

平成30年7月豪雨災害 関西調査団 2018.8.9
関西大学 千里山キャンパス BIGホール100

平成30年7月豪雨の特徴と河川災害 (関西地区を中心に)

角 哲也・佐山敬洋

(公社)土木学会関西支部災害調査団

(京都大学防災研究所)

平成30年7月豪雨災害 関西調査団

団長	吉村庄平(大阪高速鉄道(株))	(公社)土木学会関西支部 支部長
団長補佐	堀 智晴(京都大学防災研究所)	(公社)土木学会関西支部 幹事長
調査団員	角 哲也(京都大学防災研究所)	(公社)土木学会関西支部 災害調査団 団長
	芥川真一(神戸大学大学院工学研究科)	(公社)地盤工学会関西 支部災害調査団 団長
	藤田正治(京都大学防災研究所)	(公社)砂防学会関西支部 災害調査団 団長
	釜井俊孝(京都大学防災研究所)	(公社)日本地すべり学会 関西支部災害調査団 団長
	北田奈緒子((一財)地域地盤環境研究所)	(一社)応用地質学会関西 支部災害調査団 団長

調査団メンバー(順不同、敬称略)

- 調査団長 角 哲也(京大防災研): 河川・ダム
幹事 佐山敬洋(京大防災研): 降雨流出・災害情報
- 調査団員
中北英一・山口弘誠(京大防災研): 気象特性・豪雨解析・
温暖化影響
田中茂信(京大防災研): 降雨統計解析
竹門康弘・野原大督(京大防災研): 河道応答・ダム操作
中川 一・川池健司(京大防災所): 洪水氾濫
田中耕治・東 良慶(大工大): 洪水被害
山上路生・岡本隆明(京大): 流木災害
矢守克也・多々納裕一・畑山満則・大西正光・竹ノ内健介(京大
防災研)・宇野宏司(神戸高専): 危機認知(ハザードマップ)・
避難行動・災害対応・インフラレジリエンス

今回の水害の視点

• 降雨の特徴

- 梅雨前線にもかかわらず、広域(西日本全域)かつ高強度(積算雨量)
- 昭和28年, 昭和47年災害との比較が必要

• ダム操作

- 多くのダムで洪水調節効果を発揮(代表例:日吉ダム), ただし, あと一步で大災害
- 超過洪水に至った場合の「異常洪水時防災操作」が多発(原因:複数降雨ピーク(総流入量大), 前線性降雨地域で治水容量限界)
- 大洪水/中小洪水のどちらを守るか(下流河道疎通能力小), 大きな社会選択
- ダム機能強化(ダム再生)は重要(貯水容量増加, 放流設備増強)

• 浸水被害

- 支川合流点で氾濫(降雨継続時間が長い, 複数降雨ピークの影響)
(本川水位が高い状態で支川の追加流出が発生), 由良川, 亀岡, 真備も同様

• 情報伝達

- 警報・土砂災害警戒情報・特別警報(気象庁), 避難勧告・避難指示(市町村), ダム放流警報(ダム管理者(サイレン・スピーカーなど)), 危機管理のあり方
- 全国的に見れば順番に災害発生(他地域での災害報道を活かせなかったか?), 過去の地元の災害の歴史のリマインド(津波だけではない)

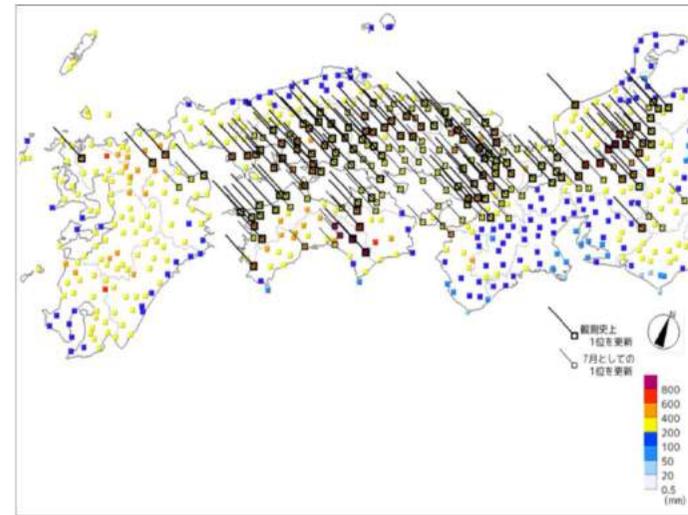
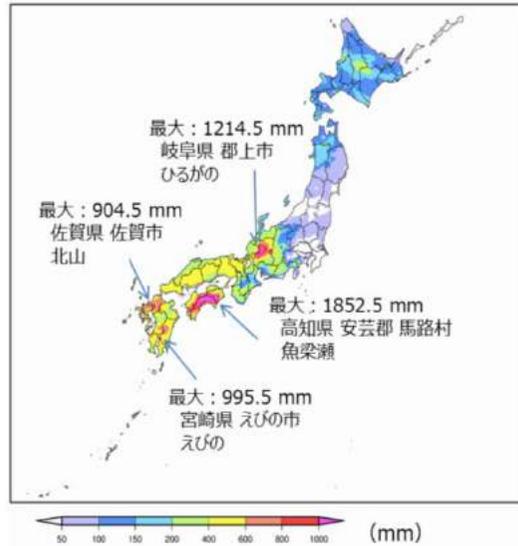
各調査グループの調査の視点(降雨分析)

- 中北英一・山口弘誠(京大防災研): 気象特性・豪雨解析・温暖化影響
 - これまでの梅雨で典型的な局地線状降水帯だけによる豪雨とはきわめて異なり、複数日にわたり西日本一帯で必ずしも線状降水帯でない形態で豪雨をもたらされたことが今回の豪雨の特徴
 - 台風でもないのに、広い範囲に長時間(多い総降雨量)をもたらされた原因(気象庁の報告以外に新たな視点があれば)
 - 九州北部豪雨との比較
 - 温暖化の影響(過去再現ならびに温暖化予測シミュレーションに、今回のような梅雨豪雨がどれくらい含まれているか)
 - 気象レーダーをベースにした豪雨の時空間降雨分布特性と気候変動影響の解析(気候変動影響解析は、見いだした定量的特徴が過去再現ならびに温暖化予測シミュレーションにどれくらい含まれているか)
- 田中茂信(京大防災研): 降雨統計解析
 - 平成25年台風18号以降のデータを加えた近畿北部(特に桂川流域)の降雨統計解析
 - 西日本の降雨継続時間毎の極値更新地点の分布把握および今次降雨の確率評価

西日本豪雨の特徴

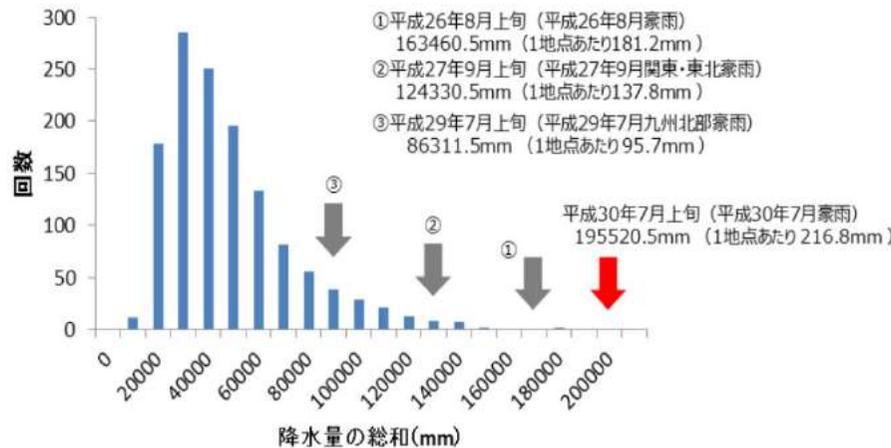
近畿北部で総雨量400-600mm,
観測史上1位を観測

中北英一

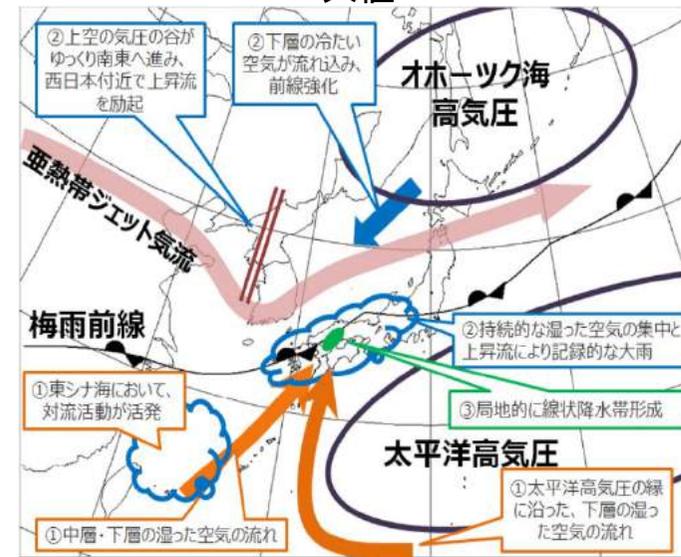


平成30年7月豪雨の降水分布(6月28日～7月8日)

西日本から東海地方にかけての72時間降水量の期間最大値



全国のアメダス地点で観測された降水量の総和(1982年1月上旬から2018年7月上旬における各旬の値の度数分布)



7月5日から8日の記録的な大雨の気象要因のイメージ図

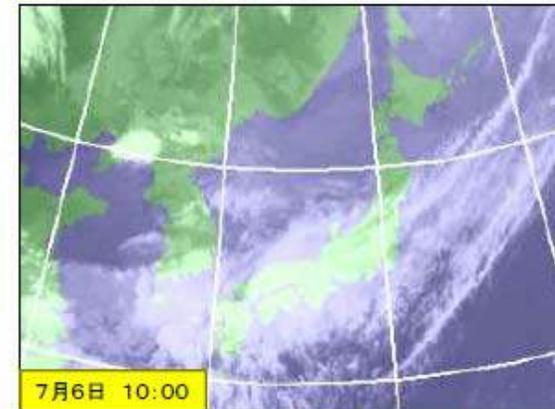
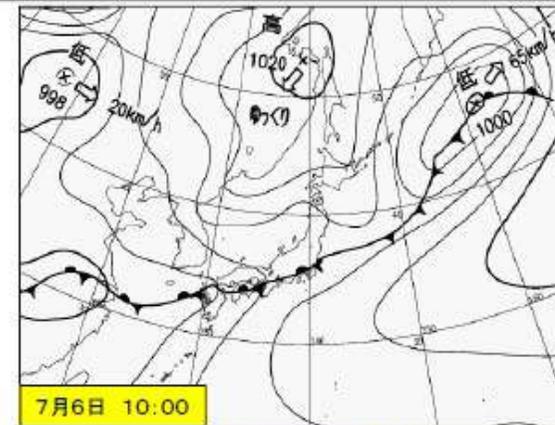
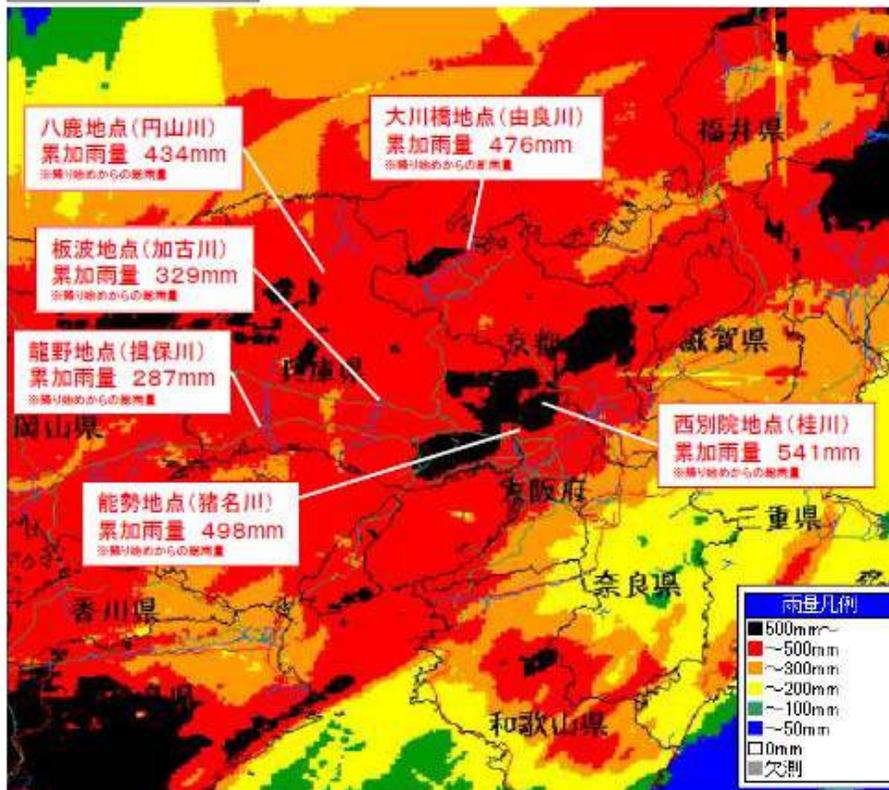
「平成30年7月豪雨」月豪雨の大雨の特徴とその要因について(速報) 要因について(速報)(気象庁7月31日)から抜粋

