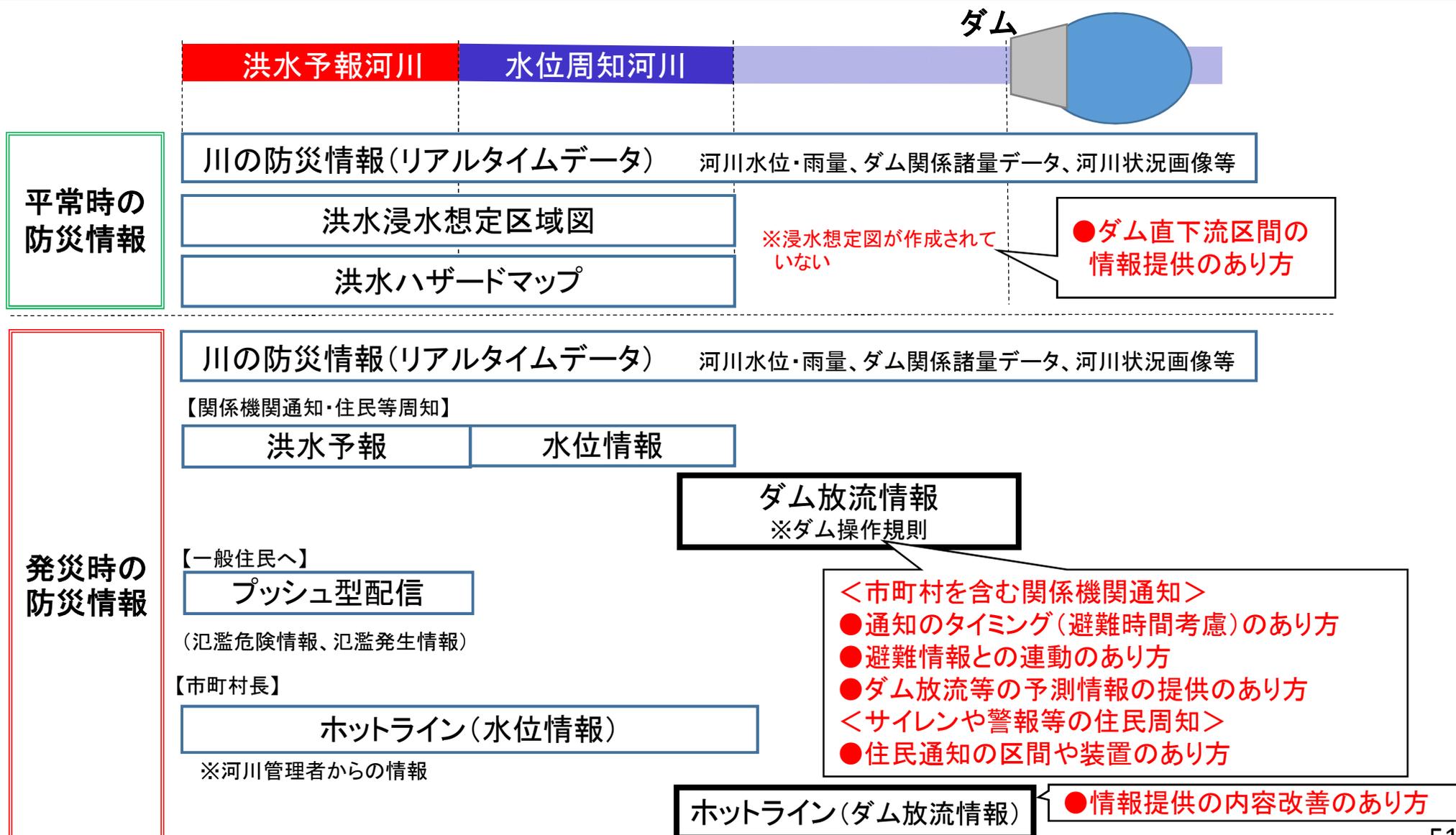
ダムの参加事業者の同意が必要

ダム型式やダムサイトの地形・地質条件、改造する場合の堤体の安定性への影響、掘削した土砂の搬出先の確保等が制約となる

V. 平常時から情報提供～認識の共有～ (1)

課題

・ダム下流河川における浸水想定図が作成されていないなど、リスク情報が住民等に十分に周知されていないこと

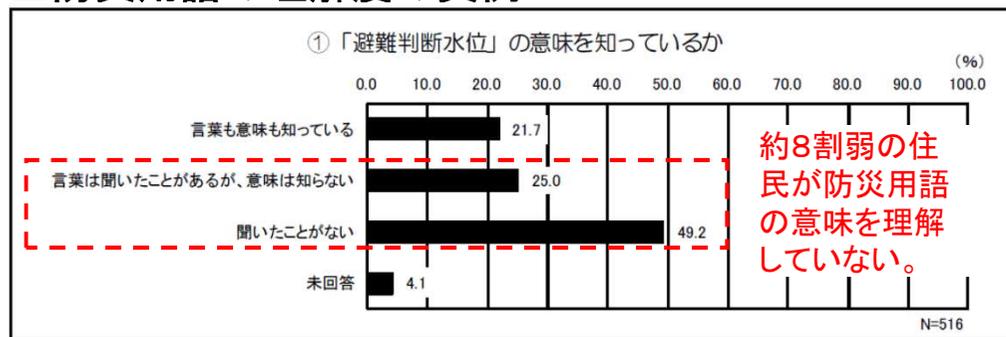


V. 平常時からの情報提供 ～認識の共有～ (2)

課題

- ・ダム機能や操作(異常洪水時防災操作を含む)が十分に認知されていないこと
- ・ダムの操作に関する情報等が災害時の適切な行動に十分に活用されていない(平常時からの備えが行われていない)こと

□防災用語の理解度の実例



□災害リスクの認知度の実例



水害時の避難・応急対策の今後の在り方について(報告)(H28.3内閣府公表)より引用

平成30年7月豪雨における住民の声【各種報道より】

- (消防団員から避難するよう促され)道路冠水程度に思っていた。
- 町が沈むレベルの放水だと言ってくれていれば引っ張ってでも連れてきたのに…。
- ダムがあるから大丈夫だと思っていた
- ハザードマップなど最悪の事態を想定した被害予測などを事前に周知してほしかった。

防災訓練の必要性



VI. 発災時の住民への情報提供 ～「伝える」から「伝わる」、「行動する」へ～(1)

課題

・住民等に緊急性や切迫感が必ずしも十分に伝わっていない

○野村ダム、鹿野川ダムの対応事例。異常洪水時防災操作移行の周知について、緊急性がより切迫感を持って伝えられるように試行的に実施中。

サイレン
警報所
警報車
スピーカー
標示板

【サイレンの吹鳴回数を変更】
異常洪水時防災操作以外: 1回 **異常洪水時防災操作: 1回から2回繰り返しへ見直し**

異常洪水時防災操作以外					× 1回
野村ダム	(50秒)	(5秒)	(50秒)	(50秒)	
	吹鳴	休止	吹鳴	吹鳴	

異常洪水時防災操作					× 1回
鹿野川ダム	(約1分)	(10秒)	(約1分)	(約1分)	
	吹鳴	休止	吹鳴	吹鳴	

【スピーカー(各警報所・警報車)から切迫感の伝わるアナウンスに変更】
異常洪水時防災操作
「異常洪水時防災操作に移行する予定。嚴重に警戒して下さい」
↓**見直し**↓
「これまでに経験のないような洪水です。ただちに命を守る行動をとってください」

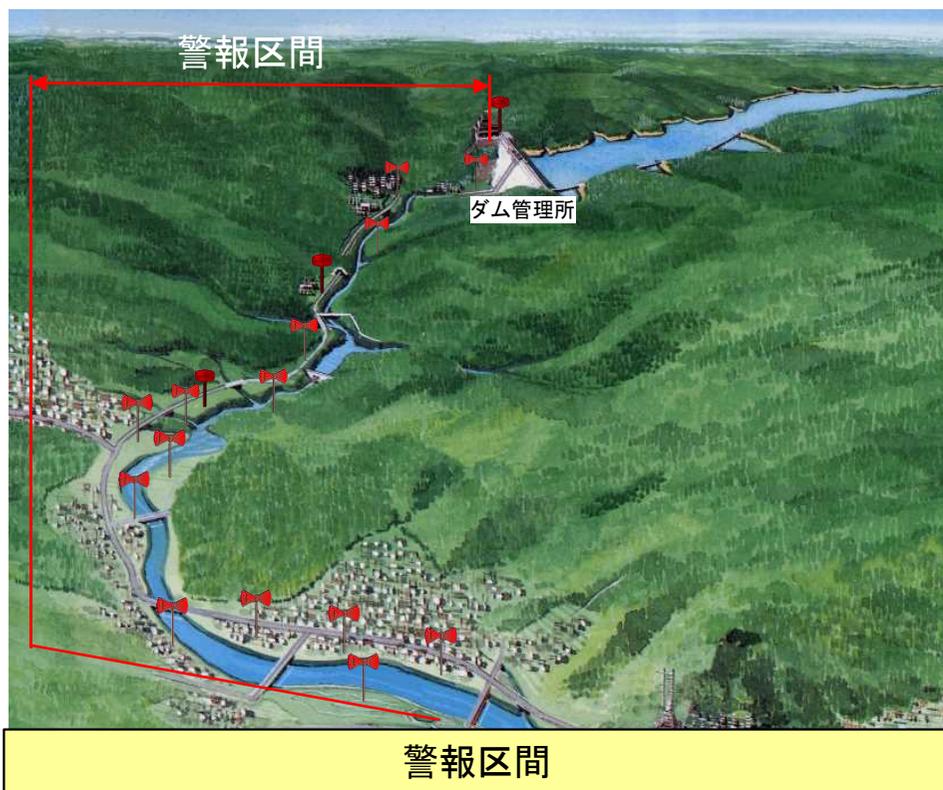
【警報表示板の表示を切迫感の伝わる文面に変更】
異常洪水時防災操作
野村ダムの下駄馬警報表示板及び鹿野川ダムの柚木警報表示板

ダム放流中 → **見直し** → **ダム放流増加 非常事態**

VI. 発災時の住民への情報提供 ～「伝える」から「伝わる」、「行動する」へ～ (2)

課題

- ・ダム下流の住民にダムの貯水池の状況(特に貯水位の変化)が十分に伝わっていない
- ・市町村の避難勧告等の発令と連携しつつ情報伝達範囲や手段の充実が求められる
- ・多くの防災情報があるにもかかわらず利用されていない(情報過多、アクセスが悪い等)



