



台風18号の桂川洪水特性と 日吉ダムの効果に関する考察

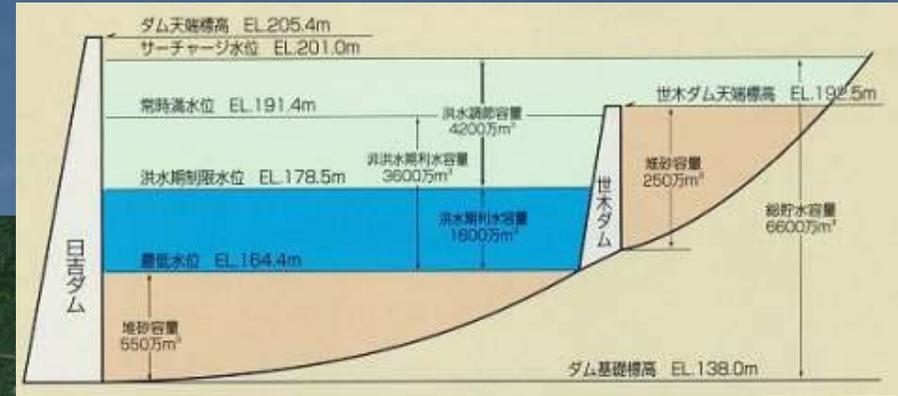
角哲也

京都大学防災研究所
水資源環境研究センター

本日の話題

- 台風18号時の桂川の洪水特性と日吉ダムの洪水操作
- 日吉ダムによる下流河川への洪水軽減効果
 - 亀岡, 嵐山(渡月橋), 桂川下流
- 日吉ダムによる流木捕捉と効果
 - 貯水池内の流木集積
 - 上流からの発生源
 - 流木捕捉による副次的効果
- まとめ
 - ダム効果に対するマスコミ, SNSの反応

日吉ダムと桂川



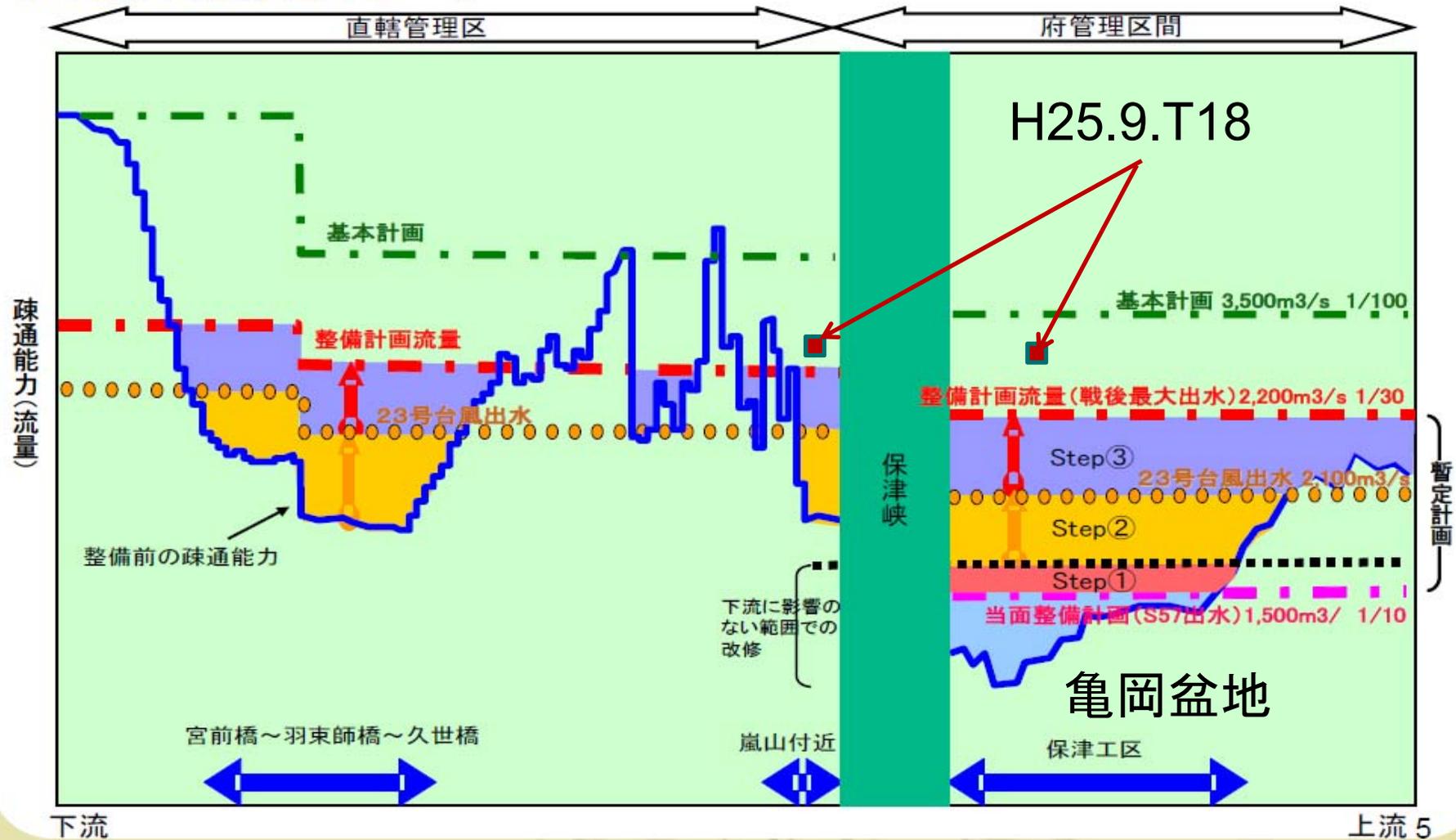
1997年, (独)水資源機構
 H=67.4m, V=6600万m³
 (洪水調節容量4200万m³)
 A=290km²
 相当雨量145mm
 =(4200 × 10⁴) / (290 × 10⁶)
 (1/100の計画雨量は2日雨量で349mm)

← 今回の洪水344.5mm



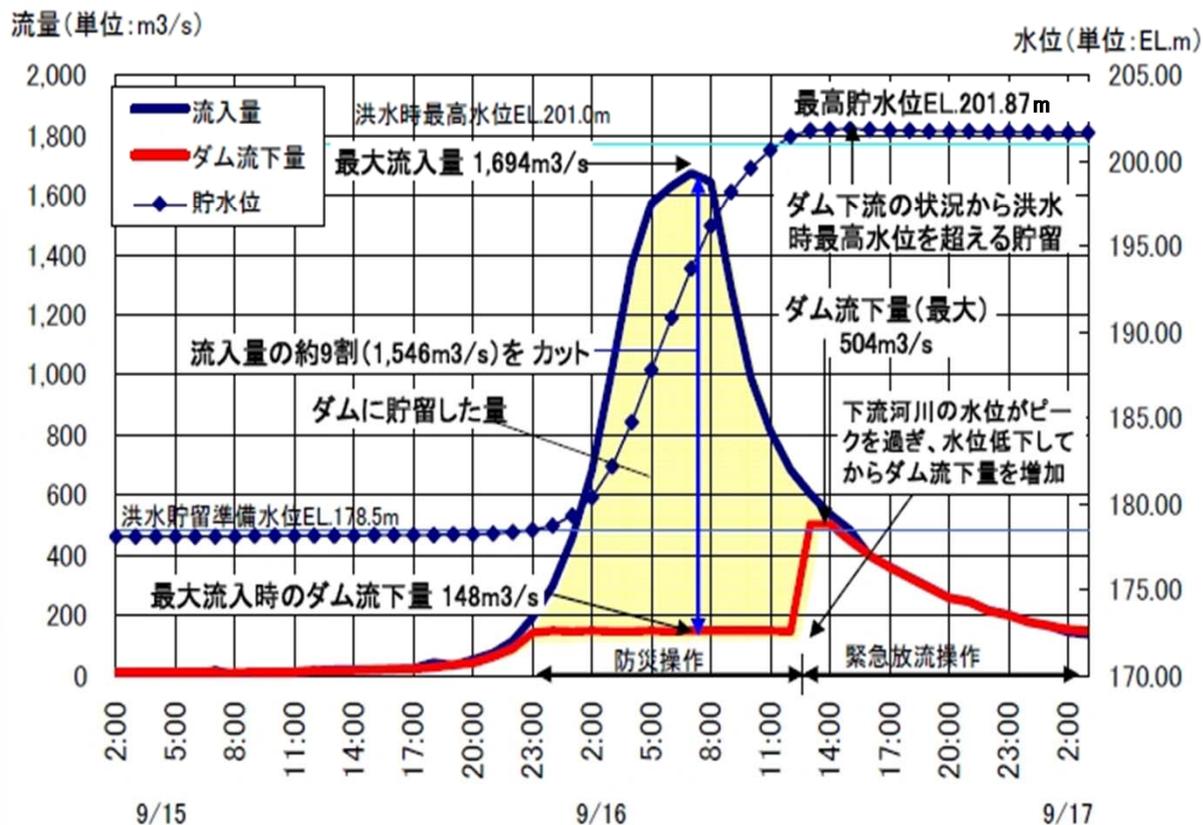
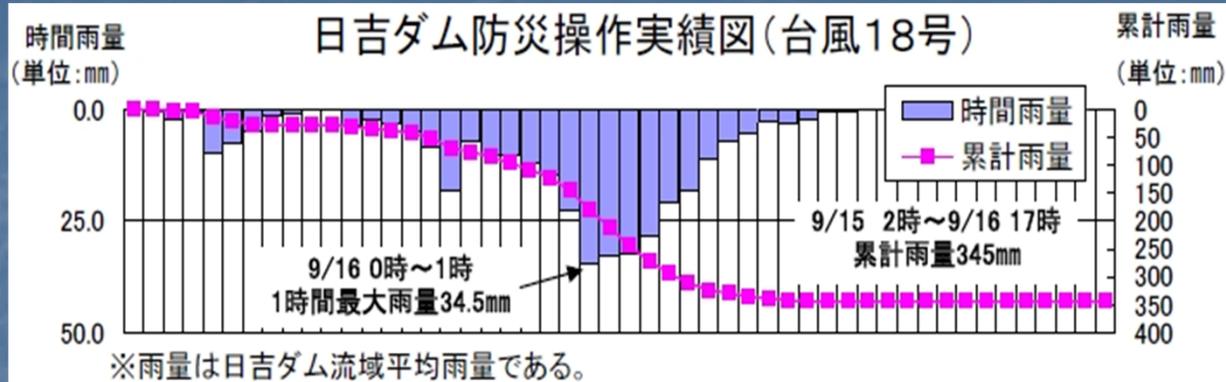
桂川の洪水流量