近畿管内の豪雨の概要

平成30年7月豪雨の概要(近畿管内)

○4日昼から8日にかけて、東日本から西日本に停滞している梅雨前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込み、梅雨前線の活動が活発となり、近畿全域で猛烈な雨が断続的に降り、降り始めからの雨量は多いところで近畿中部で約540ミリ、近畿北部で約480ミリを超えることとなった。

累加レーダ雨量



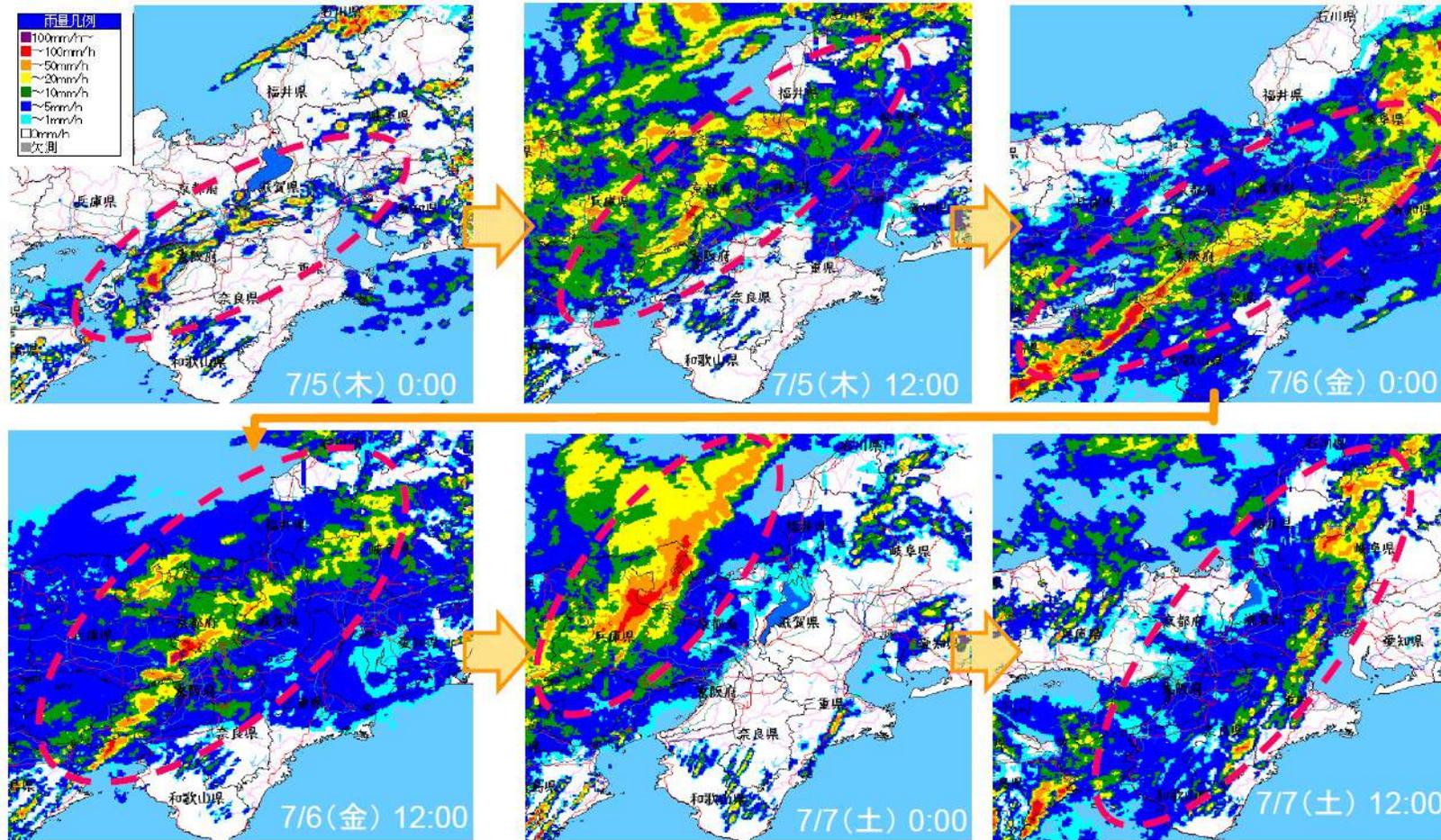
※数値等は速報値ですので、今後の精査等により変更する場合があります。

大阪湾～近畿北部で総雨量400-600mm
(桂川, 猪名川, 由良川, 円山川, 加古川, 揖保川)

近畿管内の豪雨の概要

平成30年7月豪雨の概要(近畿管内)

○近畿北部や大阪湾周辺において、線状降水帯の発生により、発達した雨雲が停滞を繰り返したため、長時間にわたり大雨が続いた。

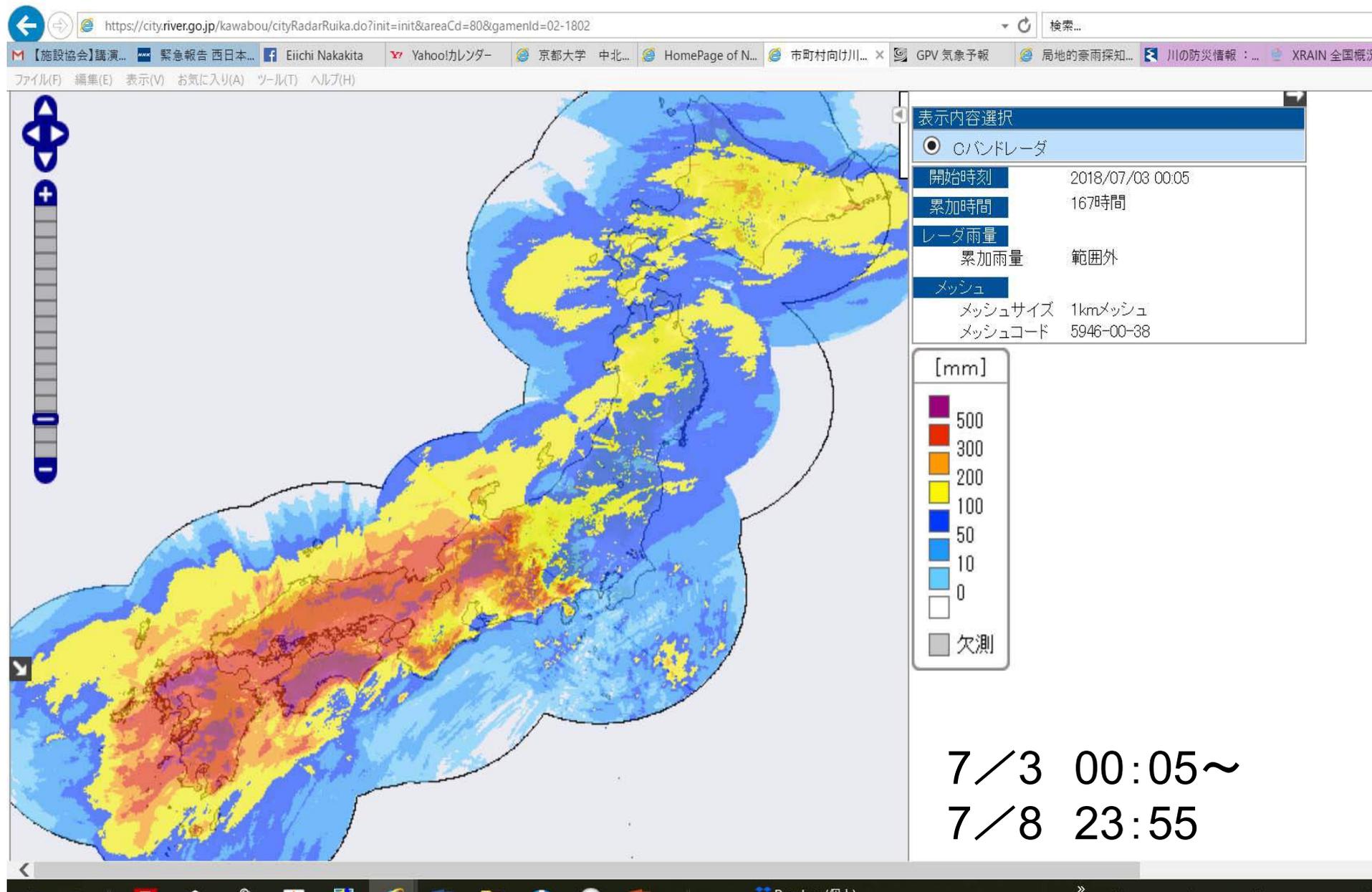


大阪湾～近畿北部に線状降水帯が繰り返し発生

国土交通省資料

気象レーダーで捉えた西日本豪雨(総雨量)