【警報区間】

ダムの操作によって放流された流水が下流の河川の水位を著しく上昇させる場合に、その危険を一般に周知する必要がある範囲で、下流の水位変動の限度※を超えるると予測される区間を考慮するとともに河川の利用状況等から判断して必要と認められる区間として設定。警報区間の設定は異常洪水時防災操作による水位上昇の影響を考慮する必要がある。

Ⅶ. 緊急時の市町村への情報提供 ～判断につながる情報提供～

課題

- ・ダム操作に関する情報やその意味、伝達されるタイミングなどが市町村長に認知、共有されていない
- ・ダム放流情報等と避難情報の発令等の関連が明確になっていない

被災自治体の経験から学ぶノウハウ(水害サミット※からの発信)

「災害時にトップがなすべきことは」より抜粋 出典「新改訂 防災・減災・復旧 被災地からおくるノウハウ集」水害サミット実行委員会編

1. 「命を守る」ということを最優先し、避難勧告を躊躇してはならない。
2. 判断の遅れは命取りになる。何よりもまず、トップとして判断を早くすること。
3. 「人は逃げない」ということを実感した。人は逃げないものであることを知っておくこと。
人間の心には、自分に迫りくる危険を過小に評価して心の平穏を保とうとする強い働きがある。
避難勧告のタイミングはもちろん重要だが、危険情報を随時流し、緊迫感をもった言葉で語る等、逃げない傾向を持つ人を逃げる気にさせる技を身につけることはもっと重要である。

※「水害サミット」は、大きな水害を体験した全国の自治体の市町村区長が集まり、自らの水害体験を通じて得た経験や教訓などを語りあい、全国に発信し、防災、減災に役立てることを目的として、平成17年度より毎年開催(主催:水害サミット実行委員会)。

平成30年7月豪雨を踏まえた首長の発言(各種報道より)

- 私(市長)を含め多くの人が、ダムが守ってくれるという安心感を持っていたと思う。
- (放流量予測情報の市民への情報提供について)混乱した状況でそういう判断ができなかった。
- 避難について考えていく必要があると反省している。(避難情報は) 確実に伝える方法を考えたい。
- (ホットラインの情報について)雨の降り方が本当に尋常でなく、どういう事態になるか想定できなかった。

対応すべき内容(1)

○より効果的なダムのご操作や有効活用

方策	課題	対応すべき内容
I. 洪水貯留準備操作(事前放流)による、より多くの容量の確保	降雨量等の予測精度(数日前)、貯水位が回復しなかった場合の渇水被害リスク、利水者の事前合意	利水者との調整等による洪水貯留準備操作(事前放流)の充実
	利水容量内の放流設備の位置や放流能力等の制約	洪水貯留準備操作(事前放流)の高度化に向けた降雨量やダム流入量(数日前)の予測精度向上
II. 異常洪水時防災操作に移行する前の通常の防災操作(洪水調節)の段階で、より多くの放流	下流河川の流下能力不足による制約	洪水調節機能を有効に活用するためのダム下流の河川改修の推進
	貯水位が低い時点の放流能力等による制約	利水容量の治水活用による洪水調節機能の強化
III. 気象予測に基づく防災操作(洪水調節)	降雨量・ダム流入量予測(数時間前)の精度	洪水調節機能を強化するためのダム再生の推進
	予測が外れた場合のリスク 地域の認識共有	防災操作(洪水調節)の高度化に向けた降雨量やダム流入量(数時間前)の予測精度向上
IV. 洪水調節容量の増大	ダム型式、地形、地質・施工条件等の制約(ダムかさ上げ等) 他の目的を持つ容量の振替	気象予測等に基づくダム操作の高度化を行う場合の環境整備等の対応
		ダムの適切な維持管理・長寿命化の推進(容量を確保するための土砂対策等)
		利水容量の治水活用による洪水調節機能の強化【再掲】
※全体に関連		洪水調節機能を強化するためのダム再生の推進【再掲】
		ダムの操作規則の点検
		ダム下流河川の改修やダム再生等により可能となる操作規則の変更
		ダムの洪水調節機能を強化するための技術の開発・導入
		気候変動による将来の外力の増大(降雨パターンの変化等を含む)への対応

※凡例 : 直ちに対応すべきこと : 速やかに着手して対応すべきこと : 研究・技術開発等を進めつつ対応すべきこと

対応すべき内容(2)

○より有効な情報提供や住民周知

方策	課題	対応すべき内容
V. 平常時からの 情報提供 ～認識の共有～	ダム下流の浸水想定図等 が作成されていない	ダム下流河川における浸水想定図等の作成
	ダムの機能や操作等が十 分に認知されていない	ダム下流の浸水想定等の充実と活用(市街地における想定浸水深等の表示等)
		ダムの操作に関する情報提供等に関する住民への説明 ダムの操作に関する情報提供等に関する住民説明の定例化
情報が災害時の適切な行 動に十分活用されてない	ダムの洪水調節機能を踏まえた住民参加型の訓練	
VI. 緊急時の住民へ の情報提供 ～「伝える」から「伝わ る」、「行動する」へ～	緊急性や切迫感が十分に 伝わっていない	ダムの洪水調節機能を踏まえた住民参加型訓練の定例化
		洪水時のダムの貯水池の状況を伝えるための手段の充実や報道機 関への情報提供
		緊急時に地域の住民にとって有用となる防災情報ツールの共有
	ダム貯水池の状況が十分 に伝わっていない	異常洪水時防災操作へ移行する際の放流警報の内容や手法の変更
		ユニバーサルデザイン化された防災情報の提供、伝わりやすい防災用語の検討
	防災情報が利用されてい ない	プッシュ型配信等を活用したダム情報の提供の充実
		ダムに関する情報伝達手法に関する技術開発
情報の伝達範囲や手段等 の充実	水害リスクを考慮した土地利用	
VII. 緊急時の市町村 への情報提供 ～判断につながる 情報提供～	市町村長が避難情報の発 令を判断するために必要と なる情報やその意味と伝 達されるタイミング	放流警報設備等の改良
		放流警報設備等の施設の耐水化
	ダム情報と避難情報の発 令の関係の明確化	電力供給停止時におけるダム操作に必要な電源等の確保
		大規模氾濫減災協議会へのダム管理者の参画
		避難勧告等の発令判断を支援するためのトップセミナーの開催
	避難勧告等の発令判断を支援するためのトップセミナーの定例化	
	避難勧告等の発令判断を支援するための連絡体制強化	
	ダムの洪水調節機能を踏まえた避難勧告着目型タイムラインの整備	
	ダムの洪水調節機能を踏まえた避難勧告着目型タイムラインの充実	

※凡例 : 直ちに対応すべきこと : 速やかに着手して対応すべきこと : 研究・技術開発等を進めつつ対応すべきこと

「より効果的なダム操作や有効活用」について対応すべき内容

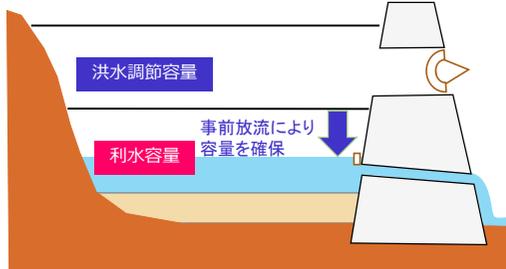
I. 洪水貯留準備操作(事前放流)による多くの容量の確保

利水者等との調整による洪水貯留準備操作(事前放流)の充実

あらかじめ利水者の協力等を得て、事前放流の充実を図り、より多くの容量を確保

洪水貯留準備操作(事前放流)を充実させるためのダム再生の推進

事前放流を充実させるため、より多くの容量をより短期間で確保するための放流能力の増強



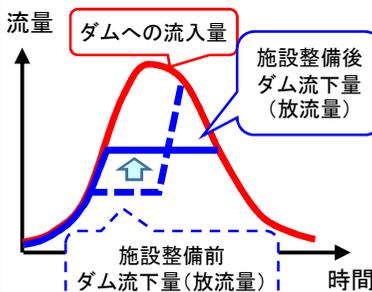
事前放流の高度化に向けた降雨量やダム流入量(数日前)の予測精度向上

アンサンブル予測の活用や流域内の利水ダムも含めたダム群で治水・利水等の役割をカバーするバックアップ制度に関する方法論の確立に向けた検討等を含め、技術開発の推進

II. 異常洪水時防災操作に移行する前の通常の防災操作(洪水調節)の段階で、より多くの放流

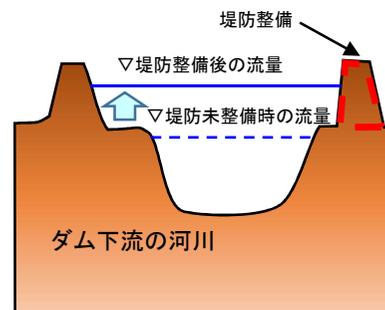
洪水調節機能を確保するためのダム下流の河川改修の推進

下流河川の流下能力不足により、ダムの有する放流能力よりも減量して放流しているダムにおけるダム下流の河川改修の推進



洪水調節機能を強化するためのダム再生の推進

利水容量の治水活用、放流能力の増強、ダムの高上げ等により、ダム再生の推進



※全体に関連

ダムの操作規則の点検

各ダムの事前放流の実施上の課題、ダム下流河川の整備状況等によるダム操作の課題等を点検し、課題を解消

河川の改修やダム再生等により可能となる操作規則の変更

ダム操作のトレードオフの関係を踏まえて関係者と認識共有

ダムの洪水調節機能を強化するための技術の開発・導入

維持管理や施工、ダム管理等に関する技術について、AI活用等も含め、先端的な技術の開発

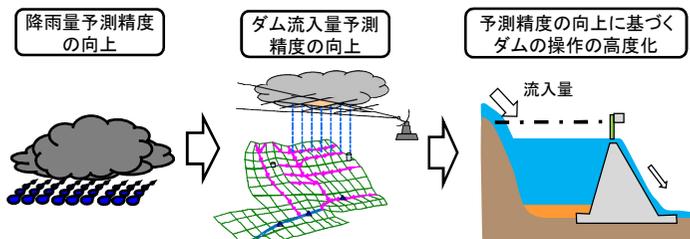
気候変動による外力の増大(降雨パターンの変化等を含む)への対応

ダムを含む治水計画等へ考慮する方法について検討

III. 気象予測に基づく防災操作(洪水調節)の高度化

洪水調節の高度化に向けた降雨量やダム流入量(数時間前)の予測精度向上

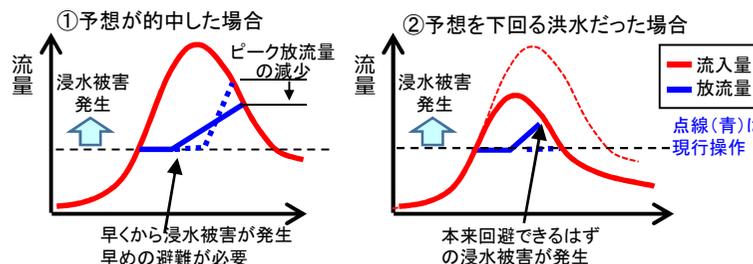
- 降雨量やダム流入量の予測精度を向上させる技術開発(レーダー等による短時間降雨予測含む)
- ダム管理の観点から操作を高度化するために求められる予測精度の明確化