上下流バランスのイメージ



出典: 保津川かわまちづくり推進協議会資料(京都府)に加筆

日吉ダムの洪水調節効果



- 洪水時最高水位 (サーチャージ水位) を超える洪水貯留により、桂川の洪水量の軽減に大きく貢献

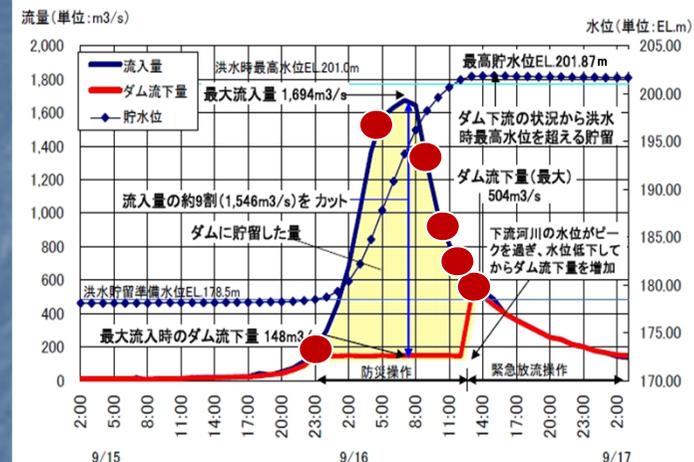
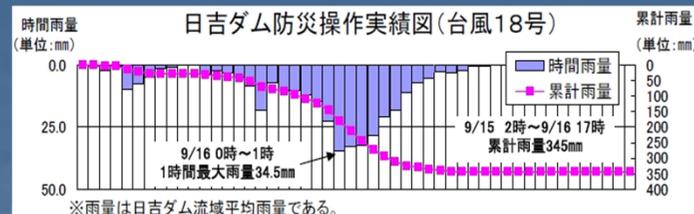
- 最大洪水カット量 約1546m³/s (9/16, 7時)

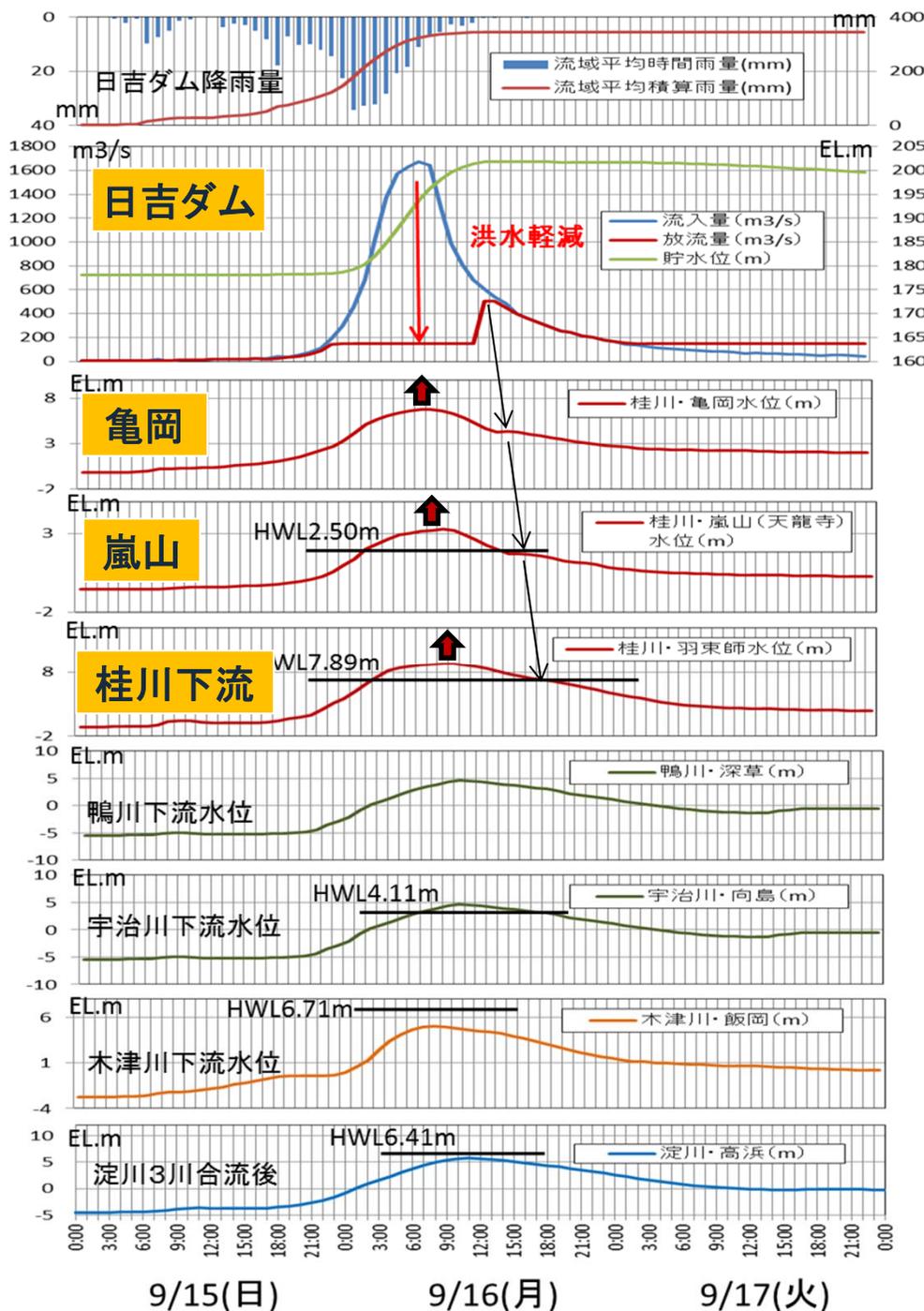
- 防災操作 → 異常洪水時防災操作に移行

出典:水資源機構

日吉ダムの洪水対応履歴

- 9/15 21:51 "京都・亀岡:大雨警報、洪水警報、南丹・京丹波:大雨警報、洪水注意報 "
- 22:34 流入量が洪水量(150m³/s)に達し、**洪水調節を開始**
- 9/16 1:20 保津橋水位がはん濫危険水位4.5m超過
- 1:50 天龍寺地点(渡月橋下流)水位がはん濫注意水位1.8m超過
- 4:57 ※16日9~10時に、ただし書き操作(異常洪水時防災操作)開始水位に達すると予測
- 5:05 京都府に大雨特別警報発令
- 6:00 **ダム操作に関する重要情報**(計画規模を超える洪水時の操作に関する事前情報) ※ただし書き操作開始3時間前の情報提供を行う。
- 6:44 **流入量が最大(1,694m³/s)に到達**
- 7:40 保津橋地点最高水位6.82m、最大流量3,102m³/s (H16T23最高水位超過)
- 9:00 ただし書き操作の承認
- 10:32 通常の**ただし書き操作開始水位EL200.20mに達したが、本則操作を継続**
- 11:00 異常洪水時防災操作に関する事前通知<1時間前通知>
- 11:25 **洪水時最高水位(サーチャージ水位)EL201.00mに達したが、本則操作を継続**
- 12:01 **ただし書き操作開始** ※常用洪水吐きゲート500m³/s(最大)で待機





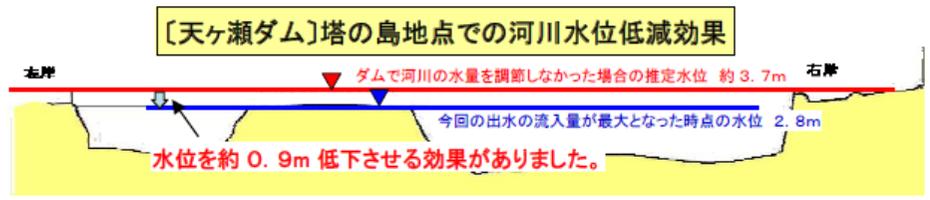
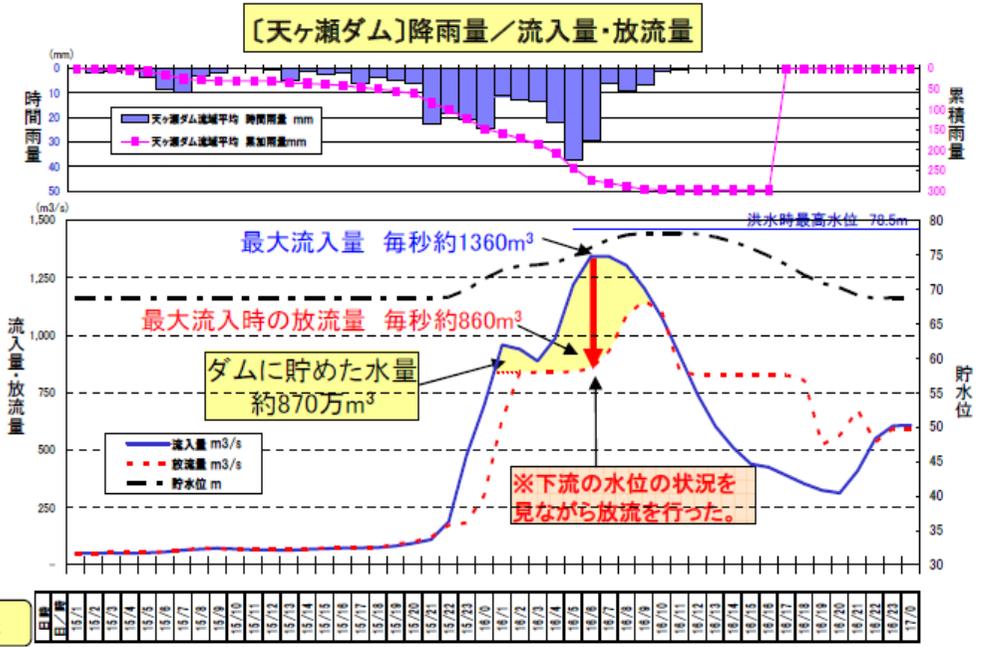
- ダム放流と下流水位の関係
- 日吉ダムが大きく洪水軽減(ピークカット)
- 日吉ダムが無ければ下流水位はさらに上昇
- 異常洪水時防災操作(ただし書き放流)の影響はほとんど無い