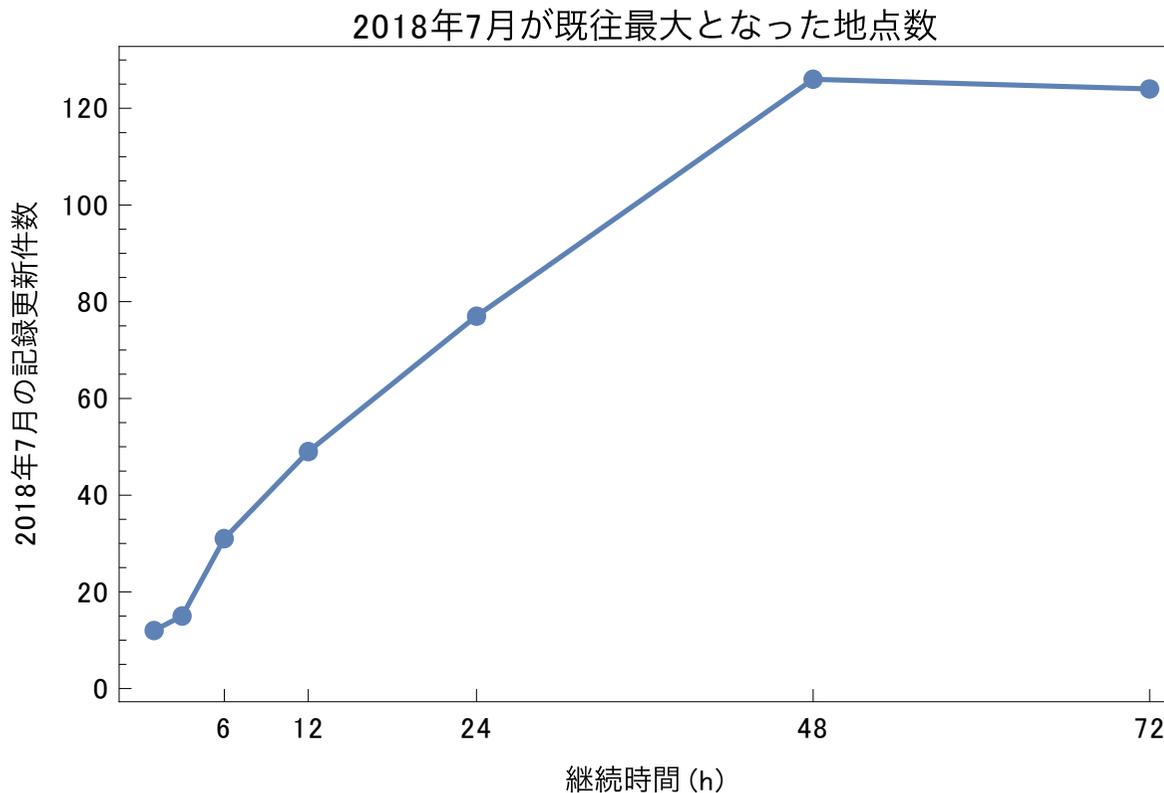
中北英一



西日本の降雨極値更新状況

田中茂信

気象官署＋AMeDASで記録更新した観測所
対象：観測期間が10年以上の観測所

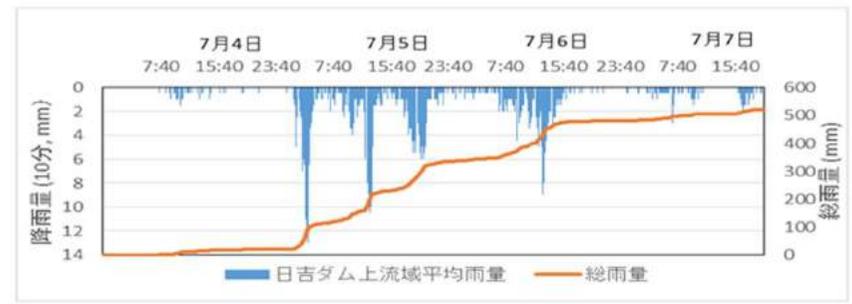
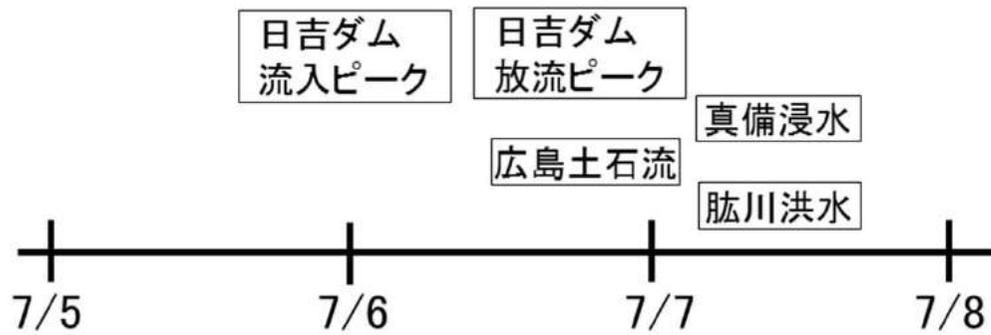


48, 72時間雨量

12, 24, 48, 72時間雨量

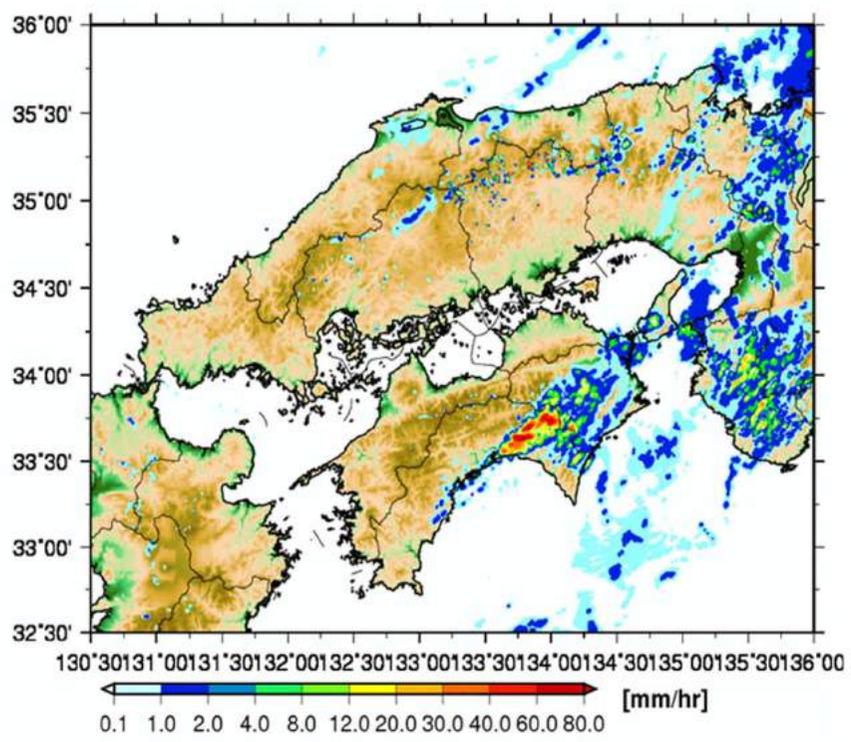
3, 6, 12, 24, 48, 72時間雨量

24時間以上の継続時間の累積降雨量が多くので地点で記録更新、短時間雨量はそれほどでもない



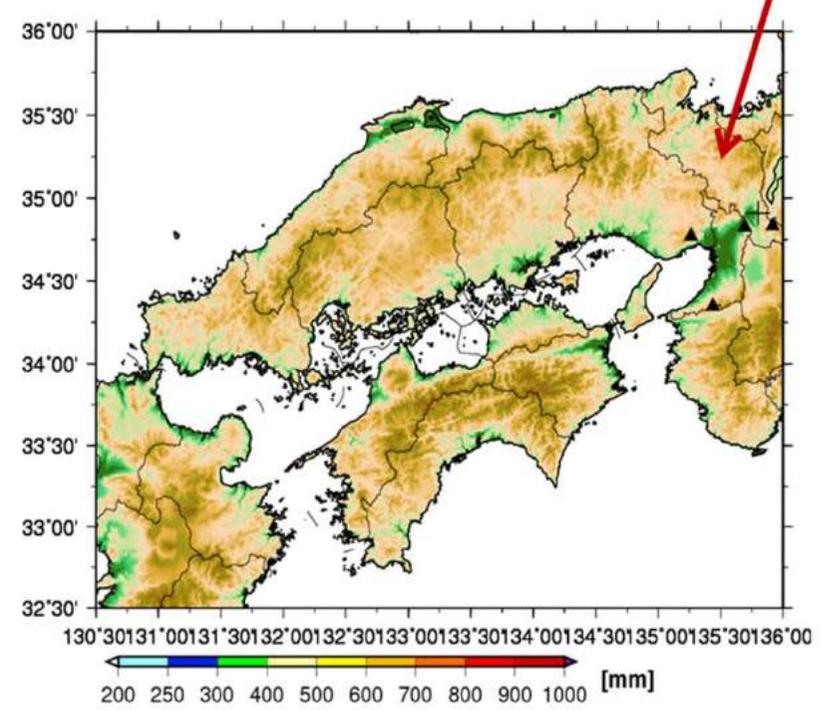
降雨強度

Rainrate 20180704 12:00



Rainrate 20180704 12:00 日吉ダム

積算雨量



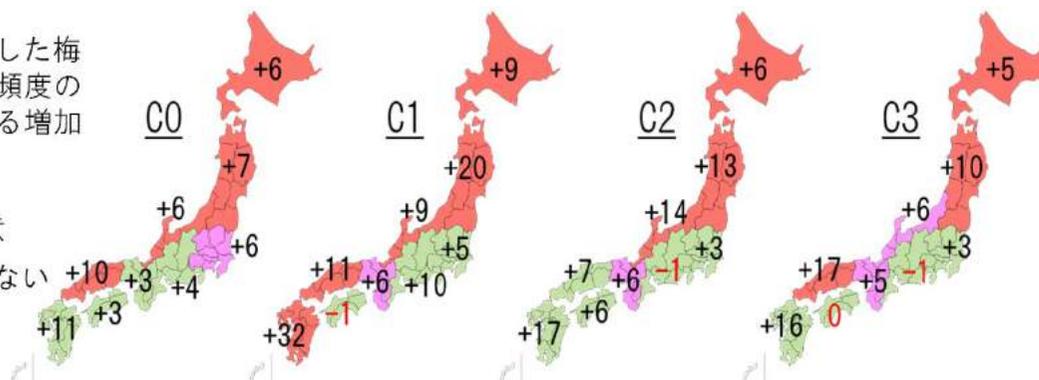
西日本豪雨レーダー動画(国土交通省CXMP合成)7月4日~7月7日
(中北英一原図に加筆)

- ・ **台風:**
 - 日本への到来回数は減る
 - スーパー台風の危険性は高まる
- ・ **梅雨:**
 - 7月上旬と8月上旬の日100mm以上の割合や、集中豪雨の生起回数が増える。
 - 日本海側の豪雨も増えるだろう
- ・ **ゲリラ豪雨:**
 - 都市化や下層水蒸気の流入増があり増えるだろう

● 創生RCM05(6~8月)の降雨分布から抽出した梅雨豪雨発生頻度の将来変化

+ 20年合計した梅雨豪雨発生頻度の将来における増加分

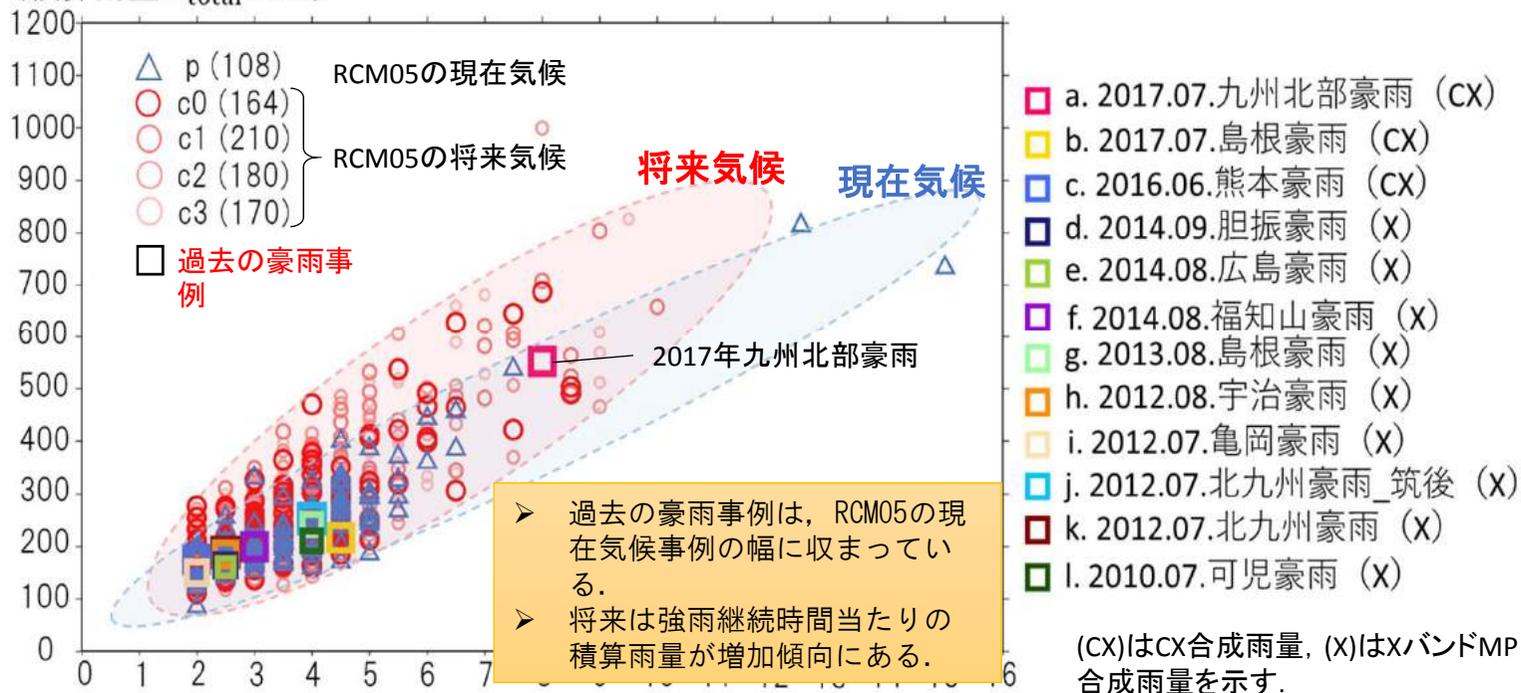
- 5%有意
- 10%有意
- 有意でない



- 北日本と日本海側の地域は全てのクラスターで有意な増加が見られる。
- 太平洋側は多くのクラスターで有意な増加がない。

● RCM05及び過去の梅雨豪雨の強雨(50mm/h以上)継続時間と積算雨量

(積算雨量 R_{total} ; mm)