気象予測に基づくダム操作の高度化を行う場合の環境整備等の対応

将来的に気象予測に基づく操作を行うとした場合において、予測と異なる結果となった場合の浸水等の被害リスクを社会的に受容し、リスクを考慮した地域づくりなどの環境整備や制度等のリスクの配分の考え方に関する検討を実施

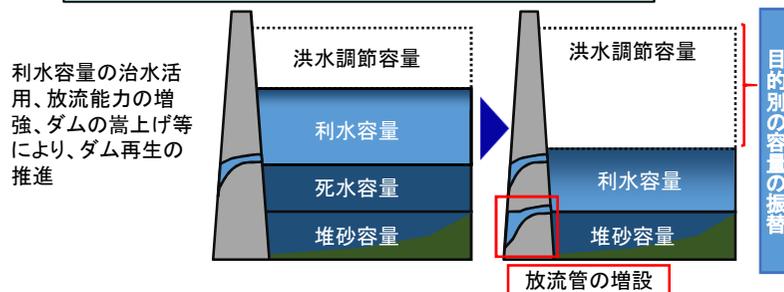
<計画規模を大きく超える洪水を予測し、早めに放流量を増加>



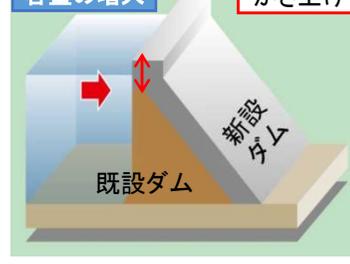
IV. 洪水調節容量の増大

利水容量の治水活用による洪水調節機能の強化

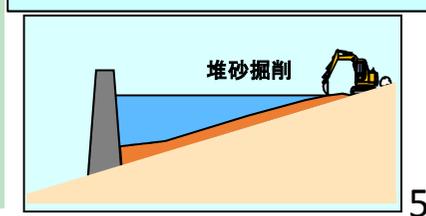
洪水調節機能を強化するためのダム再生の推進



容量の増大



ダムの適切な維持管理・長寿命化の推進(容量を確保するための土砂対策等)

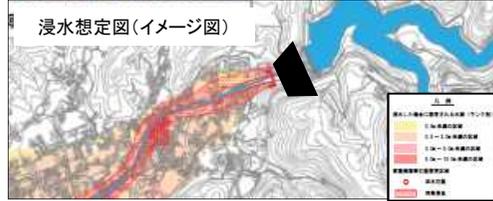


「より有効な情報提供や住民周知」について対応すべき内容

V. 平常時からの情報提供～認識の共有～

ダム下流河川における浸水想定図等の作成

ハザードマップ作成支援



ダム下流河川の浸水想定図の充実と活用 (市街地における想定浸水深等の表示等)



ダムの操作に関する情報提供等に関わる住民への説明・定例化

- ・ダムの操作やその際に提供される情報とその意味、避難行動との関係に関する説明や訓練の実施(ダムの機能やその限界についても理解を深める)
- ・住民説明会等の定例化、ダム操作の体現型ツールを用いるなど工夫



ダムの洪水調節機能を踏まえた住民参加型の訓練・訓練の定例化



VII. 緊急時の市町村への情報提供 ～判断につながる情報提供～

大規模氾濫減災協議会へのダム管理者の参画

ダム管理者が大規模氾濫減災協議会へ積極的に参画し、ダム情報の認識共有・連携強化



避難勧告等の発令判断を支援するためのトップセミナーの開催・定例化

トップセミナーの開催、定例化、より実践的なセミナーとなるよう改善・充実



ダムの洪水調節機能を踏まえた避難勧告着目型タイムラインの整備・充実

- ・ダム放流情報等と避難行動を整理した防災行動計画の策定
- ・タイムラインの更新・改善・充実

避難勧告等の発令判断を支援するための連絡体制強化



VII. 発災時の住民への情報提供 ～「伝える」から「伝わる」、「行動する」へ～

異常洪水時防災操作へ移行する際の放流警報の内容や手法の変更

避難勧告等を発令する市町村とも連携しつつ、より切迫感を持って緊急性を伝えられるような警報手法に変更



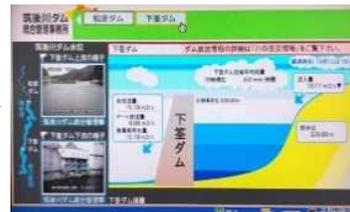
放流警報設備等の改良

市町村とも調整しつつ、警報区間の見直し、サイレンやスピーカ等の設備改良等

【(例)スピーカ(各警報所・警報車)から切迫感の伝わるアナウンスに変更】
旧:「異常洪水時防災操作に移行……」⇒ 新:「これまでに経験のないような洪水…、直ちに……」

洪水時のダムの貯水池の状況を伝えるための手段の充実や報道機関への情報提供

- ・ダムの貯水位等の情報提供
- ・報道機関への情報提供



地元ケーブルテレビを活用したダム貯水池の情報提供

電力供給停止時におけるダム操作に必要な電源等の確保

放流警報設備等の施設の耐水化



緊急時に地域の住民にとって有用となる防災情報ツールの共有

- ・その地域の住民の避難行動に有益なウェブサイト等の防災情報ツールを共有
- ・市町村と連携した整備



▼地域のスーパーマーケットに設置された地域気象情報モニター(三重県伊勢市中島学区)

プッシュ型配信等を活用したダム情報等の提供の充実

プッシュ型配信等の調整・整備(エリアメールの活用等)
※ダム管理者から直接的に住民等に情報提供するための検討



住民が危機レベルを直感できるようなユニバーサルデザイン化された防災情報の提供、伝わりやすい防災用語の検討

ダム放流量等の危険度レベルを用いたカラー表示の情報発信の試行

ダムに係る情報伝達手法に関する技術開発

水害リスクを考慮した土地利用

表示イメージ

レベル4(非常):	赤
レベル3(危険):	黄
レベル2(注意):	緑
レベル1(安全):	青

河川の4段階の水位表示と同色

委員提供資料

最近の災害から思うこと

- 地球温暖化の影響が出だしているのではないか？
- 今までの常識が通用しない。
 - 豪雨:より頻繁に、より強力に、初めての地域に=>未経験
 - 西日本豪雨:梅雨豪雨で、強力ではないが、広域で長期間
- 後悔しない、地球温暖化への適応
 - 気候変動将来予測を軸にした適応
 - 治水の基礎体力の増強
 - 自助・共助としての防災力の増強
 - とともに時間がかかる。じわじわでも温暖化進行の方が早い。=>後悔しない早い目そして計画的な対応が必要！
- では、何を？どの優先順に適応するか？
 - 将来予測の共有
 - 災害からの教訓
- 水工学・土木工学・気象学”研究”として抜けているものはない？
 - 土砂災害が洪水や浸水をより誘発する危険度は高くなる(複合災害)など
 - レーダー等を用いた短時間降雨予測と利用の強化

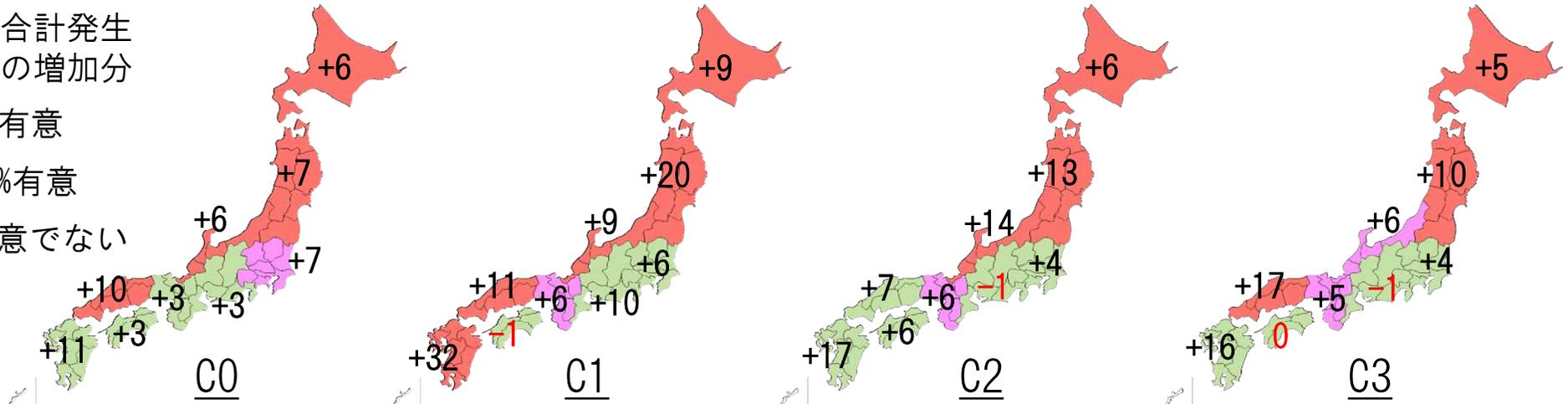
参考資料

中北・小坂田(2017), Osakada and Nakakita (2018)、小坂田・中北(2018).
(西日本豪雨については未発表だが、スライドとして新規に小坂田・中北(2018))