3. 天ヶ瀬ダムの効果

- 台風18号により天ヶ瀬ダムの流域では、1時間雨量で最大流域平均雨量37mm、降り始めからの総雨量は300mmを観測しました。この降雨により天ヶ瀬ダムへの**最大流入量は約1,360m³/s**に達しました。
- 天ヶ瀬ダムでは流域全体の安全を確保するため、ゲート操作を行うことにより、下流の河川へ流す水量を最大流入時には約860m³/sとし、**約500m³/sの流量を貯留**しました。この結果、この洪水期間中天ヶ瀬ダムには**約870万m³(京セラドーム大阪約7杯分)**を貯留しました。
- ダム下流の塔の島(とうのしま)地点(宇治市)では宇治川の水位を**約0.9m低下**させる効果があったものと推算されます。これにより、宇治市街地への浸水被害を防ぐことができたと考えています。



天ヶ瀬ダムに大量の洪水を貯めました

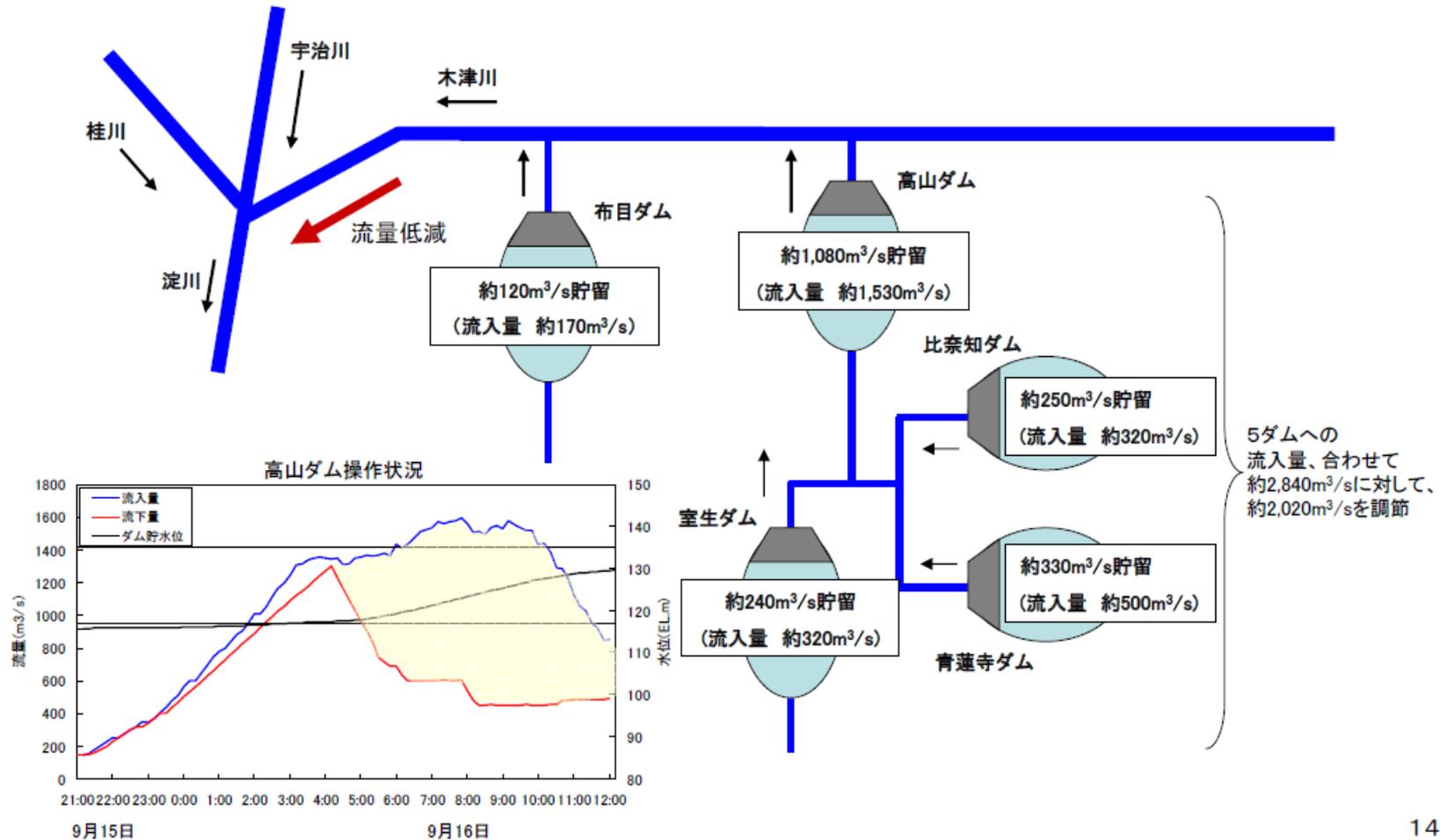




9. 木津川上流5ダム(高山、青蓮寺、室生、比奈知、布目)の効果

台風18号により木津川上流5ダムでは、淀川本川の水位を低下させるために、木津川上流ダム群の連携による操作を行い、ダムからの放流量を抑えて、ダムでの貯留量を増やし、淀川三川合流部の流量低減に努めました。

【この操作により、16日9時時点において、木津川上流5ダムへの流入量、合わせて約2,840m³/sに対して、約7割(2,020m³/s)をダムで調節しました。】



亀岡盆地に対する効果

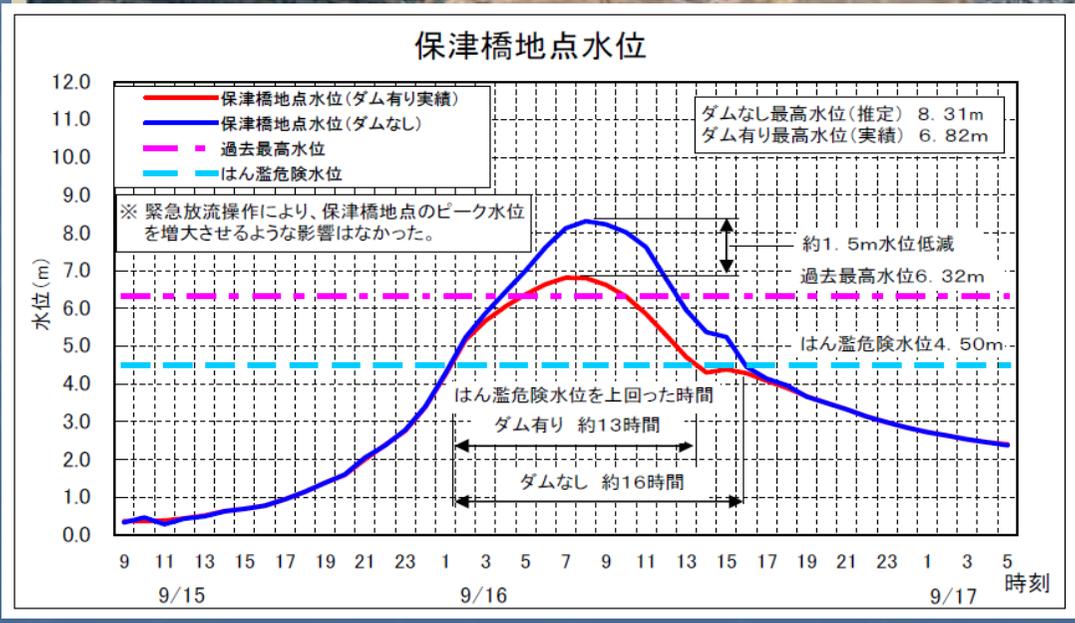
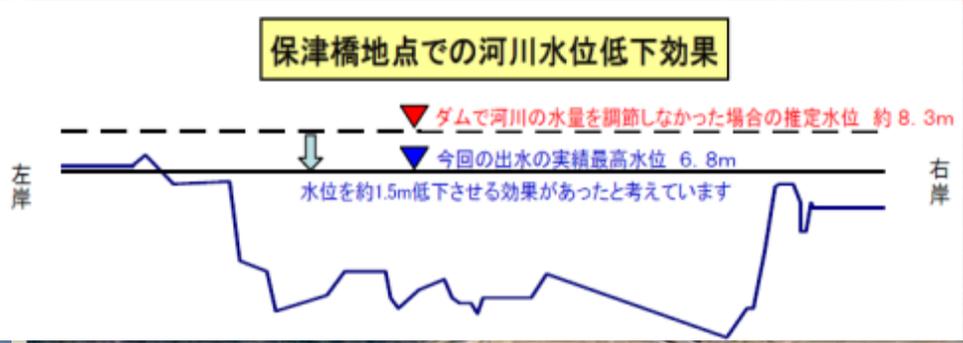
さらに水位が上昇することで、家屋においては床上浸水の増加、鉄道や商業施設では電気系統の障害などが大きく発生し、復旧に長時間を要していた可能性.