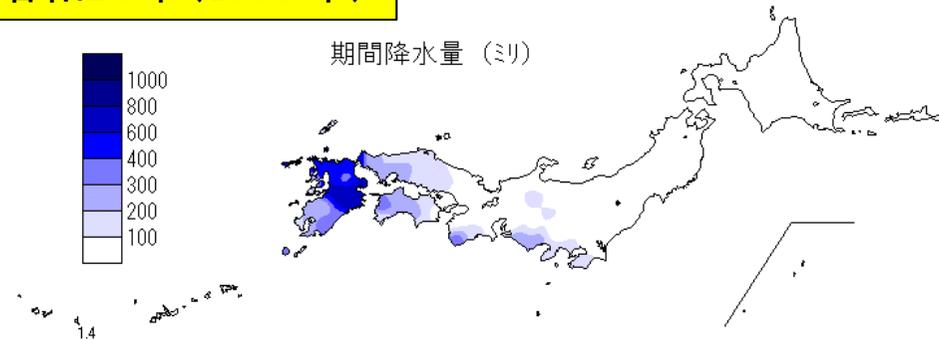


昭和28年と昭和47年の災害(梅雨前線)

昭和28年(1953年)

出典:気象庁

昭和28年(1953年) 6/23-6/30

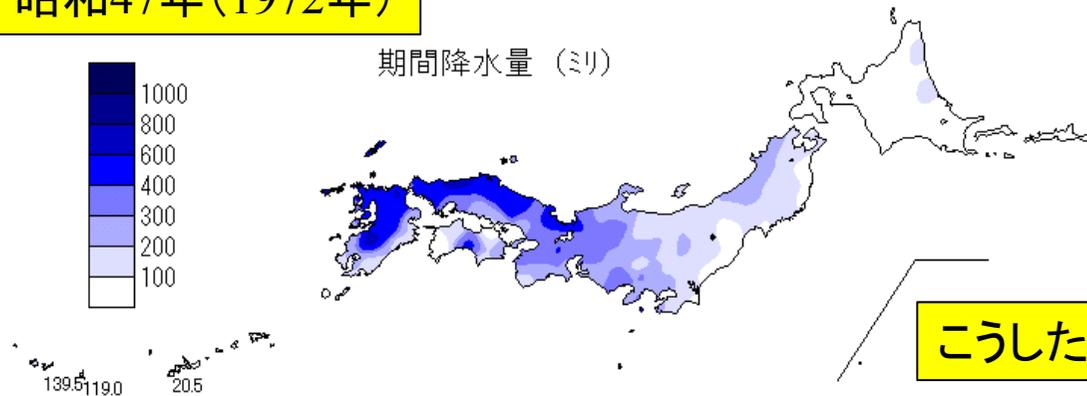


死者748名、行方不明者265名、
負傷者2,720名
住家全壊5,699棟、半壊11,671棟
床上浸水199,979棟、床下浸水
254,664棟など(消防白書より)

これを契機に筑後川の治水計画改定
(松原・下笠ダム)

昭和47年(1972年) 7/3-7/15

昭和47年(1972年)



死者421名、行方不明者26名、
負傷者1,056名
住家全壊2,977棟、半壊10,204棟
床上浸水55,537棟、床下浸水
276,291棟など(消防白書より)

こうした災害経験を忘れてはいないか？

今回と同様に、西日本で広範囲に
同時多発に水害発生

平成30年(2018年)

死者220名、行方不明者10名、負傷者407名
住家全壊5,236棟、半壊5,790棟
床上浸水13,258棟、床下浸水20,942棟など
(消防庁資料より)

各調査グループの調査の視点(ダム操作・河道応答)

- 角 哲也・野原大督(京大防災研): 降雨予測・ダム操作
 - 日吉ダムの洪水調節操作(平成25年台風18号との比較, 下流の河道改修を踏まえた洪水調節操作のあり方)
 - 大野ダムの洪水調節操作(下流の由良川の氾濫を踏まえた特別防災操作)
 - 降雨予測の高度利用によるダム操作の改良方策(アンサンブル予測情報に基づく事前放流操作の可能性)
- 竹門康弘(京大防災研): 河道応答
 - 亀岡盆地における洪水氾濫(霞堤, アユモドキ生息地)
 - 桂川河道改修の効果(井堰の撤去, 竹林伐採, 河床掘削)
 - 河道内の河床変動(新たな砂州の形成, 河川環境的側面)

国管理河川の状況

国管理河川の水位状況

1. 河川出水状況(直轄河川)

● 氾濫危険水位超過<7河川>

淀川水系

桂川(桂水位観測所)

大和川水系

佐保川(番条水位観測所)

円山川水系

円山川(立野水位観測所)

出石川(弘原水位観測所)

揖保川水系

揖保川(龍野水位観測所)

由良川水系

由良川(福知山水位観測所)

加古川水系

加古川(板波、国包水位観測所)

● 避難判断水位超過<3河川>

大和川水系

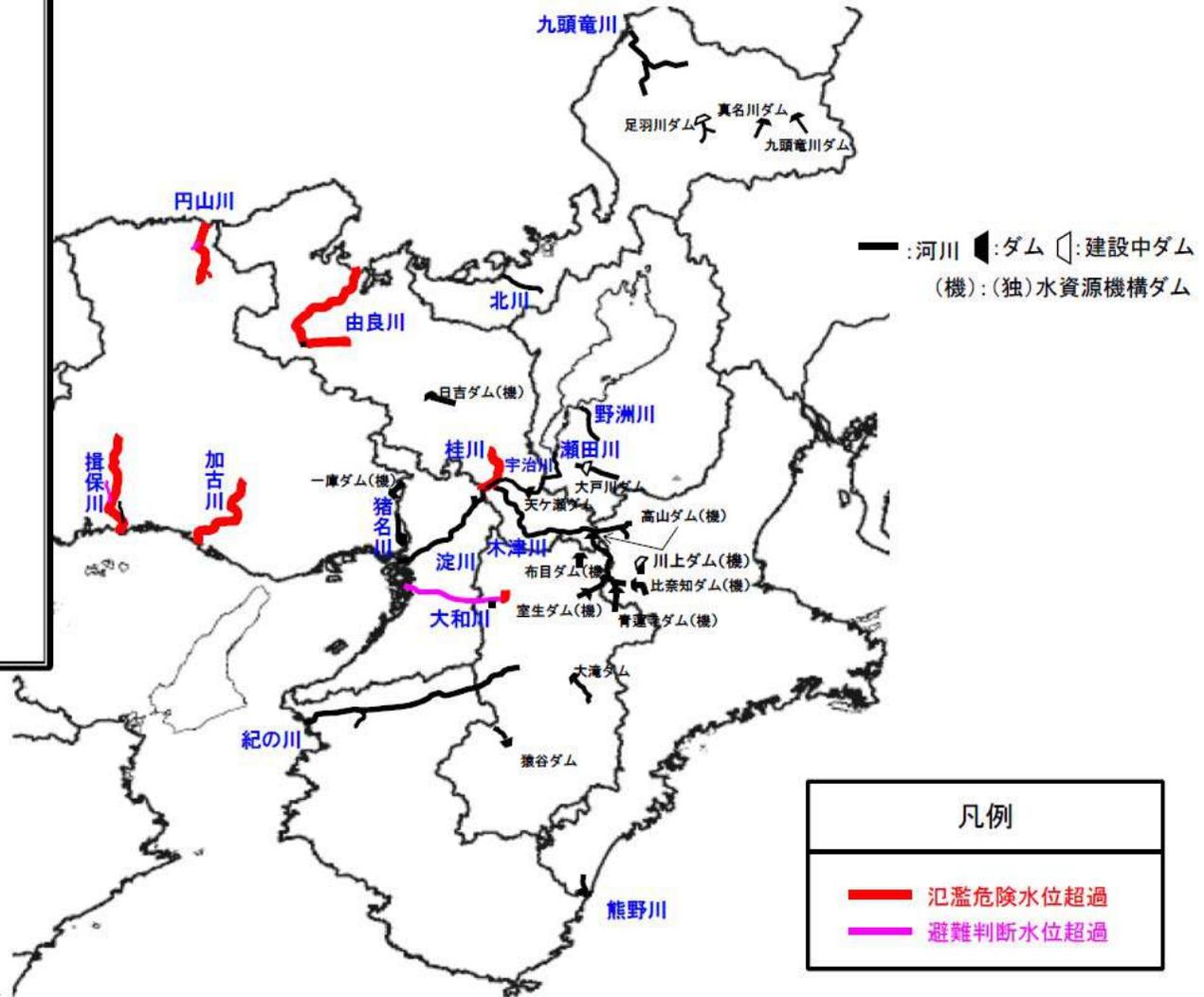
大和川(板東水位観測所)

円山川水系

奈佐川(立野水位観測所)

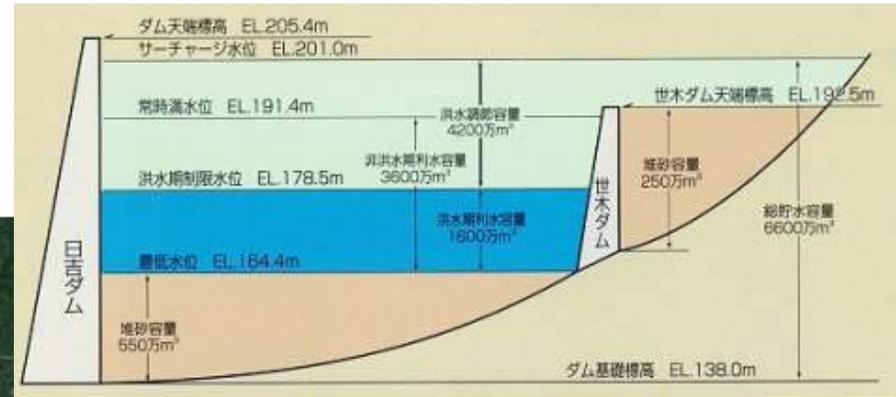
揖保川水系

栗栖川(東栗栖水位観測所)



※数値等は速報値ですので、
今後の精査等により変更する場合があります。

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)