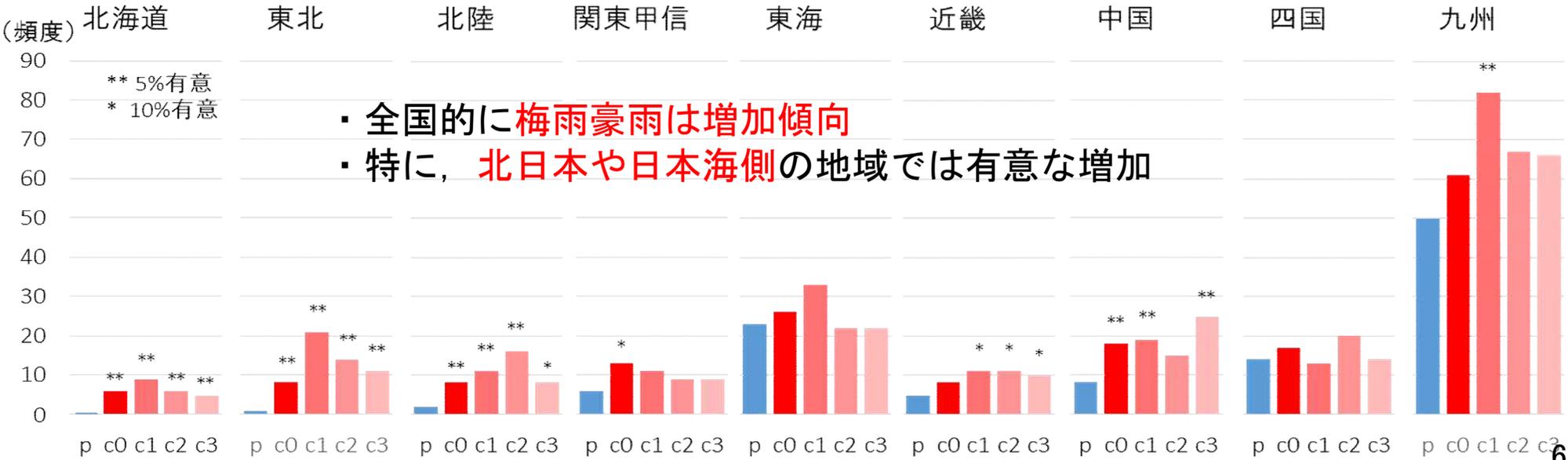
線状降水帯型梅雨豪雨発生頻度の将来変化 (5km領域気候モデルによる予測)

+ 20年合計発生
頻度の増加分

- 5%有意
- 10%有意
- 有意でない



(Osakada and Nakakita, 2018)

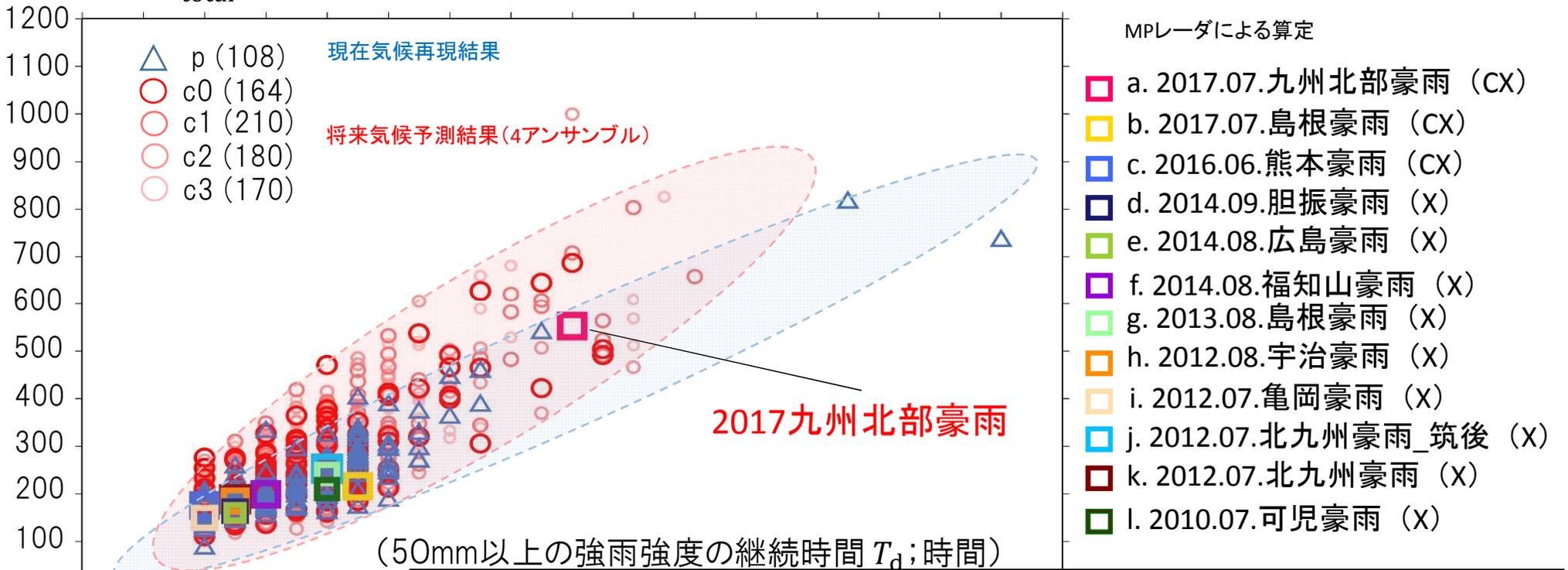


- 全国的に梅雨豪雨は増加傾向
- 特に、北日本や日本海側の地域では有意な増加

過去の線状降水帯型梅雨豪雨事例との比較

定量的な情報である偏波のXバンドレーダ及びCX合成雨量情報を用いて、過去の梅雨豪雨事例の積算雨量を解析。

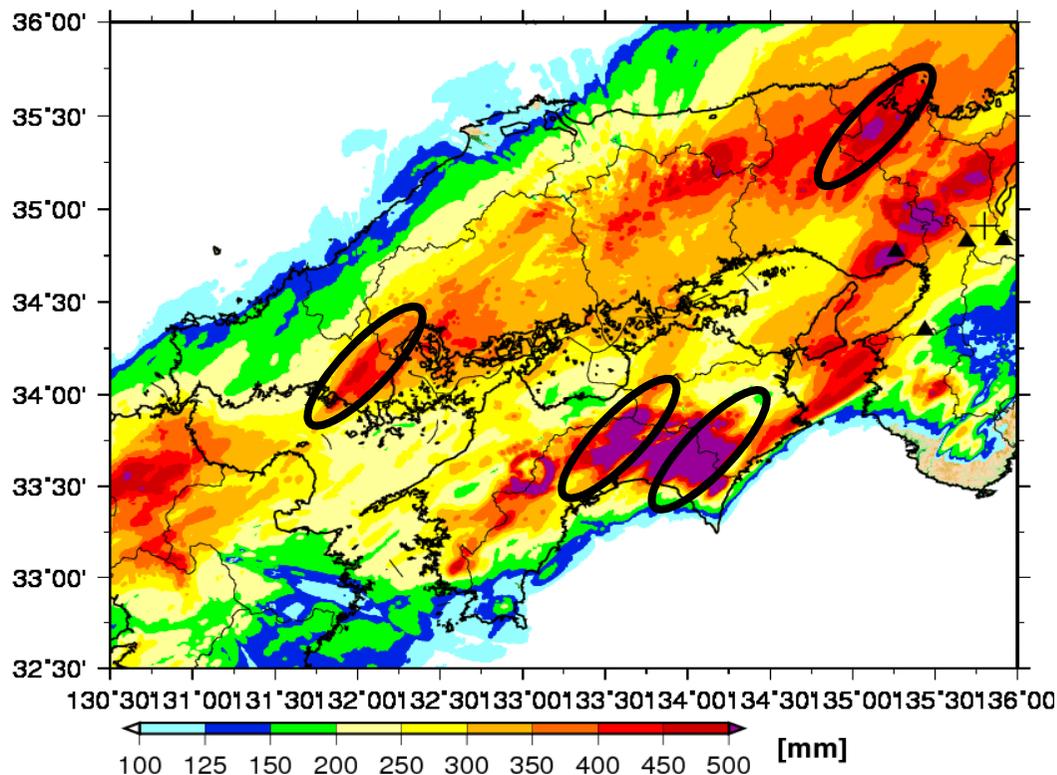
(積算雨量 R_{total} ; mm)



RCM05の現在事例は過去事例と大きく乖離していない。
 さらに、2017年九州北部豪雨は現在では非常に極端な事例であった一方、将来では特別極端ではないことがわかった。

2018年西日本豪雨は...？

CX合成雨量による
2018.07.04 12:00 ~ 2018.07.07 11:59
3日間積算雨量



広く極めて多い総雨量が
もたらされた中で、いわ
ゆる線上対流系ほどは強
すぎない雨域が通り過
ぎ、トンカチの役割を果
たした。

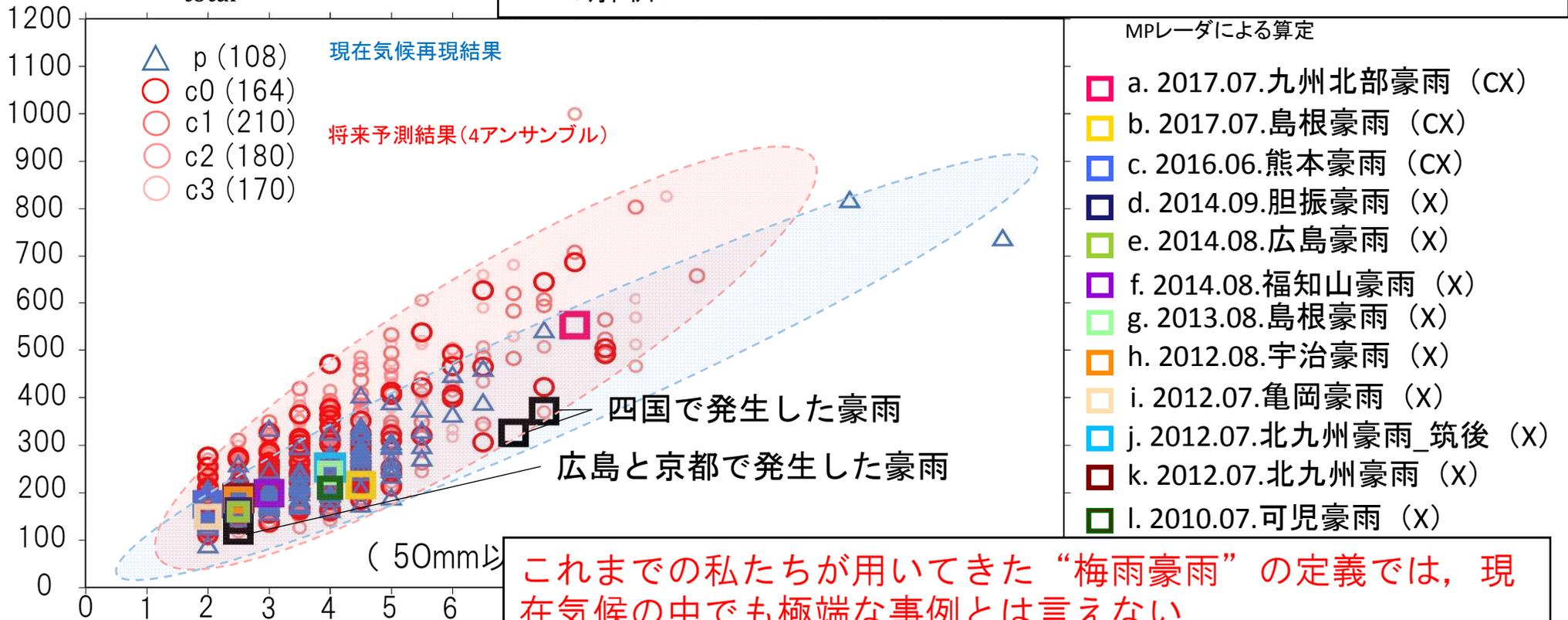
移動だったので、急勃発
するいわゆる線条対流系
とくらべて、レーダーで
予測ができやすかったは
ず。(要確認。)