浸水深1.0m



浸水深2.3m



JR亀岡駅

嵐山・渡月橋に対する効果

出典：国土交通省

2013.9.16(月)AM9:00頃



<http://togetter.com/li/564672>



昭和28年

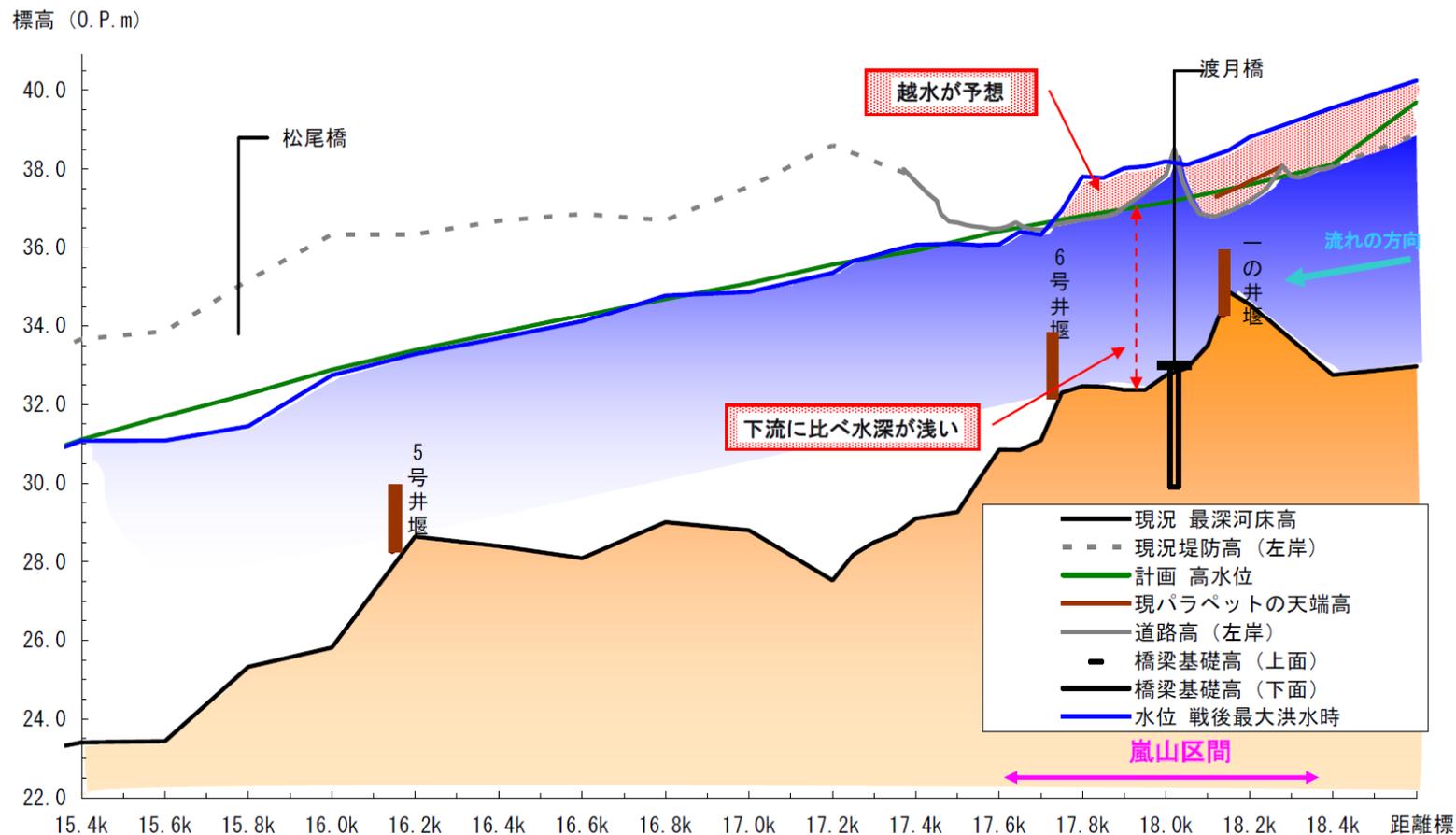


昭和35年

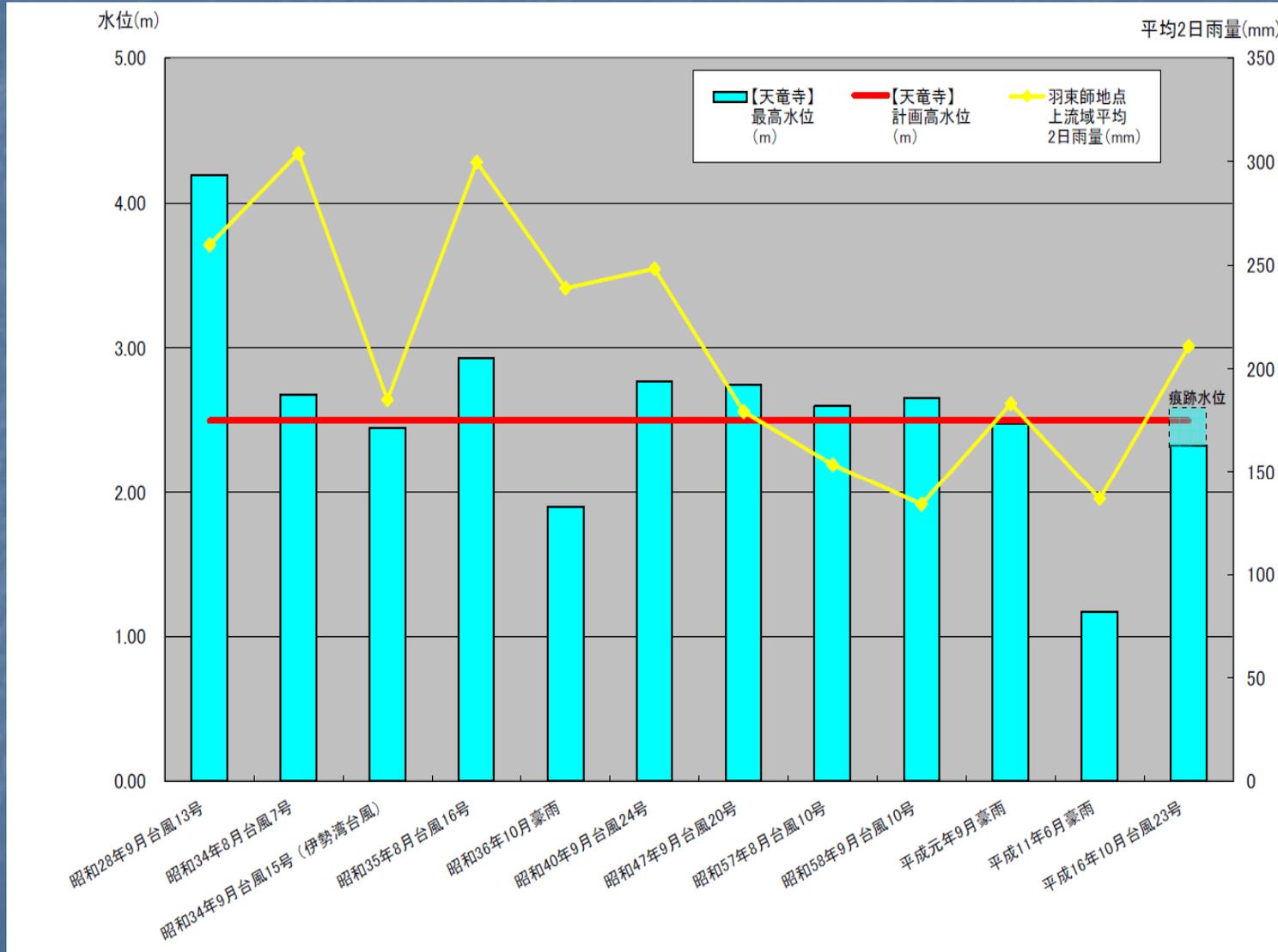
河床縦断の評価

勾配が急な上に河床が浅く、水位が上昇しやすい

- ・川幅の狭さに加え、河床も浅く、橋や堰が多く存在するため、水位が上昇しやすい
- ・過大な掘削は川の姿を一変させるだけでなく、構造物も大規模なものになる



嵐山(天龍寺)の過去の洪水水位

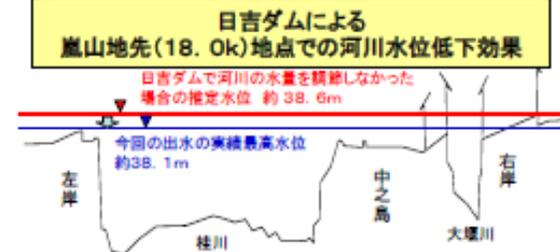
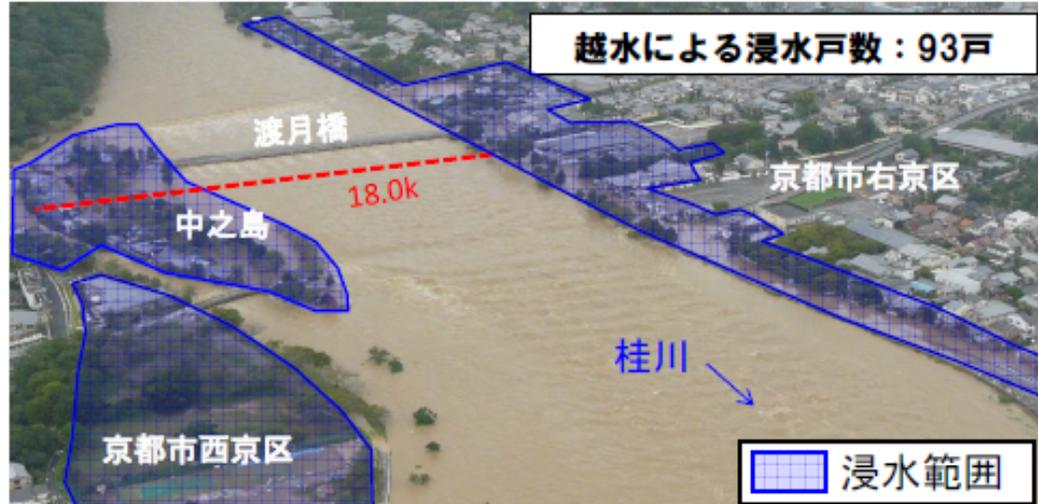


3.8m
(日吉ダムなしの場合)