← (H25) 345mm,
 (H30) 421mm



Image © 2013 DigitalGlobe

© 2013 ZENRIN
 © 2013 Cnes/Spot Image

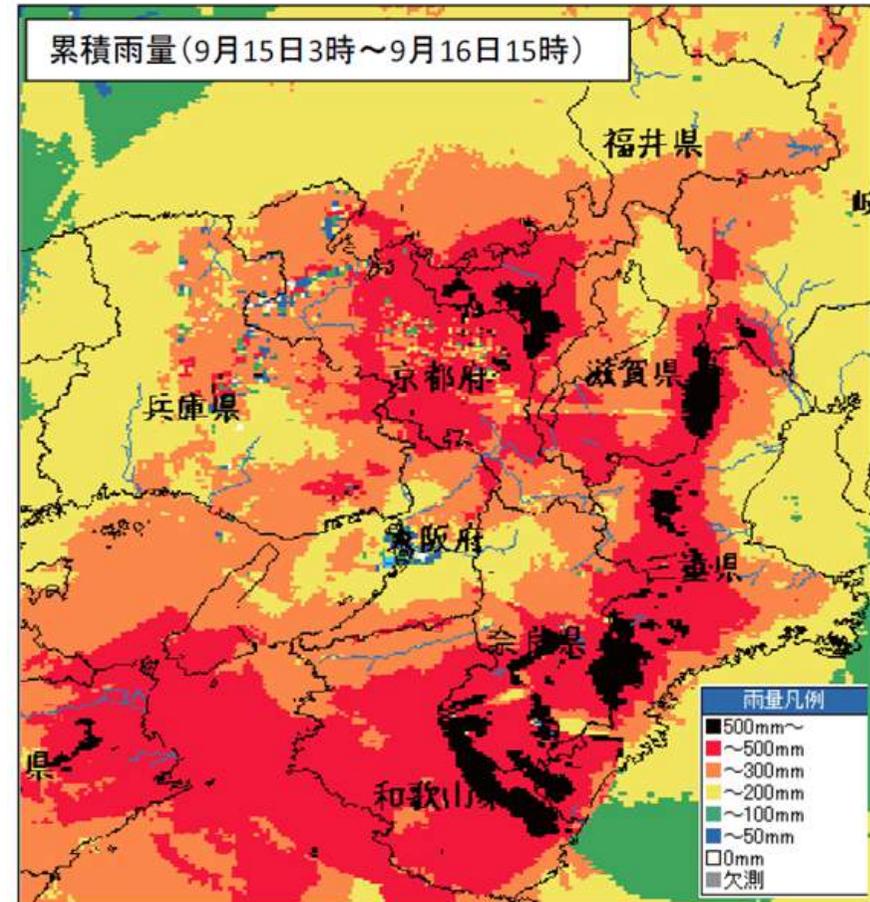
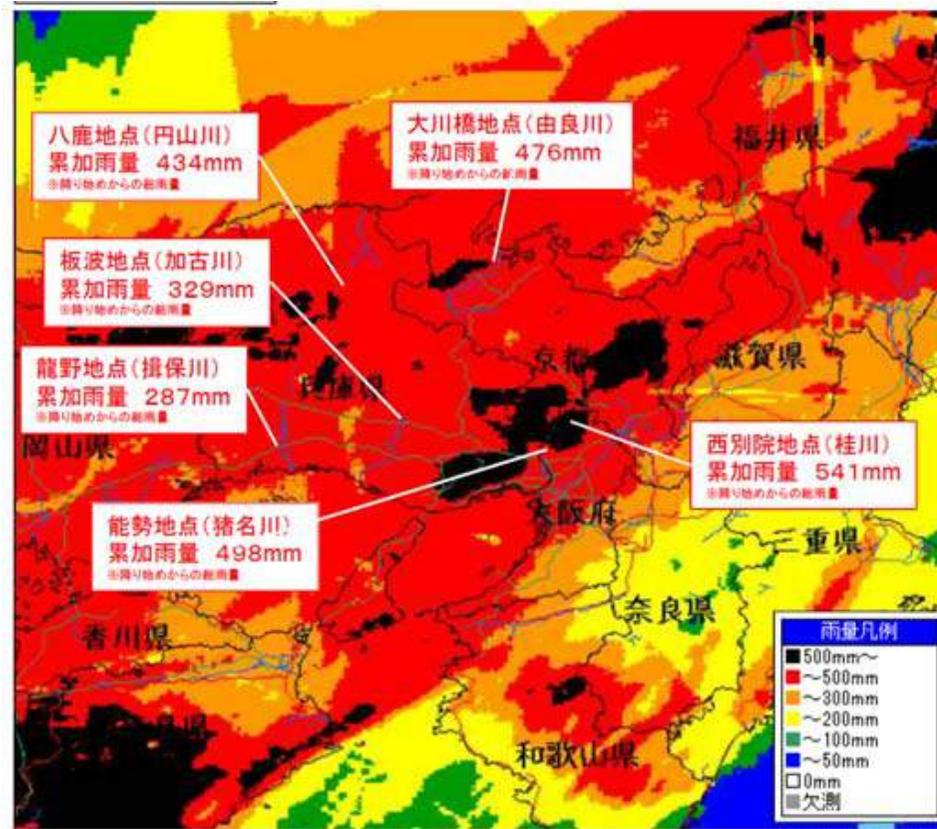
Google earth

35° 11'51.90" N 135° 26'34.07" E 標高 248m 高度 41.02 km

降雨量の比較

平成30年7月豪雨

平成25年台風18号



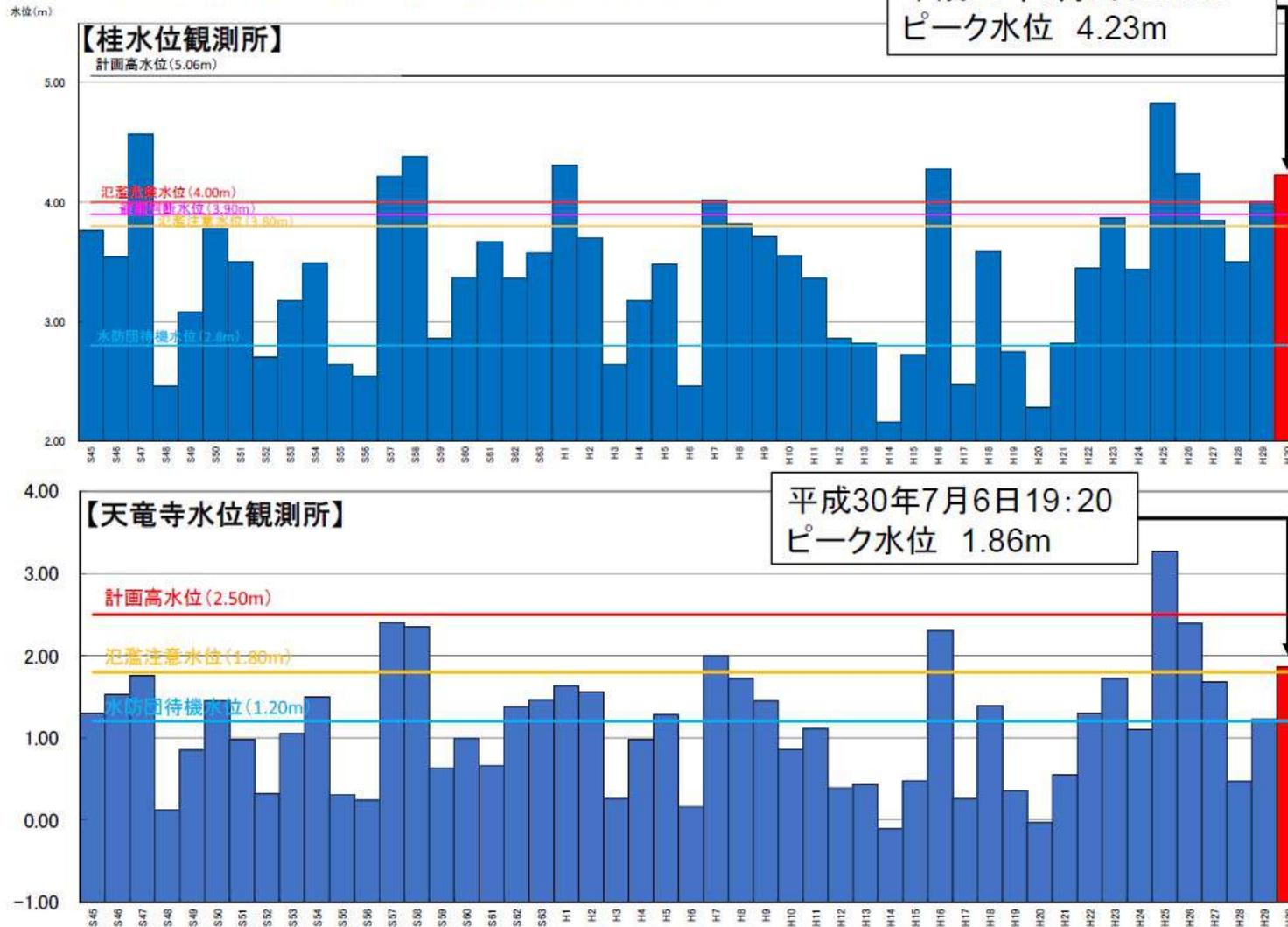
近畿北部で広域に総雨量400-600mm

国土交通省資料

桂川上流域(日吉ダム)は平成25年よりも降雨量大

水位の概要①(淀川水系 桂川)

■ 既往洪水での桂川(桂・天竜寺水位観測所)における水位



※数値等は速報値ですので、今後の精査等により変更する場合があります。

出典:国土交通省

嵐山・渡月橋に対する効果

出典：国土交通省

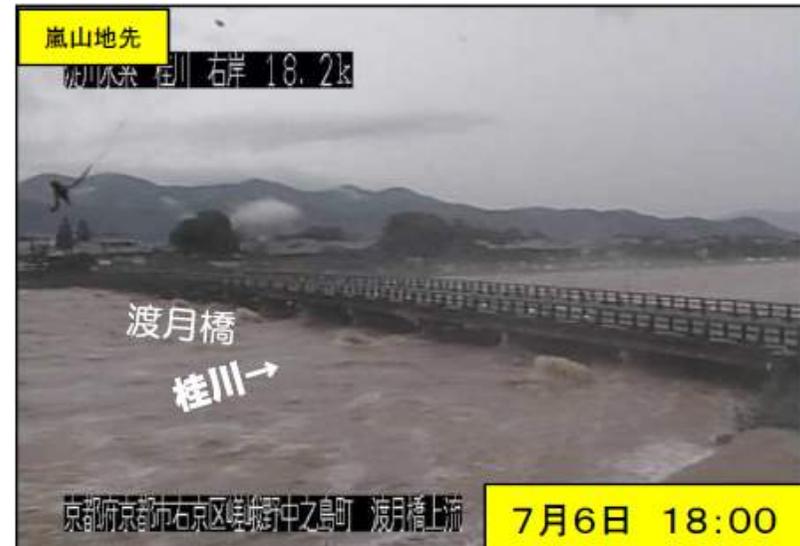


2013.9.16(月)AM9:00頃

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



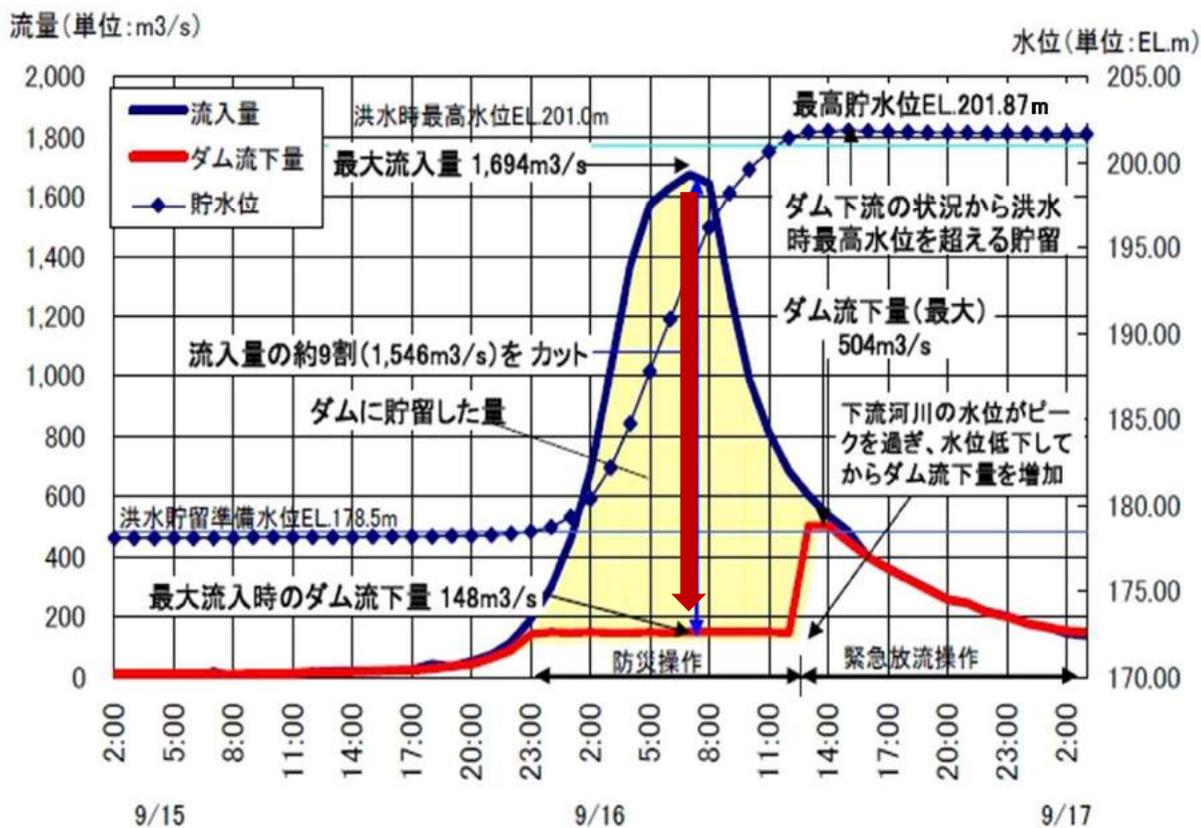
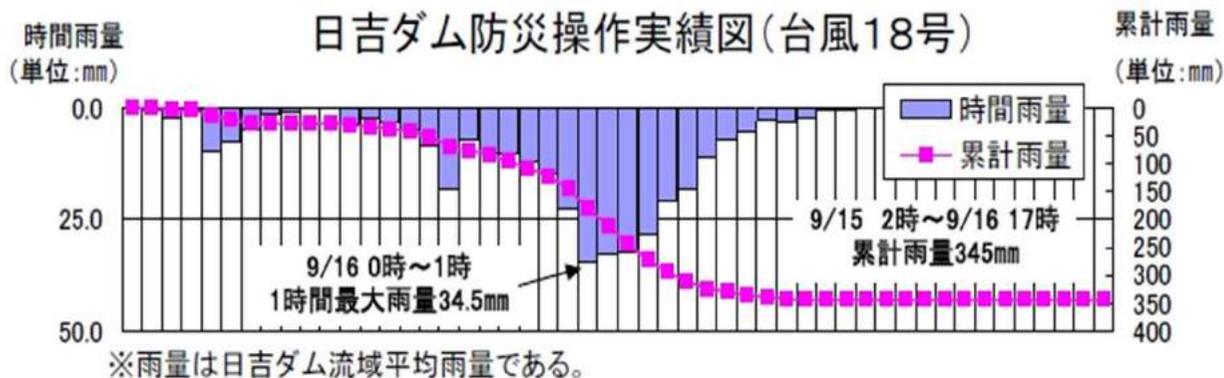
9月16日午前6時頃の渡月橋