橿原部はその中でも総雨
量が多かったところ。
前頁のグラフではどこに
位置する？

過去の線状降水帯方梅雨豪雨事例との比較

2018年西日本豪雨において発生した豪雨のうち、**本研究における“梅雨豪雨”の定義に合った豪雨**について、CX合成雨量を用いて解析。

(積算雨量 R_{total} ; mm)



何が異常であったか？どのような指標を用いてその異常さを定義し、将来変化を評価すべきか？

平成30年7月豪雨 野村地区の洪水氾濫シミュレーション

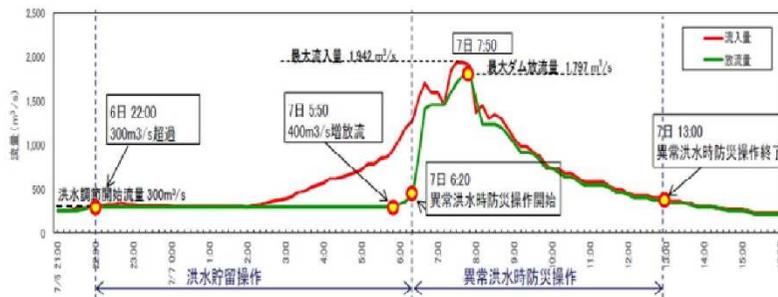
(暫定値)

- ✓ 使用モデル:iRIC(International River Interface Cooperative) Nays2D Flood

<http://i-ric.org/ja/>  iRIC Software
Changing River Science

- 計算期間:2018年7月7日0時~20時
- 計算格子 約5.0m タイムステップ0.2秒
- 使用データ
基盤地図情報数値標高モデル 5mメッシュ
野村ダム実績放流量(四国地方整備局提供)

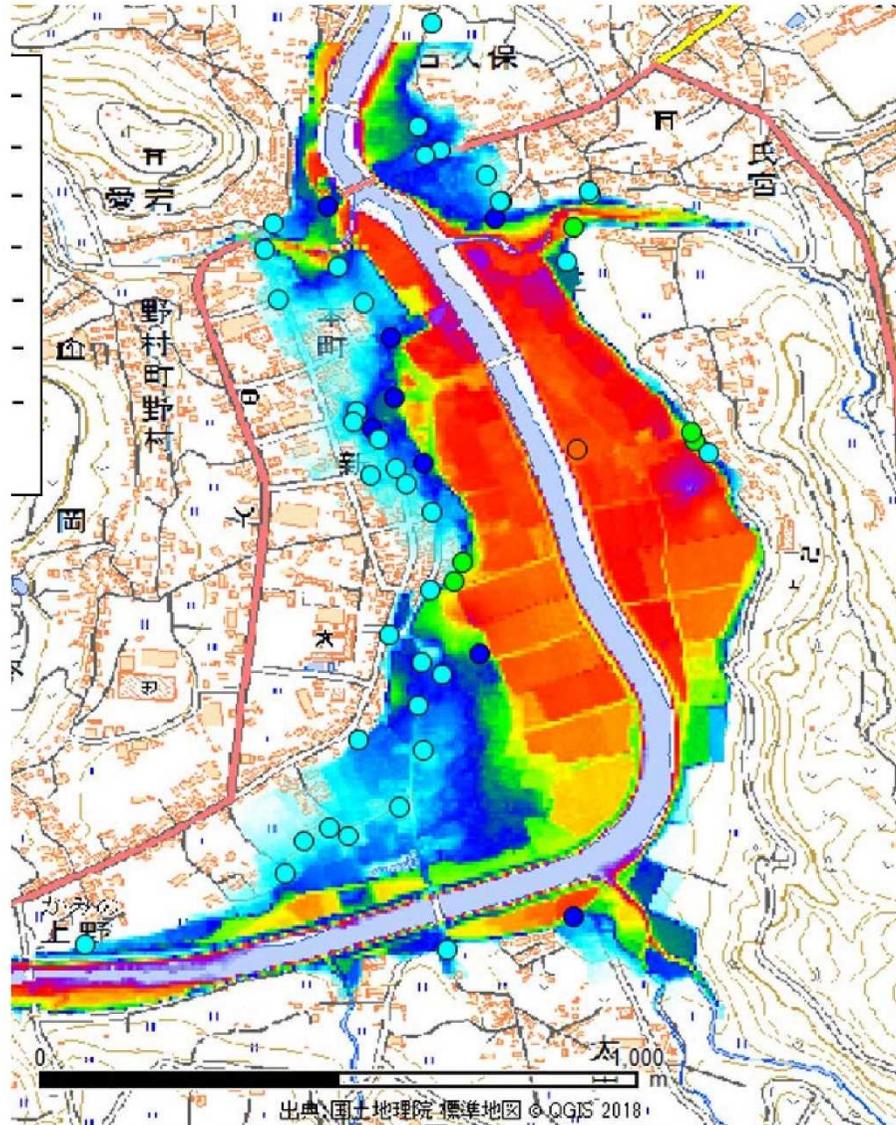
 国土交通省



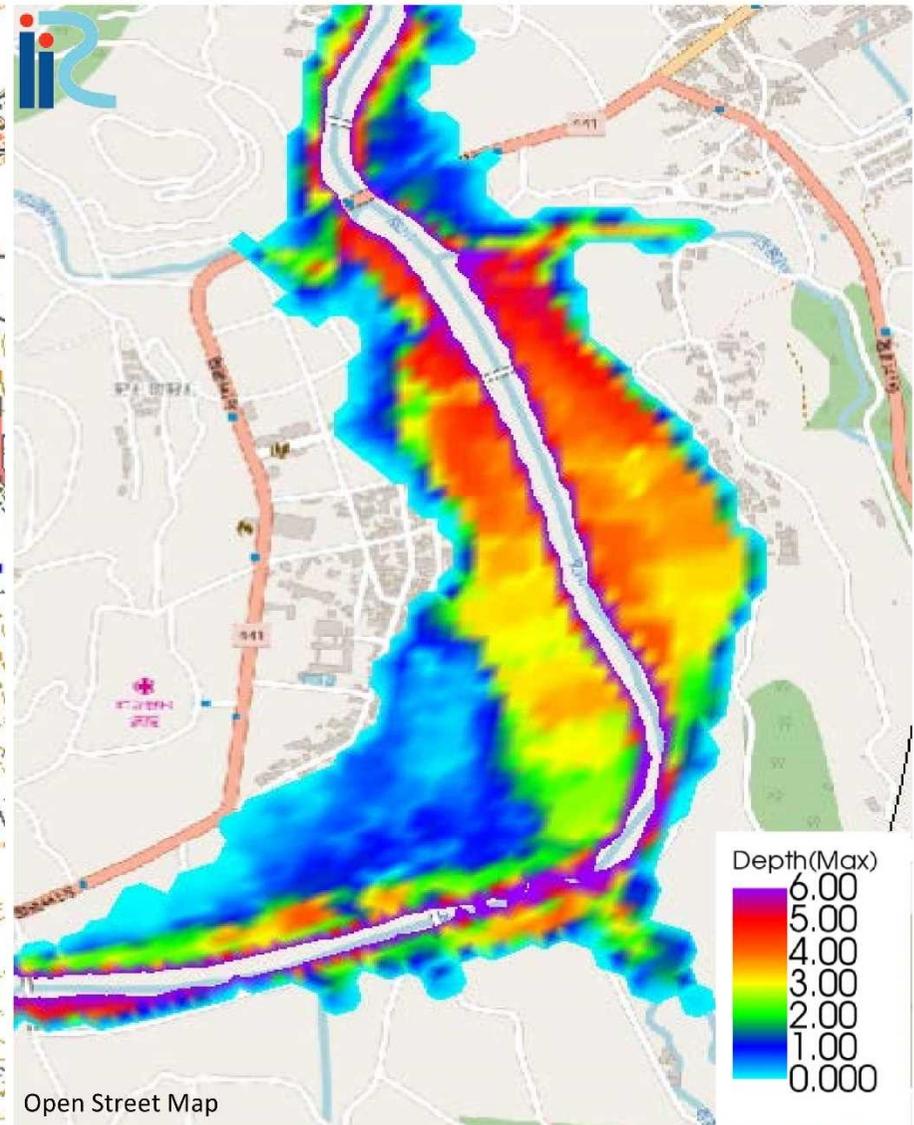
Open Street Map

- 流入条件
 - (1)野村ダム放流量:野村ダム実績放流量(四国地方整備局提供データ)
 - (2)支流(深山川)流量:放流量の30%
- 流出条件 下流端で自由流出

浸水痕調査に基づく推定浸水深分布



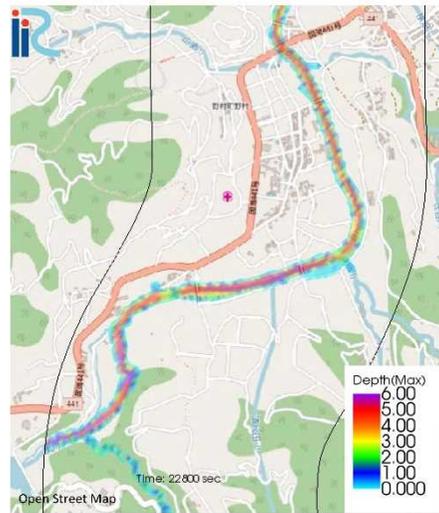
シミュレーション結果(最大浸水深) (暫定値)