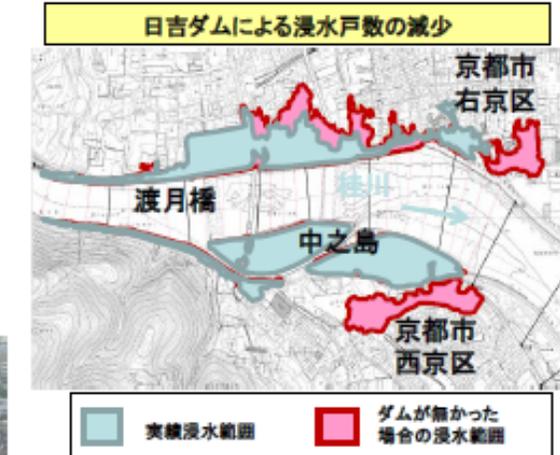
↑
3.27m
(日吉ダムあり(実績) 9/16, 9:00)

5. 日吉ダムの効果②嵐山地区(渡月橋付近)

- 嵐山地区では、平成16年台風23号洪水を超える93戸の浸水被害が発生しました。ピーク時には、渡月橋の橋面を洪水が乗り越え、周辺の旅館等にも甚大な被害が発生しました。
- 日吉ダムでは、流域全体の安全を確保するため、洪水を貯留し、ダム下流の嵐山付近では桂川の水位を約0.5m低下させる効果があったものと推算されます。また、ダムの効果により、**渡月橋の損傷の拡大を防止するとともに、浸水戸数をほぼ半減**できたと推定されます。

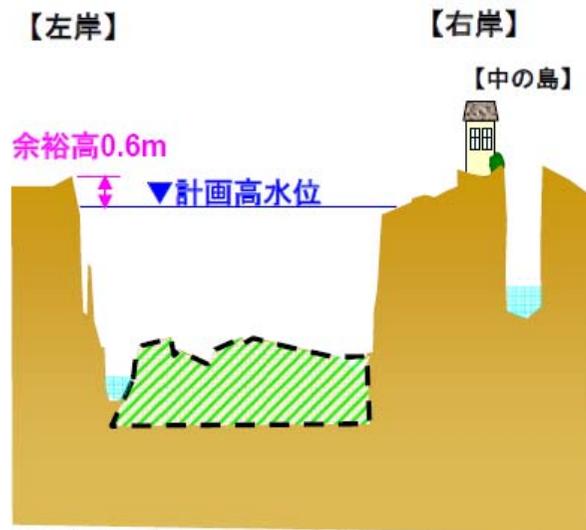


※嵐山周辺において、浸水被害が発生しましたが、ダムで貯留したことにより水位低下効果があったものと推測されます。



想定されている治水対策（単独案）

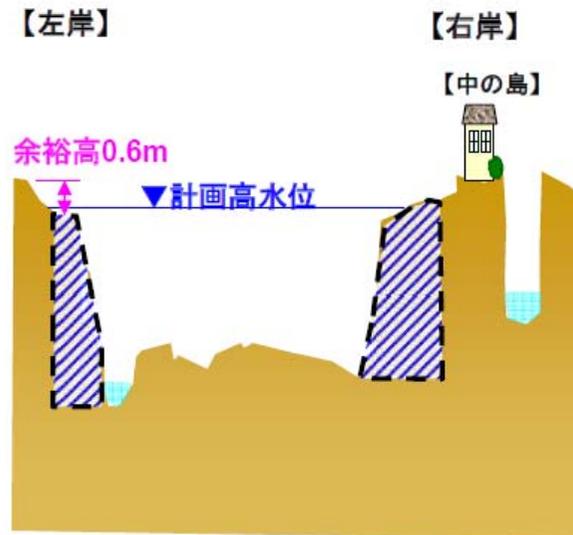
河床掘削案



（単独案での課題）

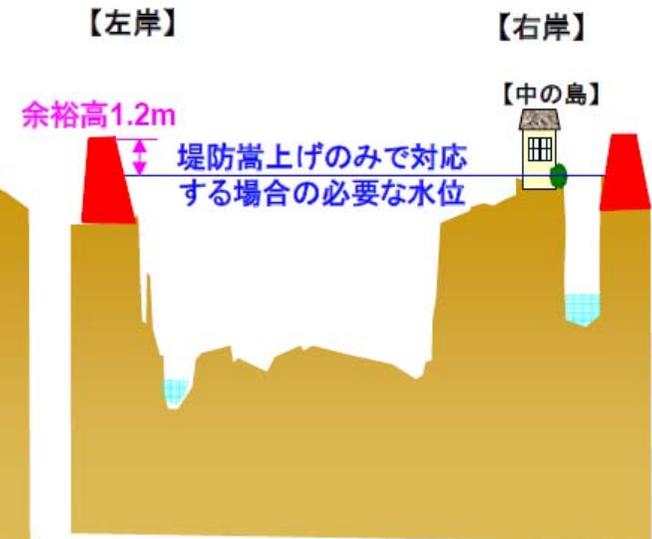
- ・水面が低下して景観が変化
- ・渡月橋の橋脚補強が必要
- ・一の井堰の堰高が変化

河道拡幅案



- ・左岸側の拡幅で家屋移転が必要
- ・中の島の半分が消失

堤防嵩上げ案



- ・河川への眺望が遮断
- ・築堤のため家屋移転が必要
- ・渡月橋の嵩上げが必要

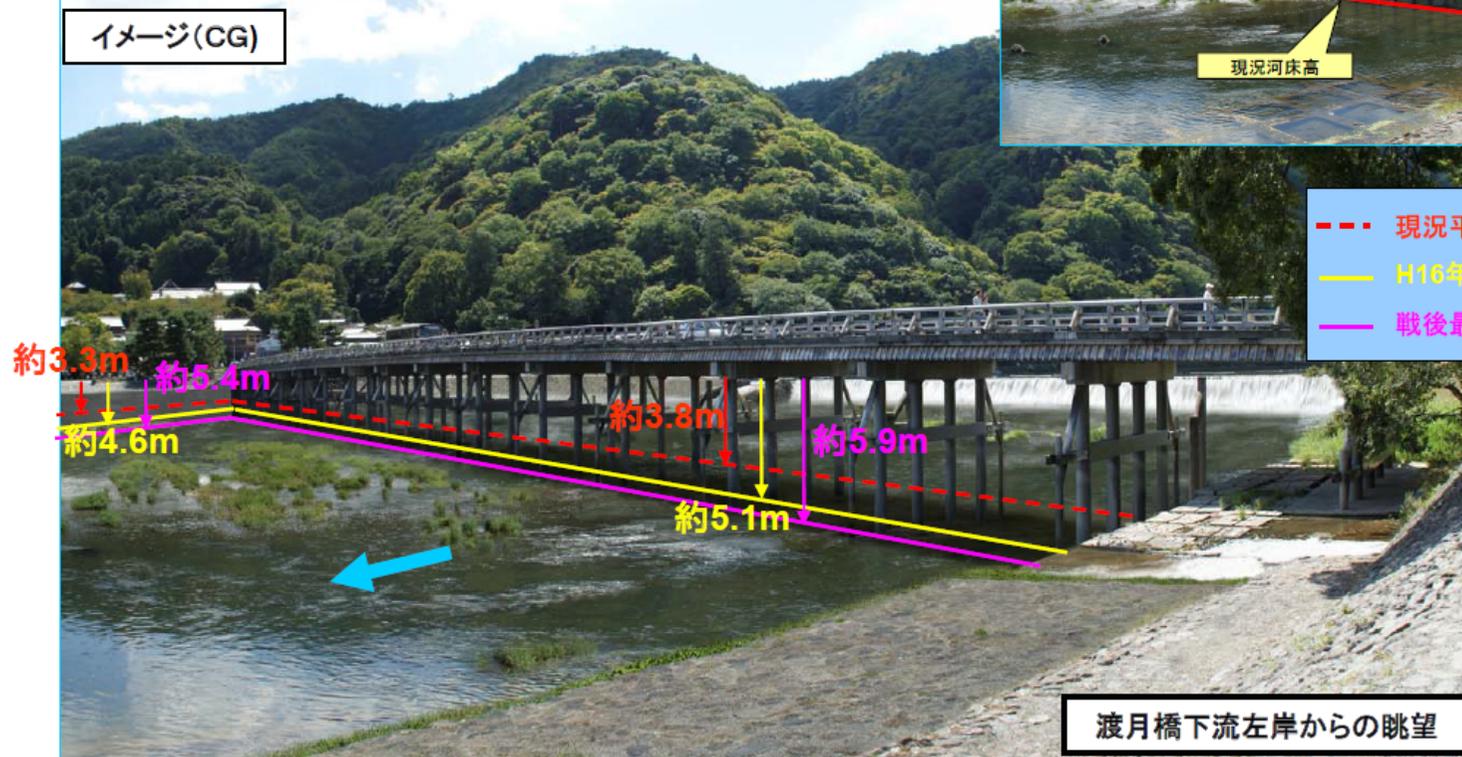
「桂川嵐山地区河川整備検討委員会」が組織され、治水目的の河道改修（河床掘削，河道拡幅，堤防嵩上げに加えて，固定堰の改築や撤去）と，景観の両立を図るべく検討が進行中。

河床掘削による景観への影響

河床掘削実施後の渡月橋イメージ

- 平常時の水面が低下し、渡月橋の見え方が変化する。
- 中の島からみた水面が低下する。

イメージ(CG)