昭和28年

平成30年

日吉ダムの洪水調節効果（平成25年）



- 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（ただし書き操作）に移行

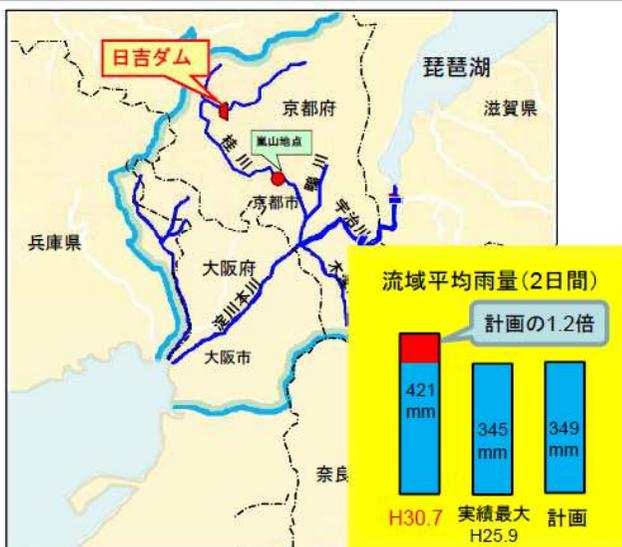
出典:水資源機構

平成30年7月豪雨における日吉ダムの効果

平成30年7月豪雨における日吉ダムの洪水調節効果 淀川水系桂川(京都府)

[速報版]

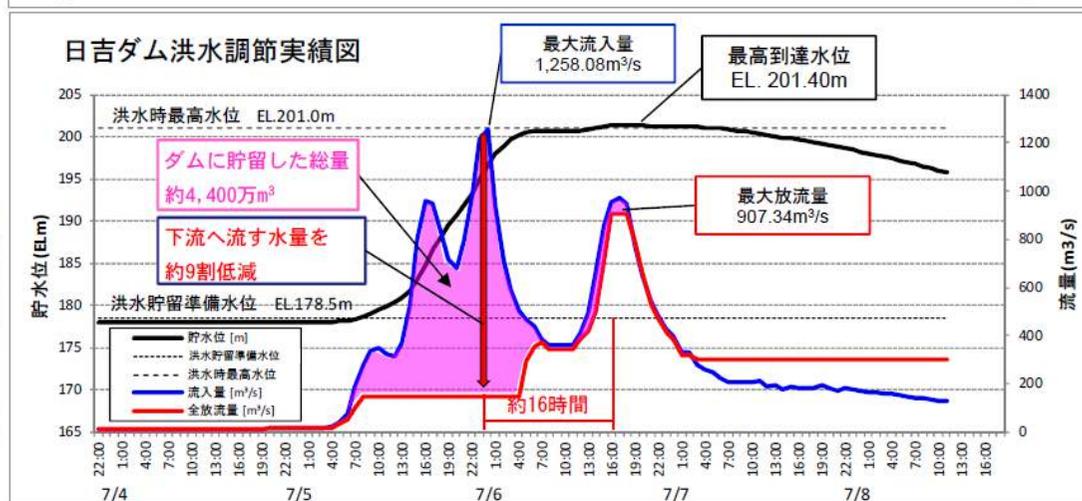
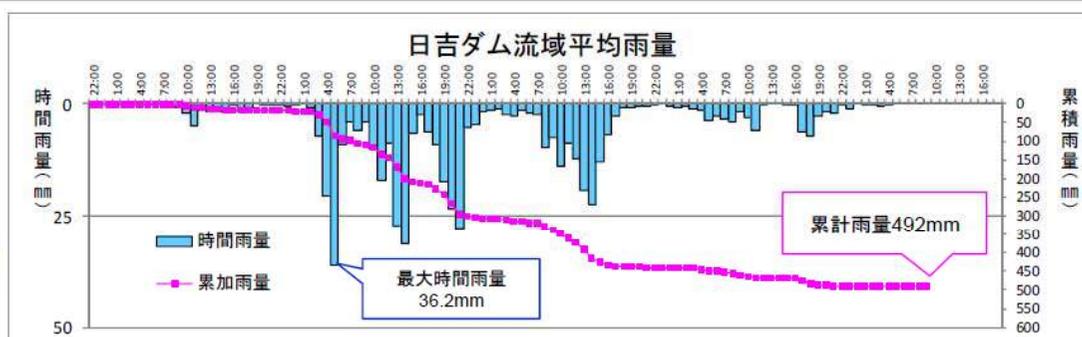
- 活発な梅雨前線の影響により、まとまった降雨が断続的に発生。日吉ダム流域における総雨量は492mm、最大2日雨量は421mm(7月5~6日)を記録し、ともに観測開始以来最大。特に最大2日雨量は、ダムの計画雨量349mmを超える豪雨。
- 洪水時最高水位を超える水位まで貯水池を活用して洪水調節を行い、総量約4,400万 m^3 の洪水を貯留。ダムへの最大流入時に下流へ流す水量を約9割低減。
- これにより、ピーク流量の発生時刻を約16時間遅らせて避難時間等を確保するとともに、ダム下流河川の流量を低減させ浸水被害を軽減。



洪水貯留開始直後の貯水池の状況
(7月5日8時頃)

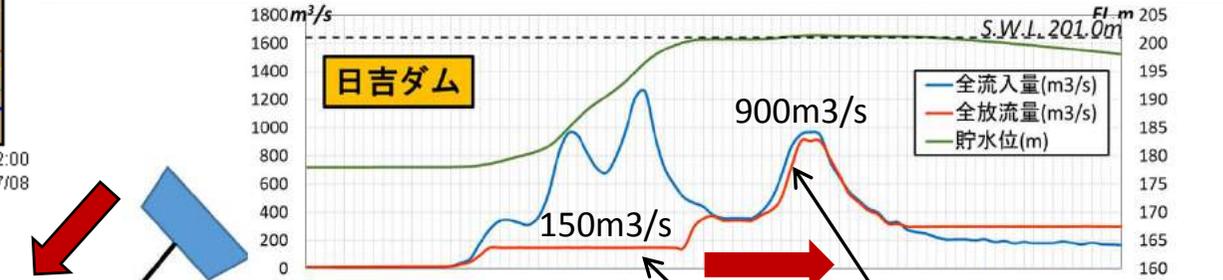
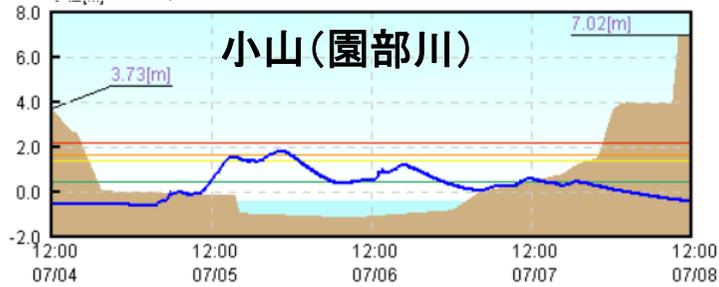
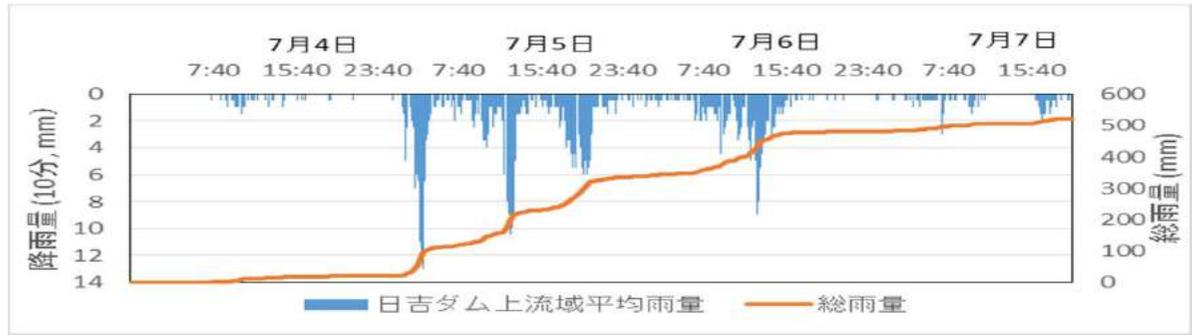


洪水時最高水位に近づく貯水池の状況
(7月6日10時頃)



出典:水資源機構

日吉ダムの効果 (支川合流との関係)



ダムの効果

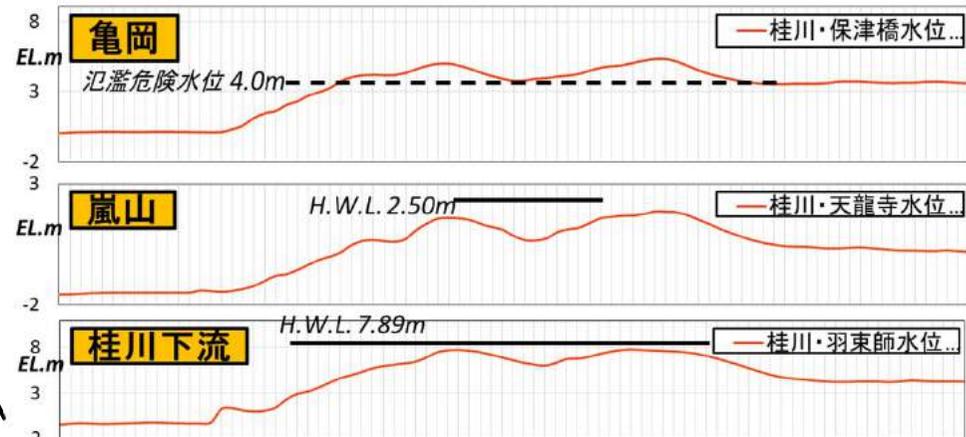
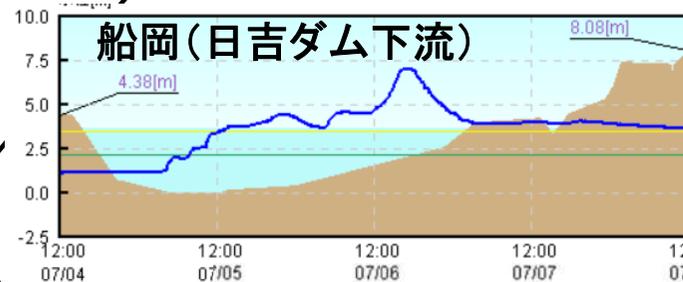
- ①洪水波形を遅らせる
- ②下流で合流する流域(残留域)の洪水波形との重なりを回避(順番に下流に送れば氾濫しない)

異常洪水時防災操作

計画最大放流量の増大を検討すべき
(150→300m³/sなど)