愛媛大学災害調査団(川瀬・石黒・藤森・森脇ら)のデータをもとに作成

浸水深の時間変化

平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団

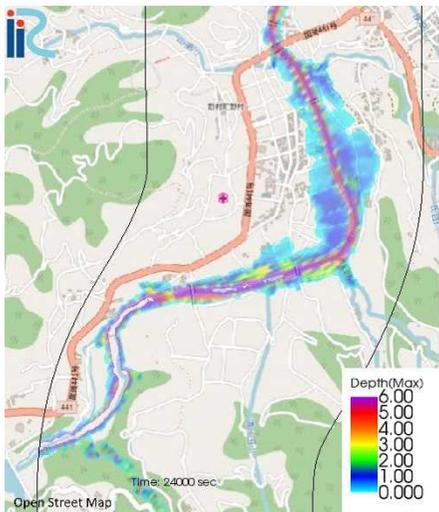


6:20

異常洪水時防災操作開始

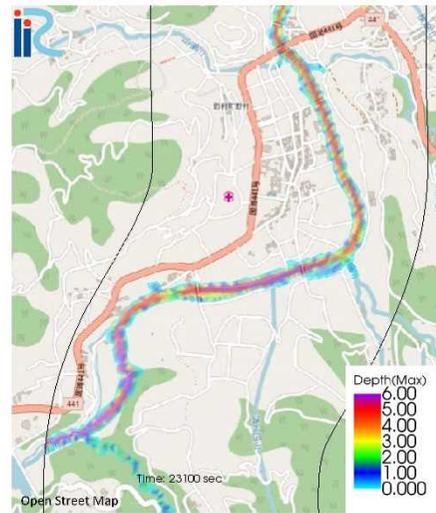
浸水深の時間変化

平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団



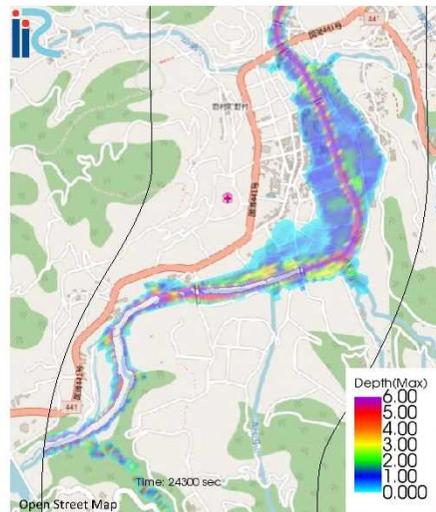
6:40

(暫定値)



6:25

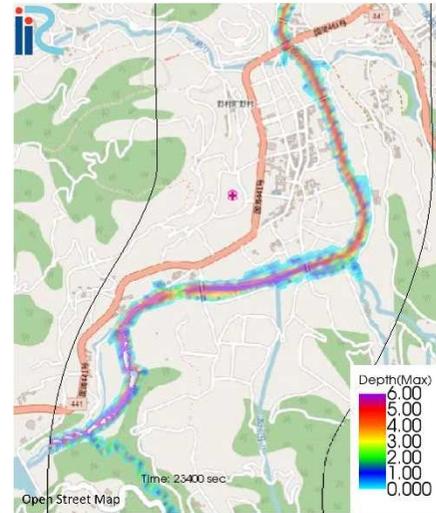
(暫定値)



6:45

浸水深の時間変化

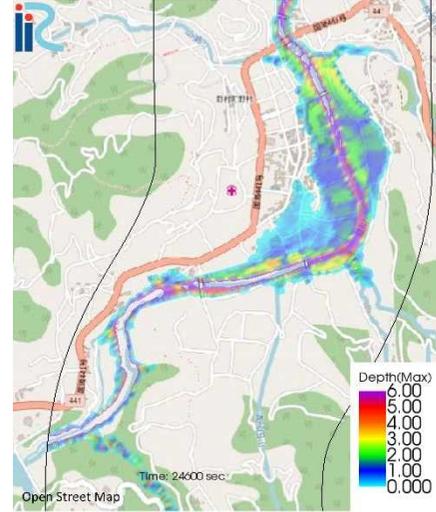
平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団



6:30

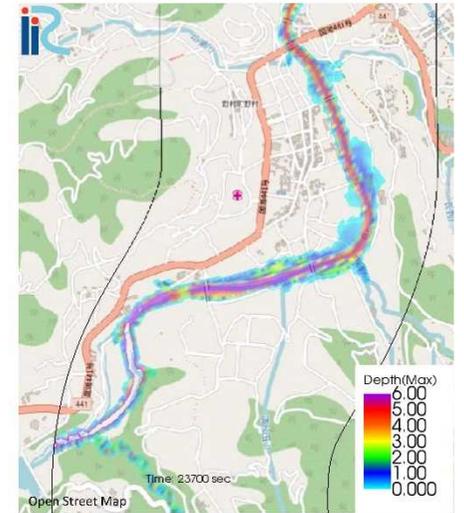
浸水深の時間変化

平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団



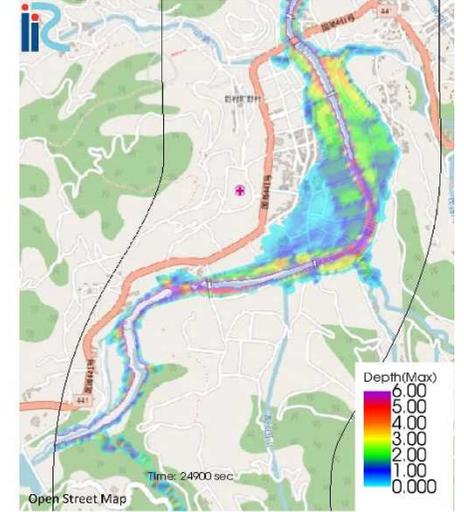
6:50

(暫定値)



6:35

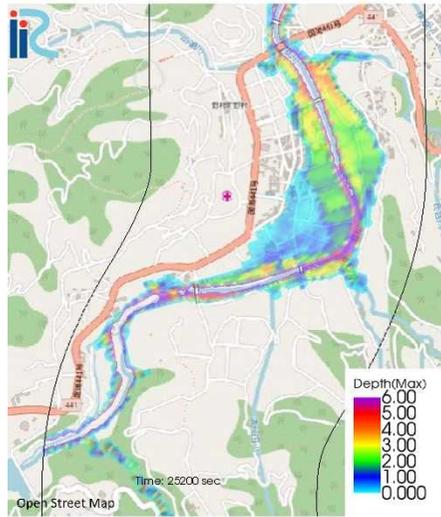
(暫定値)



6:55

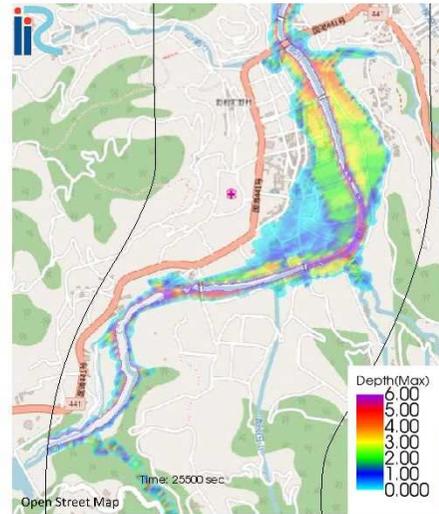
浸水深の時間変化

平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団



7:00

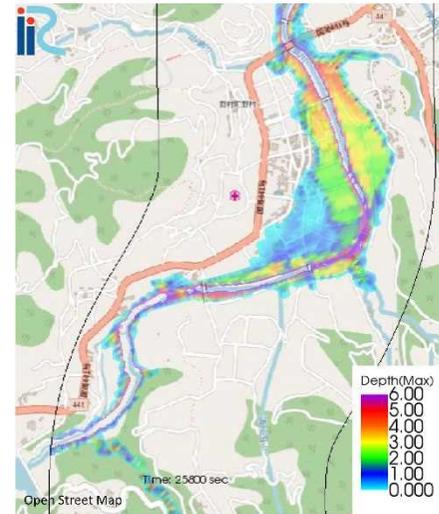
(暫定値)



7:05

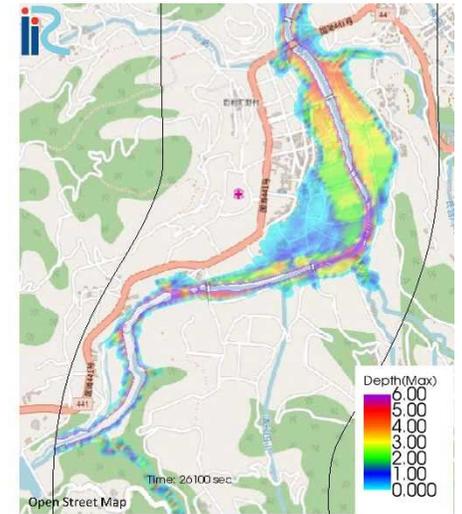
浸水深の時間変化

平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団



7:10

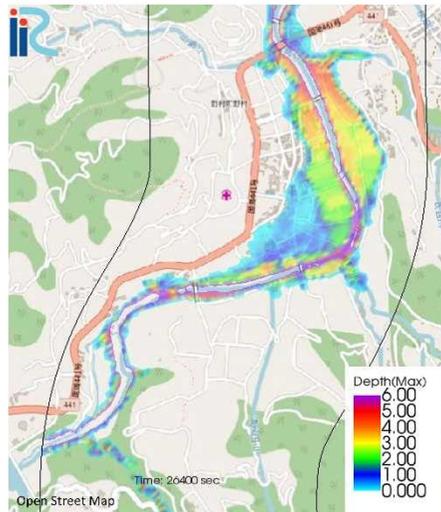
(暫定値)



7:15

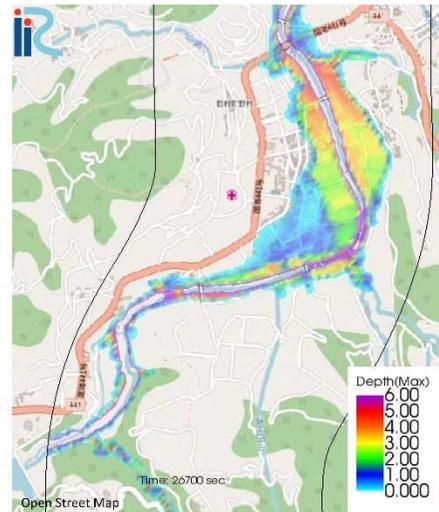
浸水深の時間変化

平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団



7:20

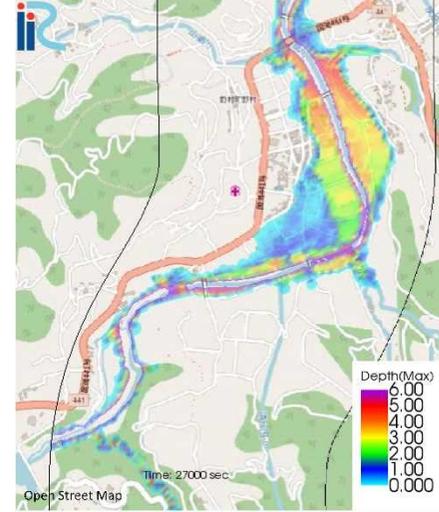
(暫定値)