※橋～水面までの空間の見えの変化

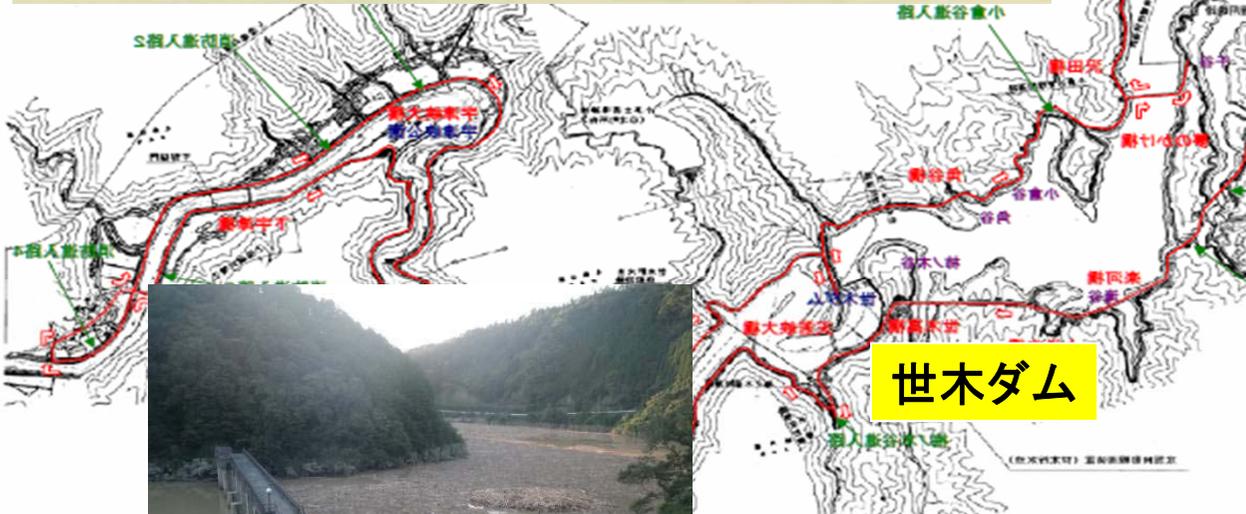
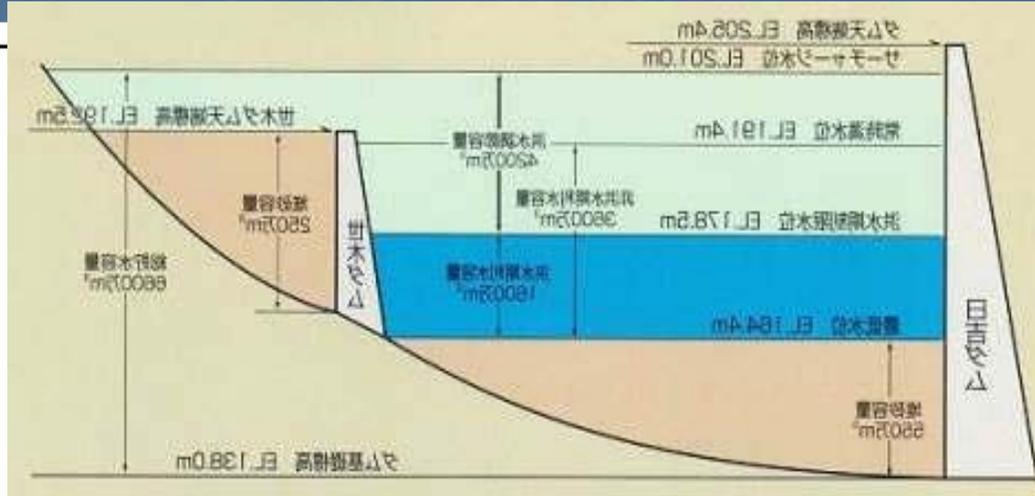
現状



- - - 現況平水位
- H16年洪水対応平水位
- 戦後最大洪水対応平水位

渡月橋下流左岸からの眺望

日吉ダム湖内の流木捕捉



流木の捕捉により、下流の洪水氾濫を未然に防止

世木ダム直下の流木滞留状況

出典:水資源機構



出水前(9/11)



最高水位時(9/16:14:40)

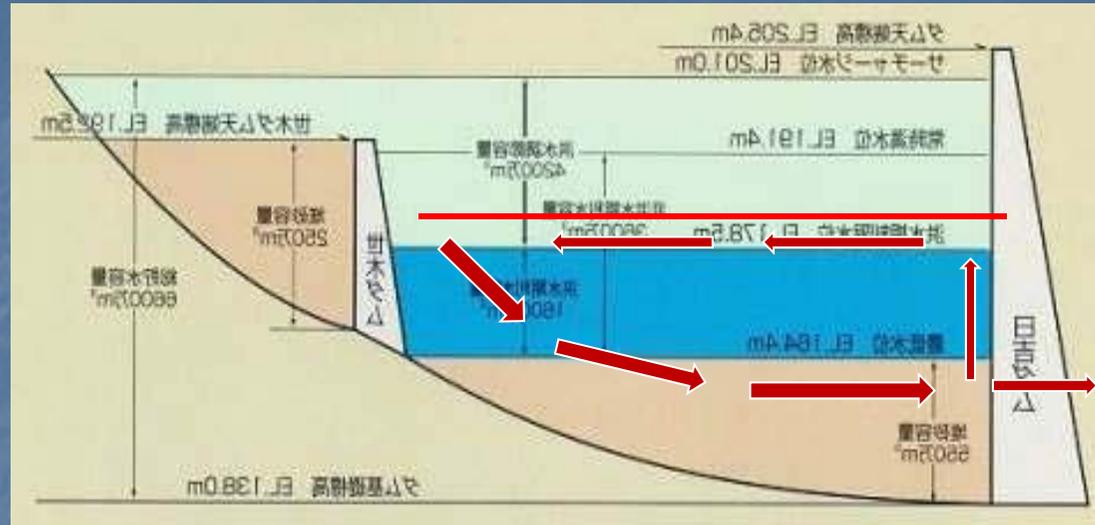


出水後(9/25)

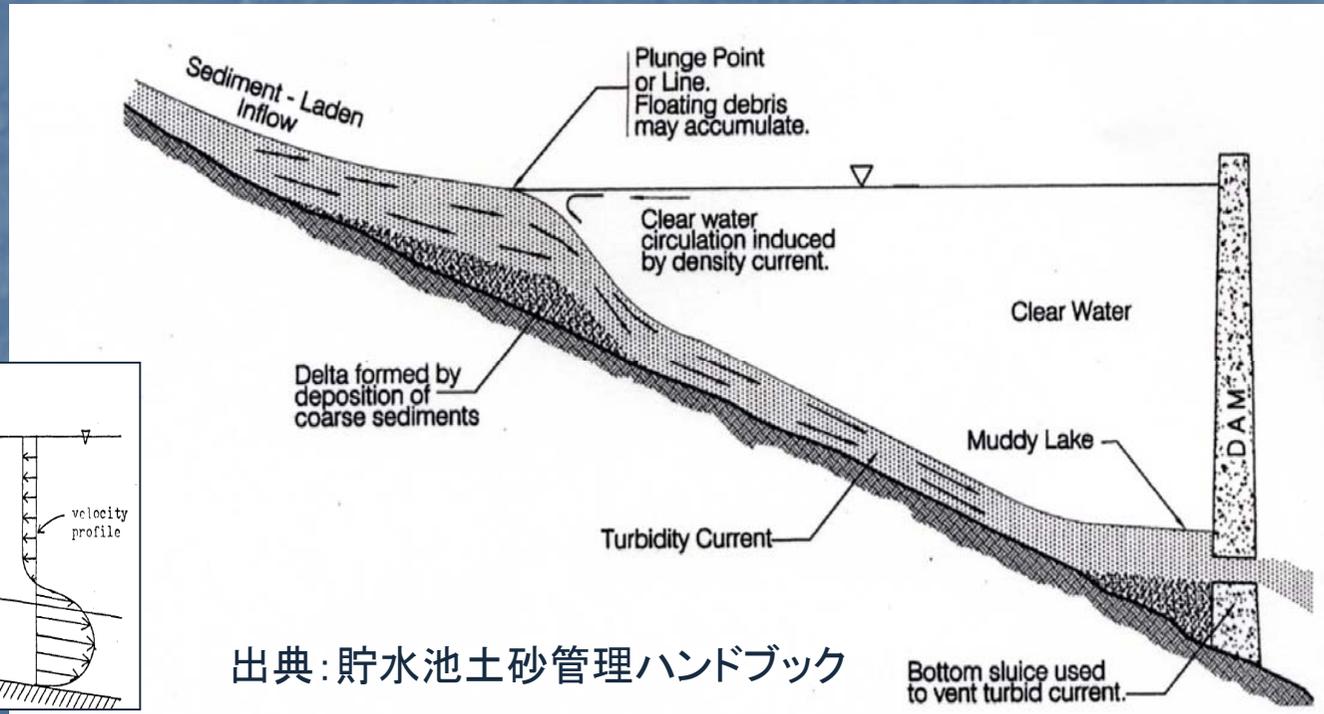


出水後(10/7)

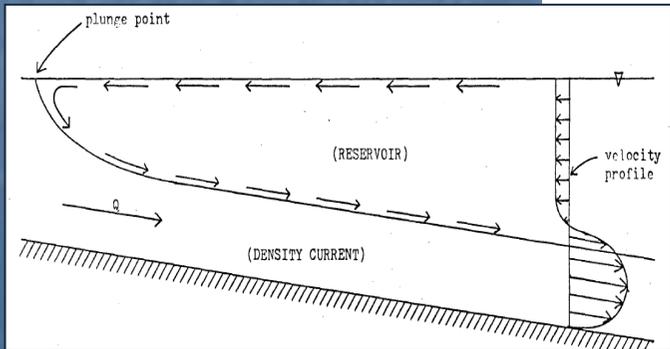
濁水密度流と流木の集積の関係



世木ダムを越えた濁水密度流が貯水池底部を流下、その補償流が表面を上流方向に流下
世木ダム直下流に流木が滞留



出典: 貯水池土砂管理ハンドブック



流木の発生源（上流河道からの発生）

出典：水資源機構



橋梁への流木集積による被害拡大

足羽川(2004)



玉来川(大分竹田2012)