異常洪水時防災操作

- ①ダムが満水に近づいた場合
- ②流入量=放流量に移行
- ③放流量は制御できない(降雨次第)
- ④日吉ダムにもう一雨来ていれば大きな被害

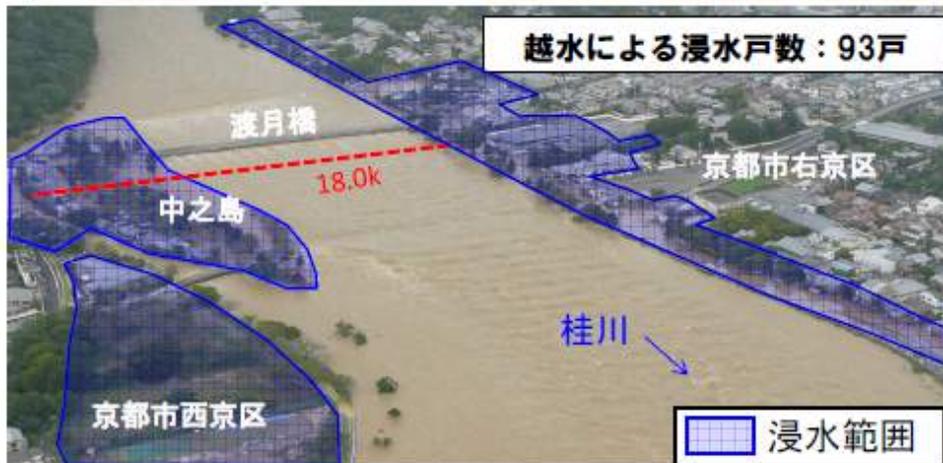


角 哲也(国土交通省, 京都府資料などをもとに作図)

日吉ダムの洪水調節効果(平成25年)

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。



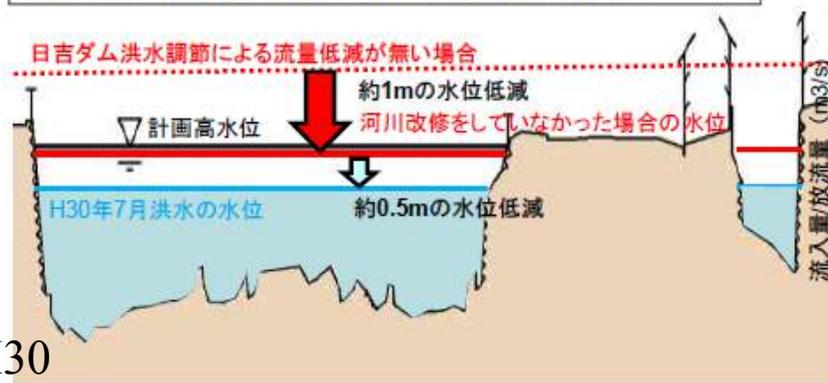
出典:国土交通省

日吉ダムの洪水調節効果(平成30年)

これまでの河川整備及び日吉ダムによる効果(桂川 嵐山地区)

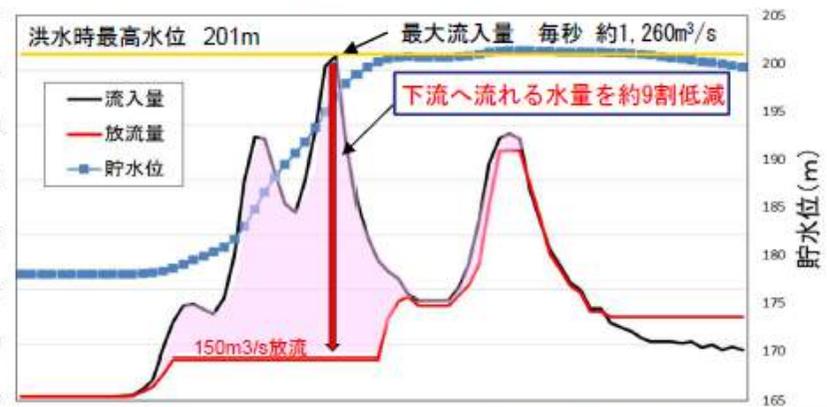
- 日吉ダムでは、流域全体の安全を確保するため、最大流入時に下流の河川へ流す水量を約150m³/sとし、下流へ流れる流量を約9割低減。
- ダム下流の嵐山付近では、これまでの河川整備と日吉ダムの効果により洪水位を最大約1.5m低下させる効果があったと推定。
- この結果、嵐山では日吉ダム等の水位低減がなければ、平成25年同様の浸水となり、3ha以上の浸水被害が発生したと推定。

嵐山地区(渡月橋付近)における水位低減効果



H30

(日吉ダム)降雨量/流入量・放流量



嵐山地区(渡月橋付近)における浸水範囲低減効果



※本資料の数値等は速報であるため今後の精査により変更となる場合があります。

▲嵐山地区におけるこれまでの整備

56

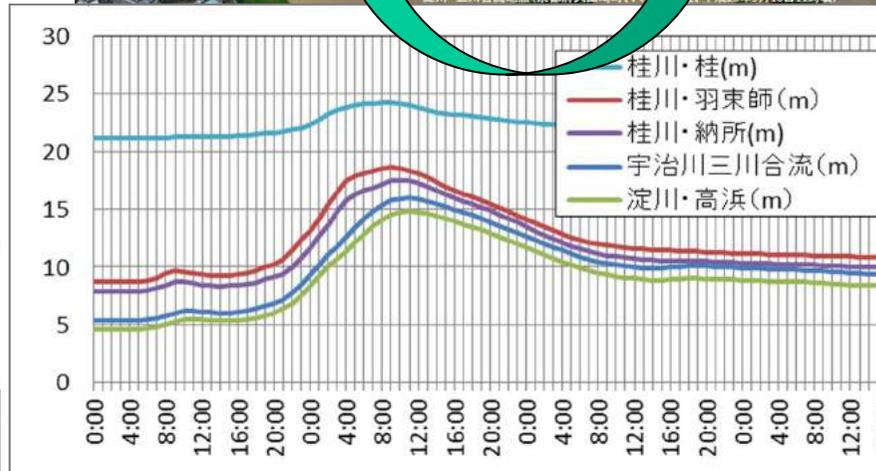
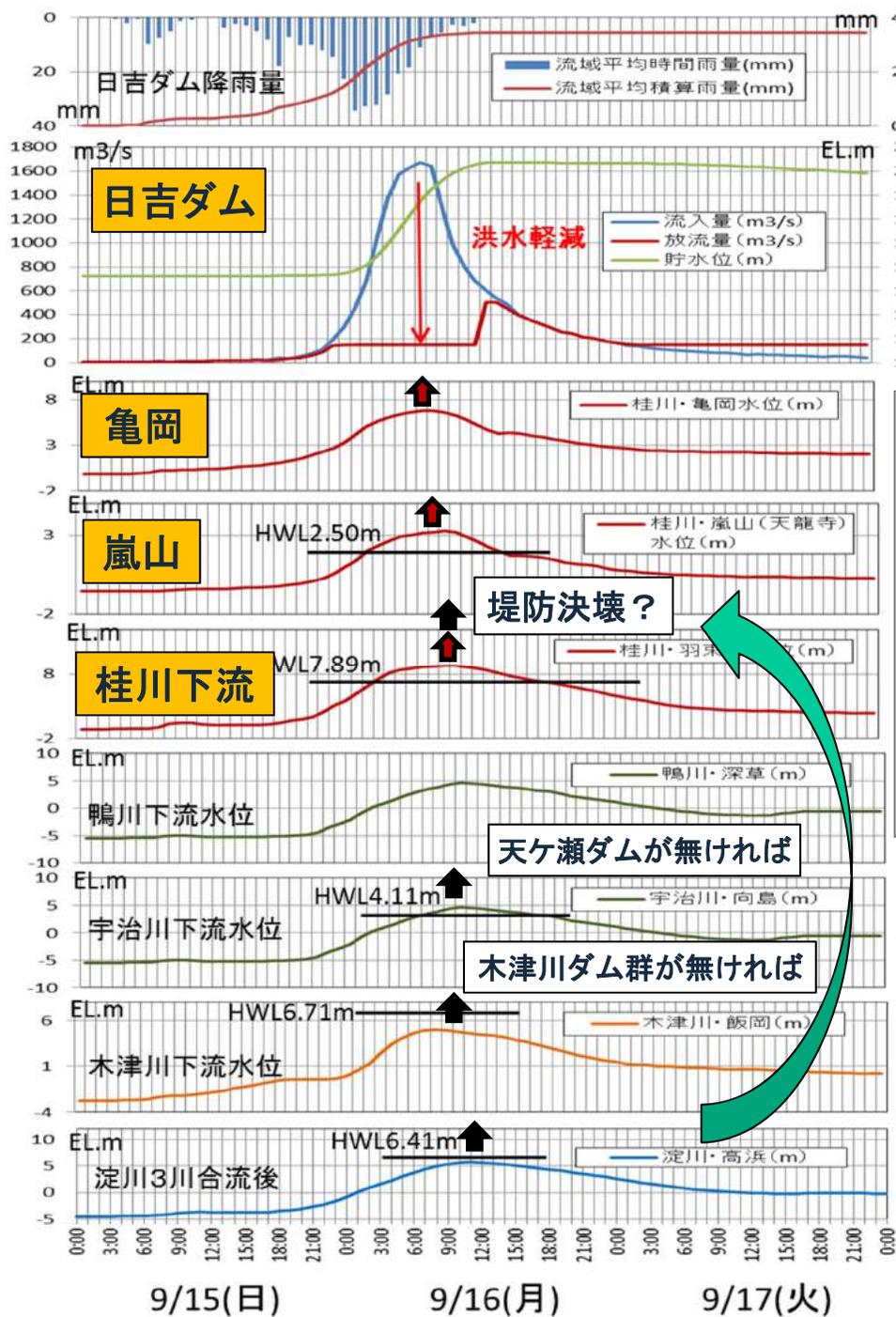
出典:国土交通省

桂川下流右岸，鴨川合流点（平成25年）



出典：国土交通省

- 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

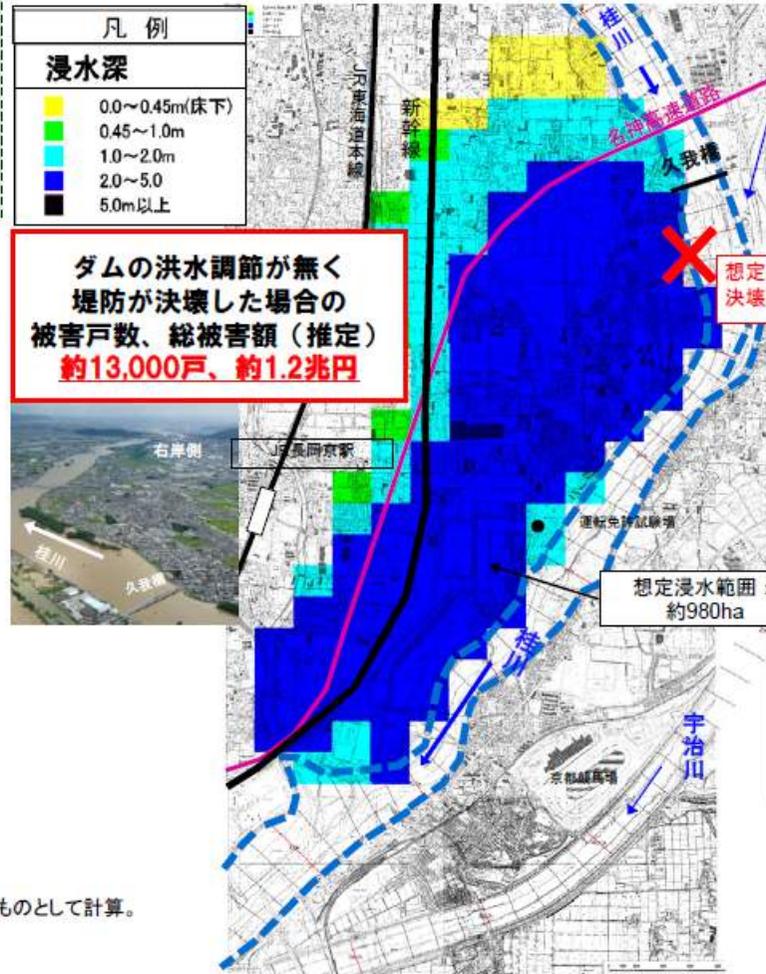
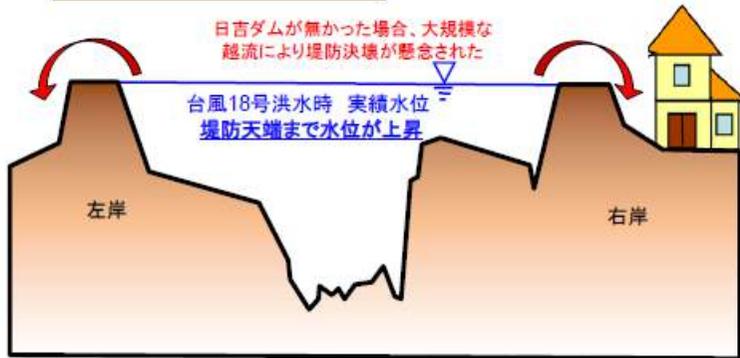