7:25

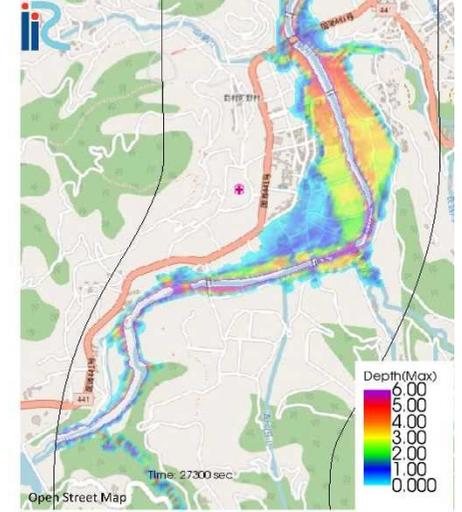
浸水深の時間変化

平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団



7:30

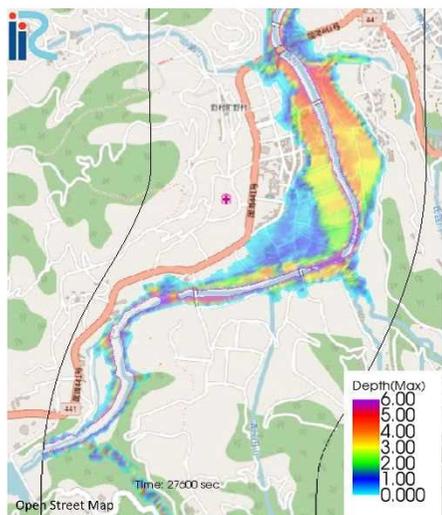
(暫定値)