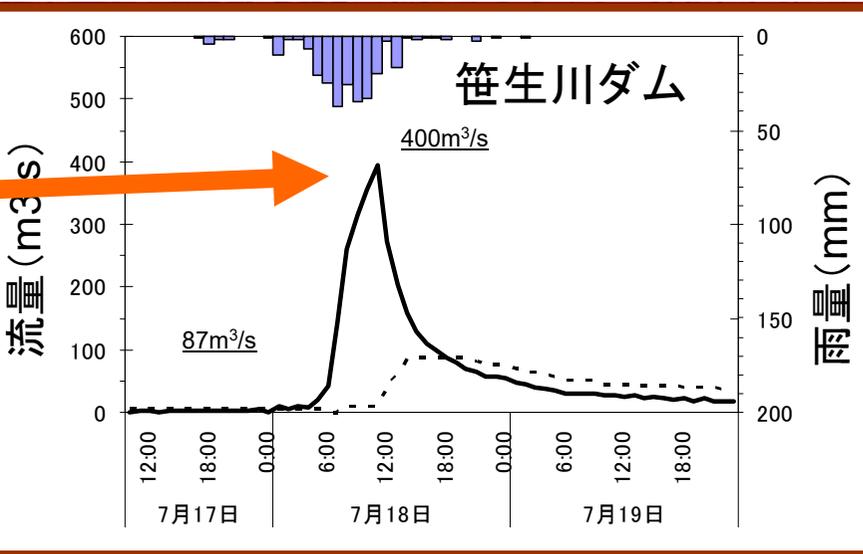
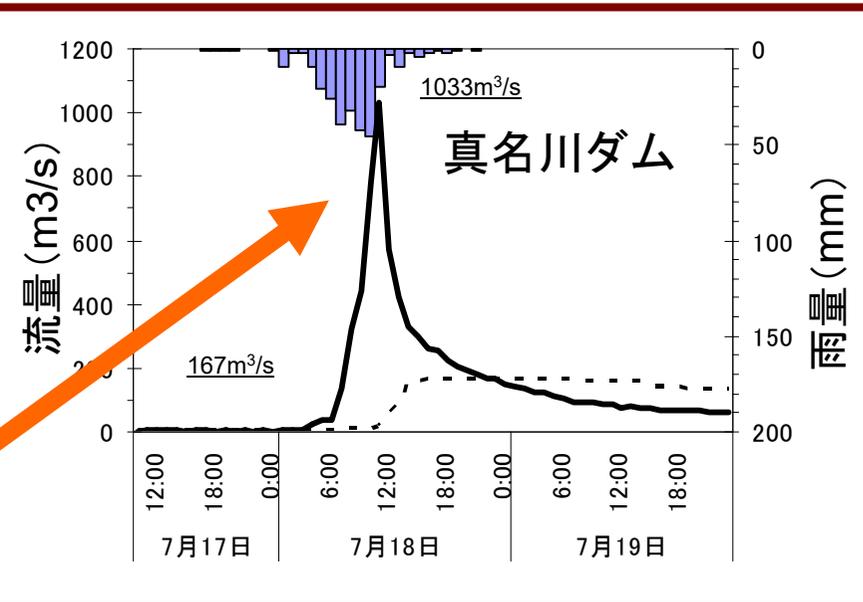
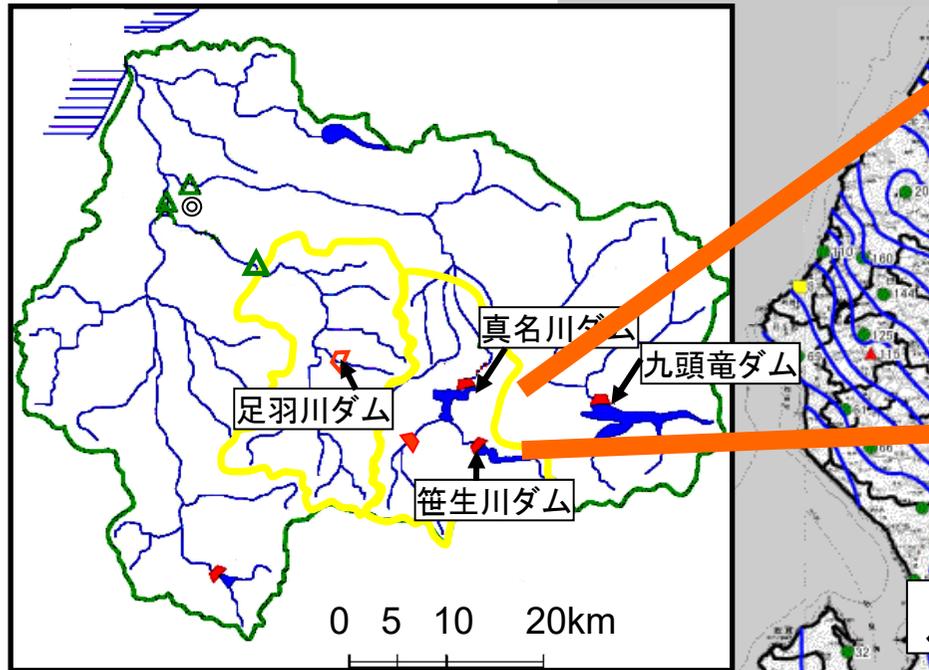
足羽川における鉄道橋の落橋(2004)



ダム貯水池の多面的な洪水調節効果

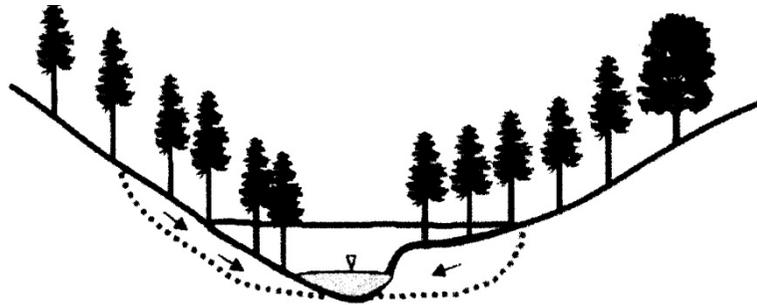
- 福井豪雨時の足羽川／真名川（降雨強度以上に相違がある）
- 真名川上流における各施設（

（福井県資料に加筆）

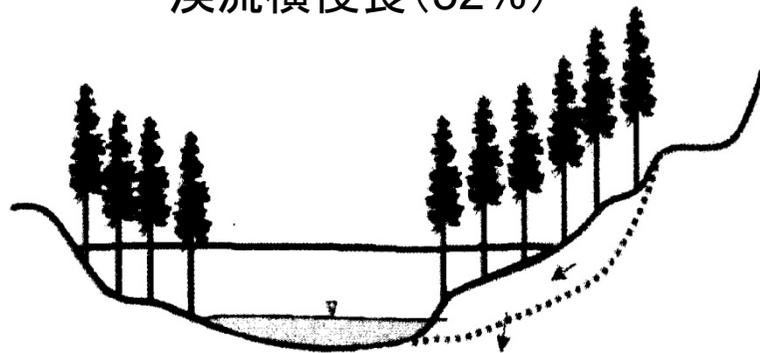


2ダム合計で約1,400m³/sのピークカット

足羽川における流木発生原因



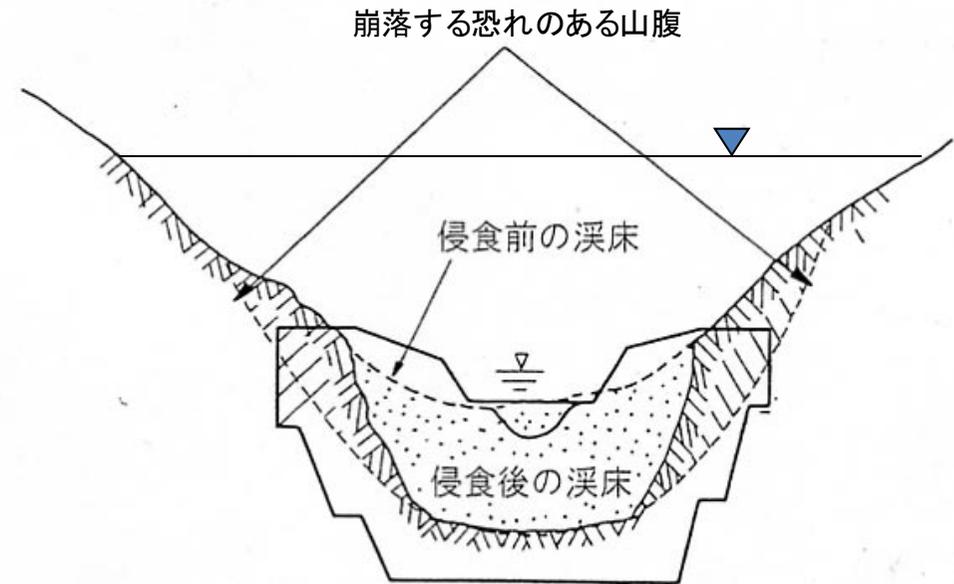
溪流横侵食(32%)



河岸横侵食(55%)

(福井県山間集落豪雨災害
対策検討委員会報告書より)

砂防ダムおよび貯水ダムによる
溪岸・河岸縦横侵食の防止効果



貯水ダムは、湛水地内および下流河道
からの土砂・流木発生を大きく軽減

福井豪雨時の真名川上流における各施設の効果

	砂防ダム(23基)	雲川ダム	笹生川ダム	真名川ダム
洪水量の調節 (ピーク流量→ピーク 流量時放流量) 洪水調節総量 (洪水調節相当雨量 /流域平均雨量)	—	—	○ (400→10m ³ /s) 7,381千m ³ (104mm/251mm)	○ (1,033→15m ³ /s) 14,720千m ³ (96mm/280mm)
流出土砂の調節・捕捉 調節・捕捉量 比流砂量	○ 184千m ³ (1,000~ 3,500m ³ /km ²)	○ 29千m ³ (519m ³ /km ²)	○ 72千m ³ (1,020m ³ /km ²)	○ 1,080千m ³ (7,060m ³ /km ²)
溪床・河床勾配の緩和 による縦横侵食の防止 (ダム上流部における土砂・ 流木発生防止)	○	○	○	○
流木の捕捉	△	△	○	○ 500m ³
洪水量の低減による 河岸侵食の防止 (ダム下流部における土砂・ 流木発生防止)	—	—	○	○

出典:角, 谷崎(2007), 2004年福井豪雨における九頭竜川上流ダム群の洪水調節効果, 大ダム, No.198.



桂川下流右岸，鴨川合流点

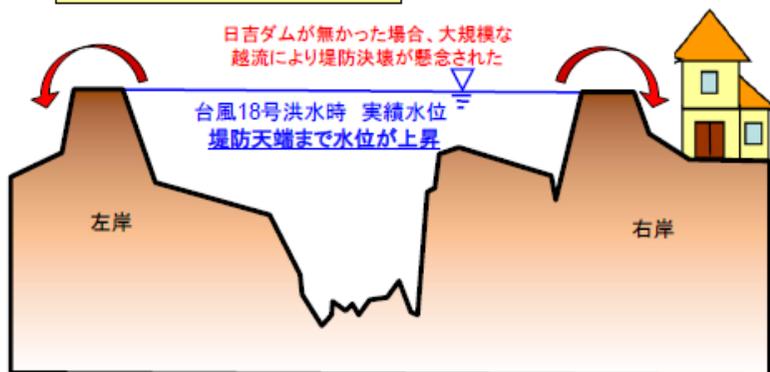


- 桂川右岸では400m区間で越水、水防団＋自衛隊による懸命な水防活動で破堤回避
- 京都市南、右京、西京、伏見区の約24万人に避難指示、破堤すれば甚大な被害が発生していた可能性あり

5. 日吉ダムの効果③鴨川(かもがわ)合流点付近

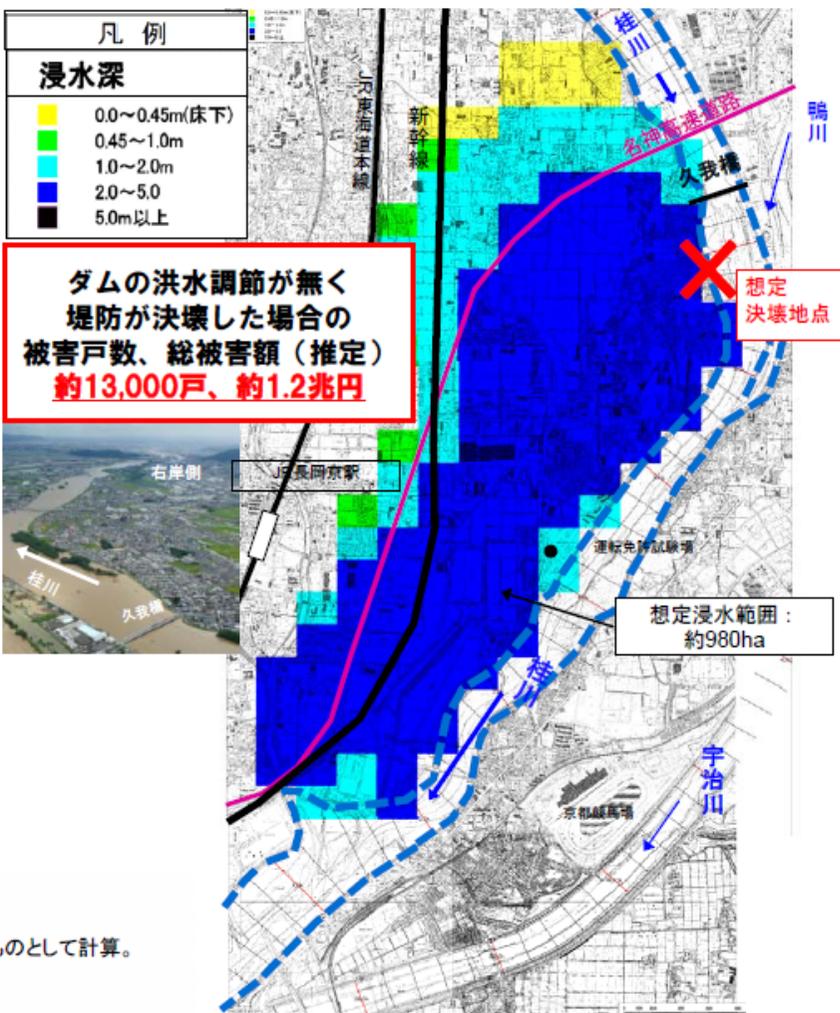
■下流の京都市の鴨川合流点付近においては、水位が堤防天端まで上昇し越水が生じましたが、日吉ダムの洪水調節と土のう積みにより堤防の決壊を免れました。仮に日吉ダムが無く、久我橋(こがばし)下流の右岸側で堤防が決壊した場合、**約13,000戸の浸水、約1.2兆円の被害**が発生したと推定されます。

鴨川合流点付近の水位



※計算条件:堤防が決壊した場合の浸水状況を氾濫シミュレーションにより計算。
 決壊地点は今回の出水で越流が生じた右岸側の地点を仮定。
 越流した400mの区間のうち7k地点で約100mにわたり計画高水位にて決壊したものと計算。
 ※想定被害額は治水経済調査マニュアル(案)により算定。
 算定に使用したデータ: 国勢調査H17、事業所統計H18

日吉ダムが無く、鴨川合流点付近において右岸側の堤防が決壊したと想定した場合の浸水状況



洪水の特徴と日吉ダムの効果(1/2)

- 台風18号により、桂川上流の日吉ダムでは総雨量345mm、ダムへの最大流入量 $1,694\text{m}^3/\text{s}$ (日吉ダム管理開始(平成10年)以降最大)を記録((参考)平成16年台風23号時の最大流入量 $856\text{m}^3/\text{s}$)
- 日吉ダムは、下流の亀岡、嵐山、桂川下流の洪水流量を軽減すべく、ダムの洪水調節容量をフル活用して流入水をカット(最大流入量 $1,690\text{m}^3/\text{s}$ を $148\text{m}^3/\text{s}$ に9割カット)

洪水の特徴と日吉ダムの効果(2/2)

- この結果、保津橋地点(亀岡市保津川下り船乗場付近)の水位を約1.5m低下、嵐山(渡月橋)地点の水位を約0.5m低下させ、亀岡、嵐山、桂川下流域(京都市街地(右京、西京、南、伏見区))に大きな洪水軽減効果を発揮
- 日吉ダムは、洪水とともに流入した大量の流木が捕捉。これが流れていた場合には、下流の橋梁に集積し、洪水氾濫が拡大(嵐山渡月橋の洪水水位もさらに上昇)していたことが確実
- 日吉ダムは、「**洪水量の軽減**」と「**流木の捕捉**」の二つの面で、下流の洪水軽減に大きな効果

その他の洪水の特徴

- 今回の洪水は、鴨川を含めた桂川、宇治川、木津川の3川でほぼ同時刻の洪水ピークをもたらしている
- 3川の中では木津川の洪水流出がやや早い傾向にある（木津川では上流の高山ダムで最大 $1,100\text{m}^3/\text{s}$ の洪水カットを行っており、この効果を考慮する必要がある）
- 日吉ダムのただし書き操作（異常洪水時防災操作、最大放流量 $500\text{m}^3/\text{s}$ ）への移行に伴い、桂川の各地点でわずかばかりの水位変化が認められるが影響は小さい
- 桂川下流（羽束師）は9/16の4時から14時過ぎまで計画高水位（HWL 7.86m ）を上回る高水位が長時間継続したが、上流の嵐山のピークよりも早く水位上昇が起こっており、先行する木津川や宇治川の流量増加に伴う3川合流点水位の上昇の影響を受けていた可能性がある

ダム放流に関する理解

■ マスコミ

- 「ダム放流が洪水の原因」のレベルの低い報道がまだ多い
- ピークカット（洪水軽減）を行ったことは報道されない
- 満杯になった、「ダムを守るために放流した」ことが記事になる
- 言葉の持つ意味を日頃から浸透させることが必要
(ただし書き放流→異常洪水時防災操作、で改善されたか?)

■ SNS

- 当初は、マスコミ報道を受けた、「ダム放流 → 下流で洪水氾濫」の書き込み多数
- ダム諸量データベースを読める人たちからの「日吉ダムは頑張った」の声に次第に書き込みのトーンが変化
- 一方、ダム操作に対するさらなる要求の声も
 - 気象予測をもとに、事前に水位を下げておけば、もっとカットが出来たのではないか?

桂川の上流には1998年、洪水防止と水道水供給を目的に日吉ダム（京都府南丹市）が整備された。今回の嵐山での氾濫は、全国で98人の死者・行方不明者を出し、観光バス水没事故もあった2004年の台風23号を上回る大雨だったことが原因という。

ダムを管理する独立行政法人水資源機構によると、上流域で20年に一度の大雨が降った場合、最大で毎秒1510トの水がダムに流れ込むと想定。台風23号の時でも856トだった。

ところが今回、ダム上流域

ダム 氾濫防げず

での1時間雨量が16日午前0時から3時間連続で30ミリの超えるなど、大雨が長時間続き、ダムに流れ込む水の量は同7時、ピークの毎秒167.4トに達した。ダムの水量は最高水位にまで迫り、放流量を規定上限の毎秒約150トと、平常時の10倍以上に引き上げた。この大量の水が、川幅が狭く、川底も浅い嵐山で氾濫することになった。

同機構関西支社は「想定以上の大雨だった。ダムがなければ、毎秒1000ト以上が下流に流れた可能性がある」としている。

大野ダム・日吉ダム



濁流が流れ込み、浸水する住宅
（16日午前の様子、福知山市日吉）記者撮影

水量23号の倍 緊急放流

「これ以上待てば損壊」判断

台風18号による大雨が洪水時最高水位の1.75倍を突破した。野ダム（南丹市美山町）と桂川の日吉ダム（同市日吉町）の雨水流入が、2004年の台風23号時の2倍近い過去最大量を記録したことが分かった。下流で川のはん蓋が差し迫る中、両ダムとも初めて「緊急放流」を断り切ったが、放流のタイミングを遅らせた。京都府が管理する大野ダムは、16日午前6時10分に毎秒171.5立方メートルという過去最大の流入量を記録。同8時30分にはダムの水位

が洪水時最高水位の1.75倍を突破した。野ダムへの流入量はすでに午前9時時点で毎秒1200立方メートルを超え、過去最大だった台風23号時の1185立方メートルを上回っていた。貯水量を確保するため、ダムへの流入量と放流量を同量に近づけたが、「緊急放流」の実施に迫られたが、その前に京都府が緊急放流を断り切った。京都府が管理する大野ダムは、16日午前6時10分に毎秒171.5立方メートルという過去最大の流入量を記録。同8時30分にはダムの水位