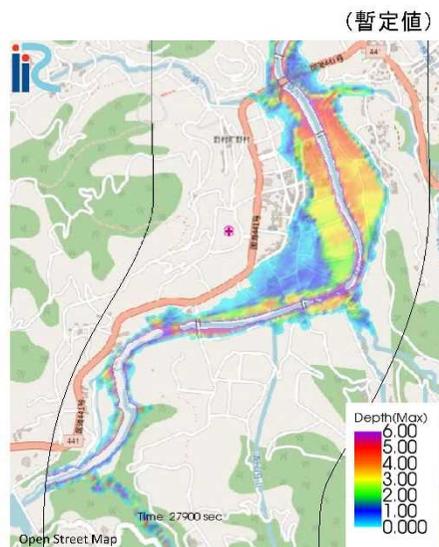
7:35

浸水深の時間変化

平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団



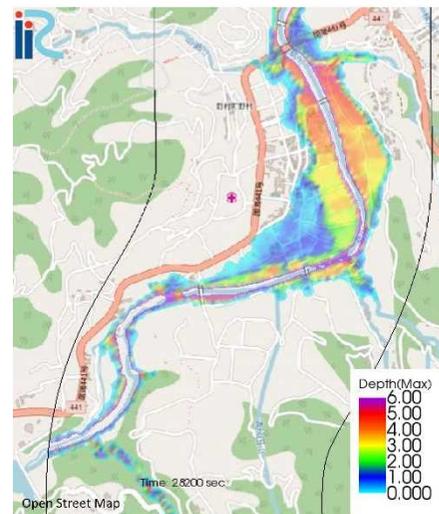
7:40



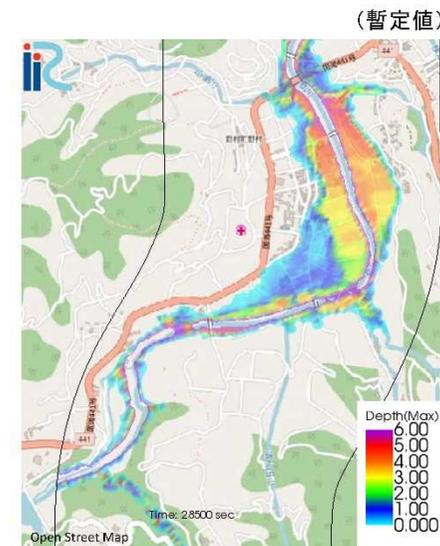
7:45

浸水深の時間変化

平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団



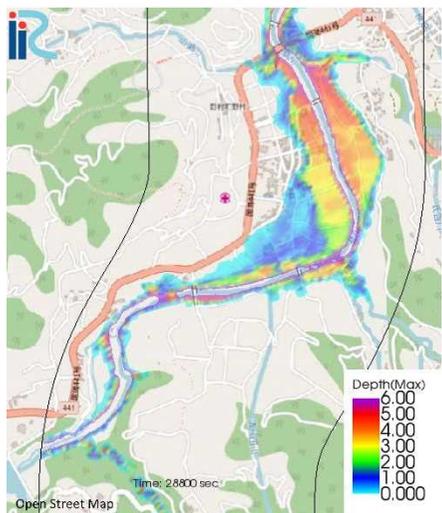
7:50



7:55

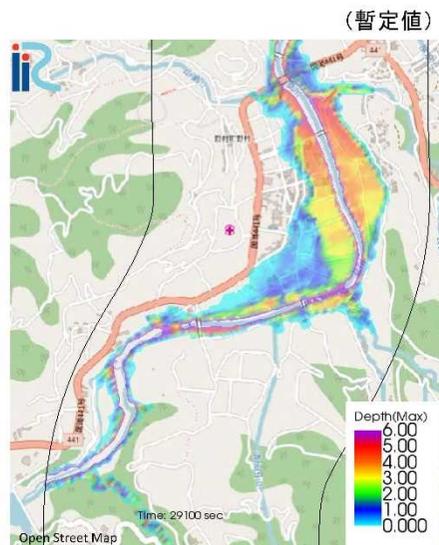
浸水深の時間変化

平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団



8:00

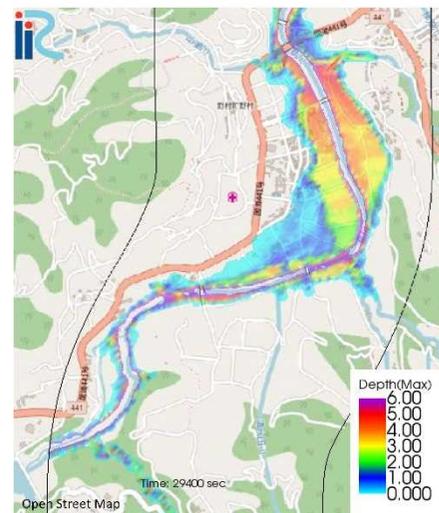
浸水深最大



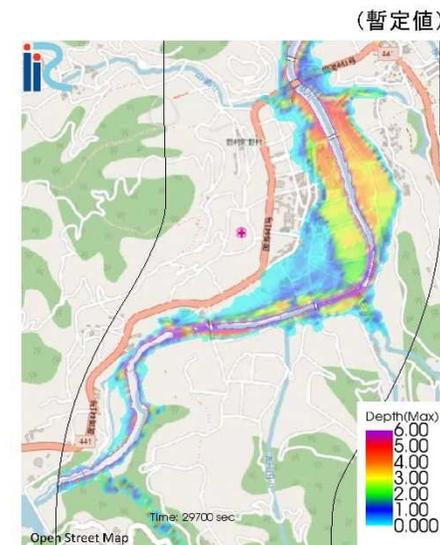
8:05

浸水深の時間変化

平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団



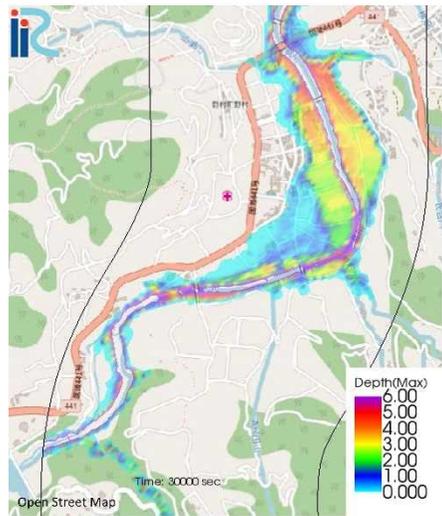
8:10



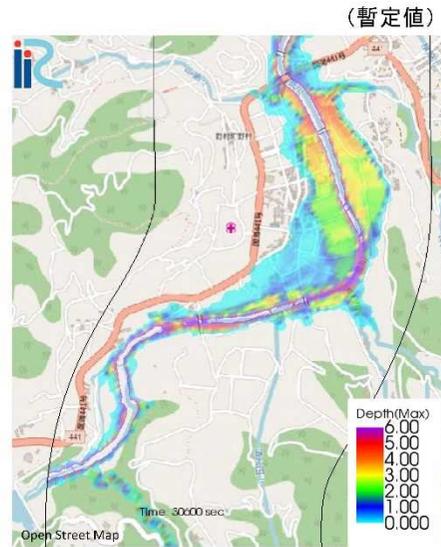
8:15

浸水深の時間変化

平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団



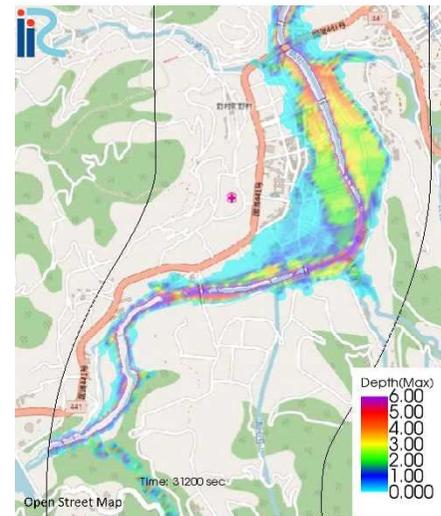
8:20



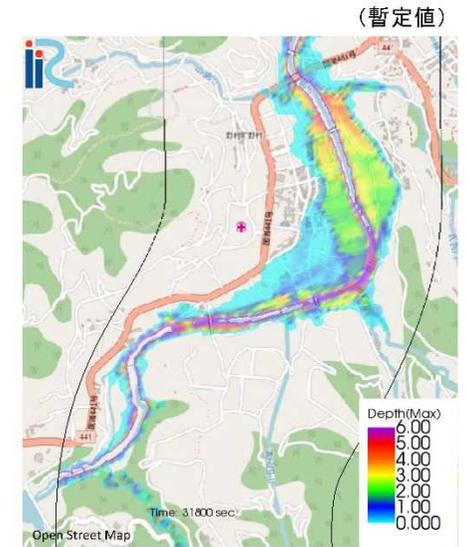
8:30

浸水深の時間変化

平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団



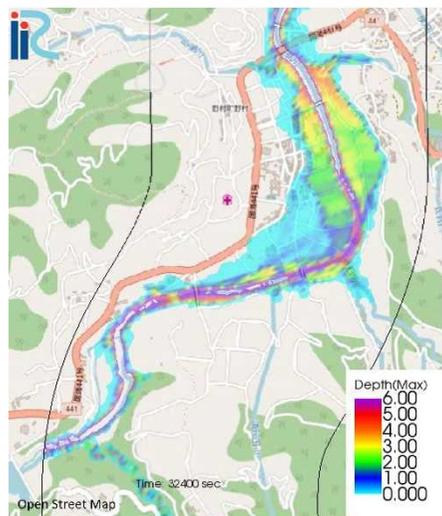
8:40



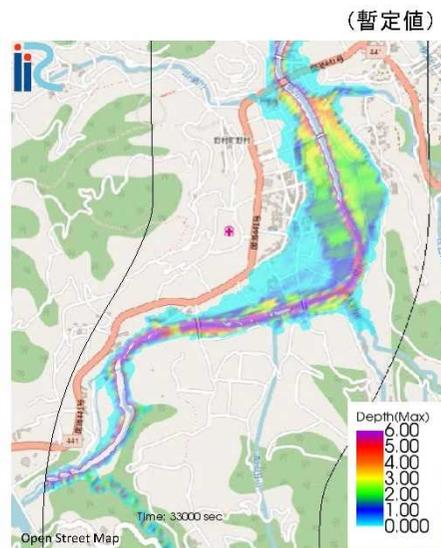
8:50

浸水深の時間変化

平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団



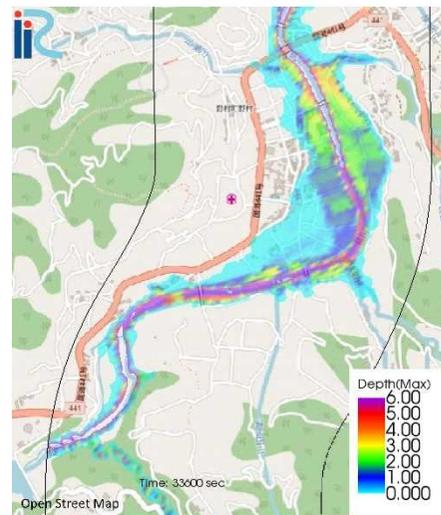
9:00



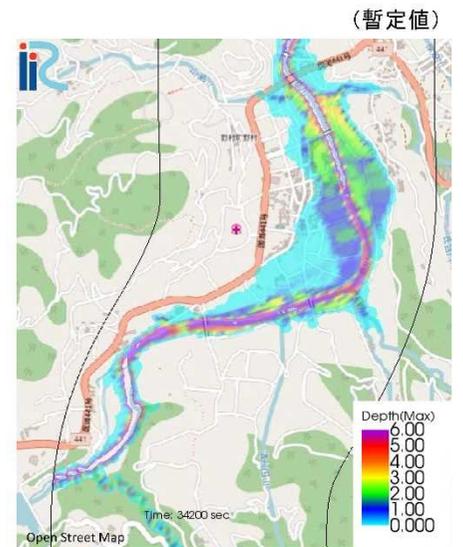
9:10

浸水深の時間変化

平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団



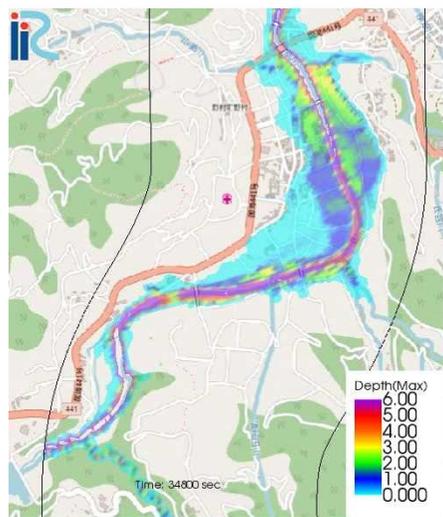
9:20



9:30

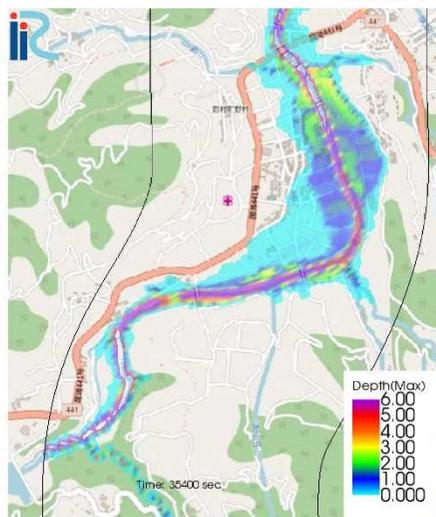
浸水深の時間変化

平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団



9:40

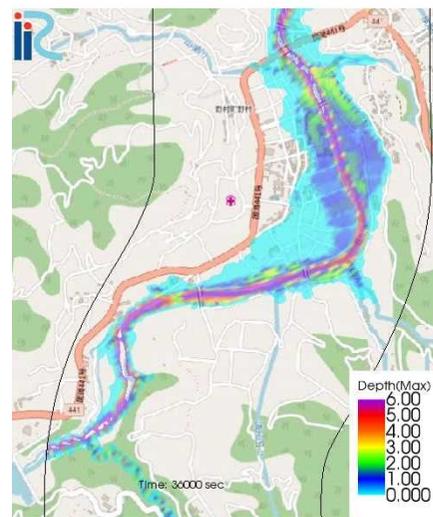
(暫定値)



9:50

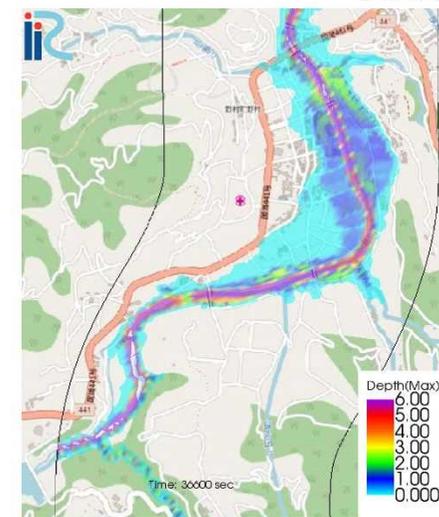
浸水深の時間変化

平成30年7月豪雨 愛媛大学災害調査団



10:00

(暫定値)



10:10

まとめ

iRICを用いて平成30年7月豪雨の野村地区における氾濫解析シミュレーションを行った。

シミュレーション結果(暫定値)の概要

- ・浸水域のシミュレーション結果は浸水痕調査の結果とおおむね一致している。
- ・6時20分に**異常洪水時防災操作**が開始され、約20分後に野村地区の浸水が始まる。
8時00分に浸水深が最大となる。
- ・いったん氾濫が始まると、河岸段丘の低地部に浸水域が一気に広がる。氾濫に気づいてからの避難では間に合わない状況だったと考えられる。
- ・野村大橋(国道441号線)付近の狭窄部が流れのボトルネックになっているように見える。

注意点

- ・本シミュレーションでは地形データに5m解像度のものを使用しているため、河道形状の表現が十分でなく、氾濫が始まるタイミングや場所が正確でない可能性がある。
- ・今後は、精緻な河道形状データを使用するなどして、シミュレーションの精度向上が必要である。

地域気象情報プロジェクト【三重県伊勢市中島学区】

地域の誰もが知る場所(例:街のスーパー)、地域で実際に起きた災害の名前(例:〇〇台風)、直感的に災害のイメージがわく表現(例:〇〇川が後1mで氾濫しそう)などを利用し、地域にとって重要な気象情報や河川情報を、自分たち自身にとって身近な情報として置き換え利用することで、情報を我が事として捉え、いざ災害が差し迫った際に、災害に対する危機感を円滑に共有する取り組みを実施。

住民自らが表現内容を考え、自分たちにとって重要な気象情報を確認することを通して、気象情報の主体的な利活用を図っている。また学校やスーパーマーケットなどに地域に関係する気象情報を表示するモニターを設け、生徒・教員、住民が日常生活の中で、気象情報や河川情報に触れる機会を設けている。



度会橋むらさき水位超える情報
 度会橋の水位が、むらさきの線(避難判断水位)を超えました。宮川沿いではガマの発生が危惧されます。避難が必要な皆さんは、避難の心積もりしてください。



▼伊勢宮川中学校に設置された地域気象情報モニター

▼地域のスーパーマーケットに設置された地域気象情報モニター



防災スイッチプロジェクト【兵庫県宝塚市川面地区】

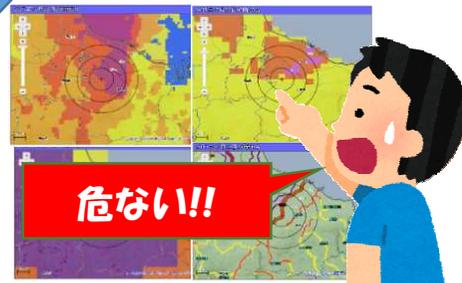
避難情報だけでなく、災害につながる地域の前兆現象(例:まずはこの水路から溢れてくる)、そしてそのような危険に前もって気づくための気象情報の双方を活用し、地域住民自らが日常モードから災害モードに切り替えるタイミング(防災スイッチ)と行動を明確にすることで、危険になる前に災害対応に結びつける取り組みを実施。
 「いつ」という行動タイミングを地域で前もって明確にし、「何を」するか決めておくことにより、判断の遅れや迷いの防止の効果が期待される。また地域住民が普段利用する情報(例:交通情報や買い物情報)に、地域に関する気象情報を加えたポータルサイトを設け、日常的に防災スイッチに関係する気象情報に触れる機会を設けている。



日常モード



災害モード



防災スイッチで、いつ・何をするかを明確化!!



①地域の危険箇所
や前兆現象

実際に見ることのできる周囲の様子



防災
スイッチ



②地域気象情報
ポータルサイト

テレビ、スマホ等から手に入れることのできる情報

**自分たちの身を自分たちで守るために
前もってみんなで決めた防災スイッチで
行動に移します!!**