日吉ダムの洪水調節効果(平成25年)

■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。

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

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

出典: 国土交通省

日吉ダムの洪水調節効果(平成30年)

これまでの河川整備による効果(桂川 久我地区)

- 桂川では、平成25年台風18号を契機に「桂川緊急治水対策」を実施し、約64万m³の掘削を実施。
- これまでに実施した河道掘削により、久我地区(桂川7.0k)において約0.5m水位が低減。
- 河道掘削が出来ていなかった場合、約3kmにわたり、計画高水位を0.4m超過し、非常に危険な状態であったと推測。

位置図



平成30年7月豪雨のピーク時写真



羽東師橋下流の掘削状況



羽東師橋上流の掘削状況



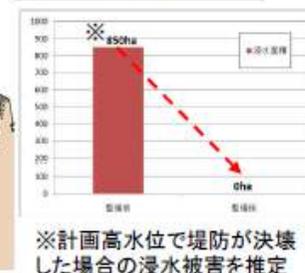
久我地区下流



水位低減効果



浸水被害効果



※本資料の数値等は速報であるため今後の精査により変更となる場合がある。57

桂川下流では、日吉ダムの洪水調節と河川改修の相乗効果で大きくリスク低下、ただし、次なる洪水に対する備えは必要

出典：国土交通省

各調査グループの調査の視点(洪水氾濫・洪水被害)

- 中川 一・川池健司(京大防災所): 洪水氾濫
 - 由良川支川による氾濫とその対策
- 佐山敬洋(京大防災研): 降雨流出・災害情報
 - 支川が増水するタイミングで既に本川が増水していて支川の下流部で溢れる、という観点からは、由良川と真備の水害は類似。
 - 今回の豪雨は長時間に渡って広域で雨が降り続いた。その結果、西日本各地で洪水氾濫が発生した。同様の特徴を有する豪雨が降った場合に、どのような規模・特徴の河川で洪水災害が発生する傾向にあるかを、河川水文学の観点から合理的に説明できるか？
- 田中耕治・東 良慶(大工大): 洪水被害
 - 京都府福知山市の内水氾濫, 兵庫県豊岡市の内水氾濫における内水氾濫の被害状況とその発生機構
 - 平成25年, 平成26年の浸水被害との比較, 避難体制の整備とその効果
- 山上路生・岡本隆明(京大): 流木災害
 - 兵庫県宍粟市における流木による橋梁閉塞

洪水氾濫

中川 一 (京都大学防災研究所)
川池健司 (京都大学防災研究所)

現地調査

7月16日: 佐山

7月22日: 中川・川池

宮津市

由良川

福知山市
大江町

舞鶴市

調査・研究のねらい

- ・氾濫の起こったメカニズムを明らかにする。
- ・支川からの流出流量を推定。
- ・対策の提言に結び付ける。

福知山市

綾部市

Google Earth

2004年の洪水氾濫災害等を受け、
本川からの氾濫を防ぐための
堤防整備が進められてきた。

中川 一・川池健司
(京大防災研)

→ 由良川本川からの氾濫は減少

由良川

支川への逆流を防ぐための水門が閉じられると、
支川からの洪水が行き場を失ってしまう。

→ 1~3m程度の氾濫が発生

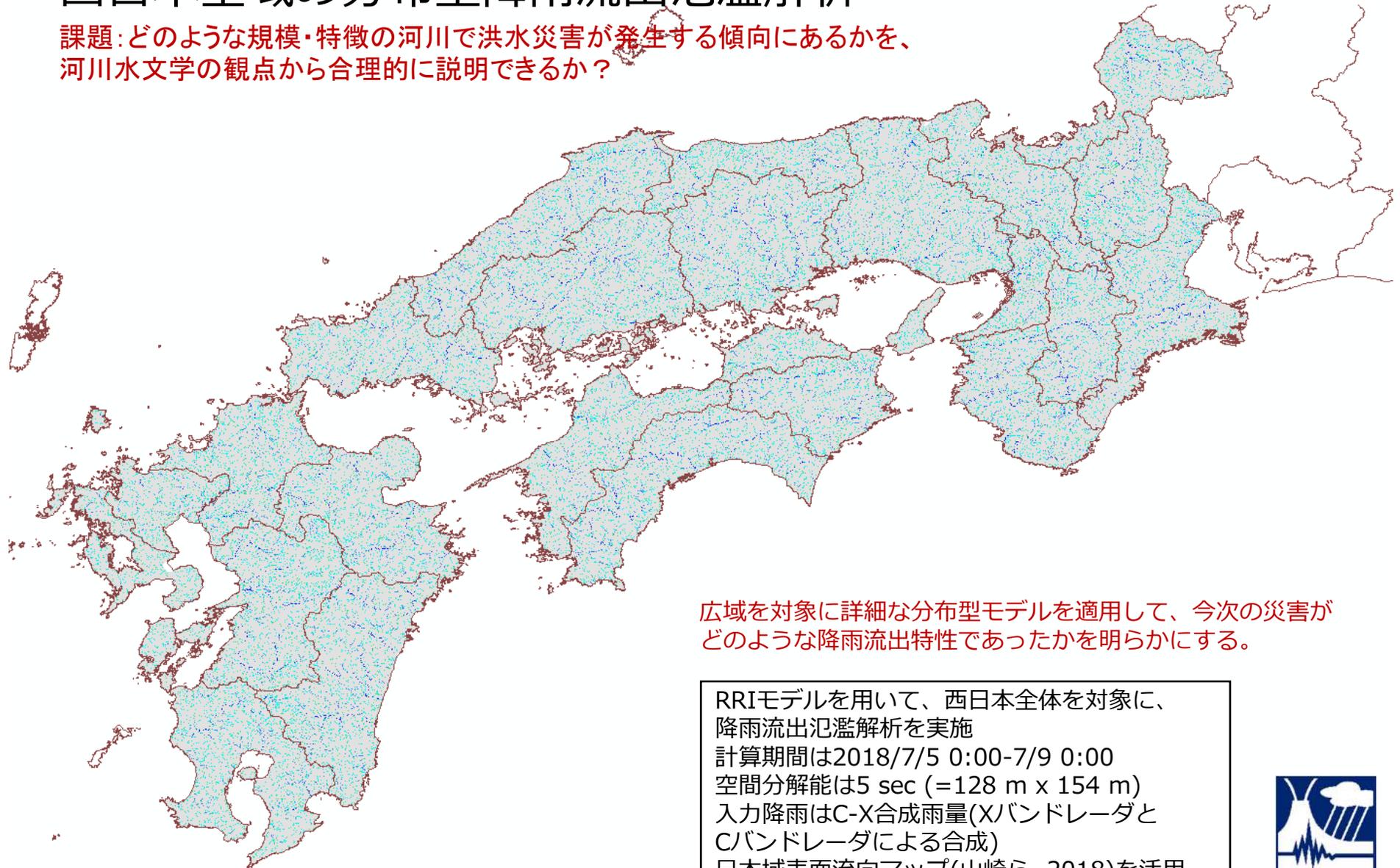
Google Earth

2013

画像取得日 2018/4/20 35° 24'09.05" N 135° 09'44.51" E 標高 0 m 高度 492 km

平成30年7月豪雨を対象にした 西日本全域の分布型降雨流出氾濫解析

課題:どのような規模・特徴の河川で洪水災害が発生する傾向にあるかを、
河川水文学の観点から合理的に説明できるか？

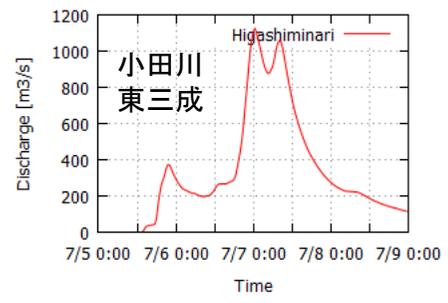
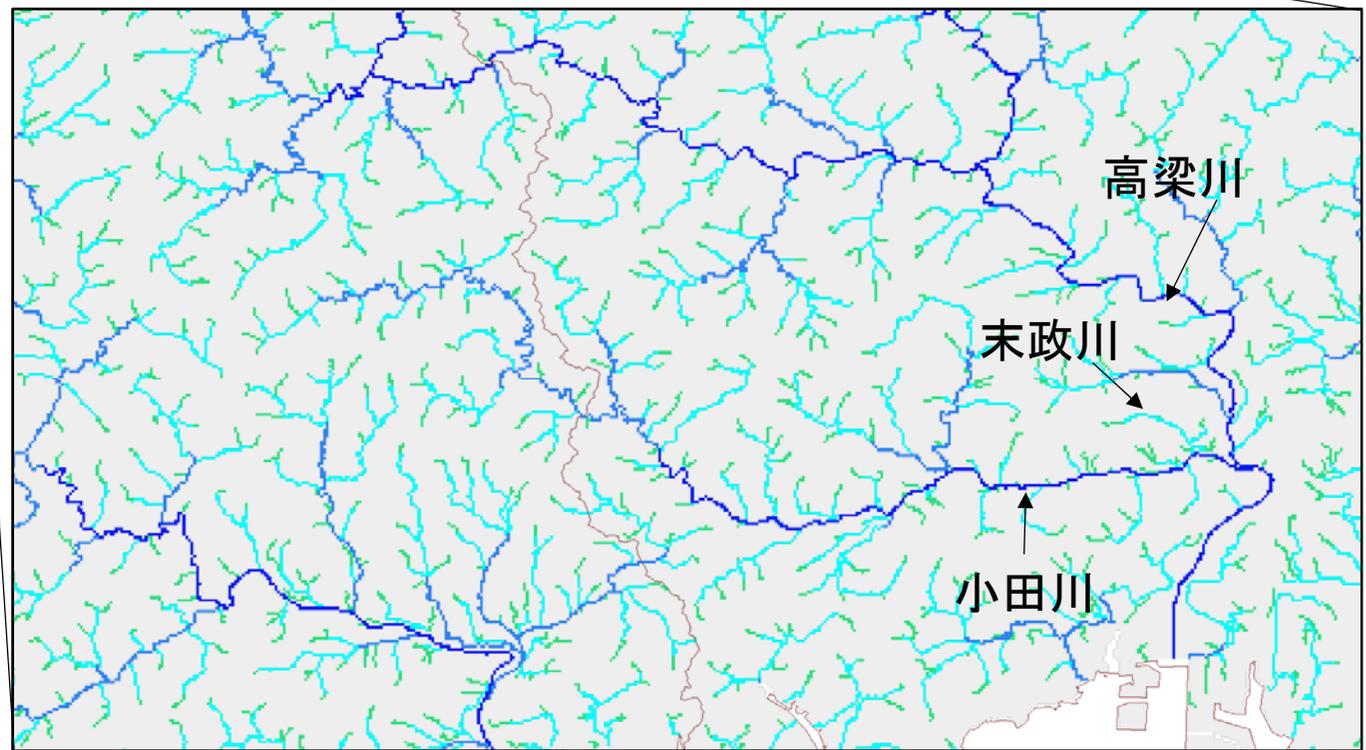
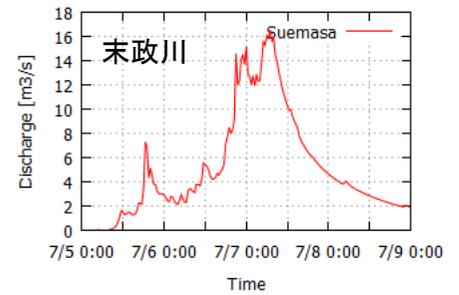
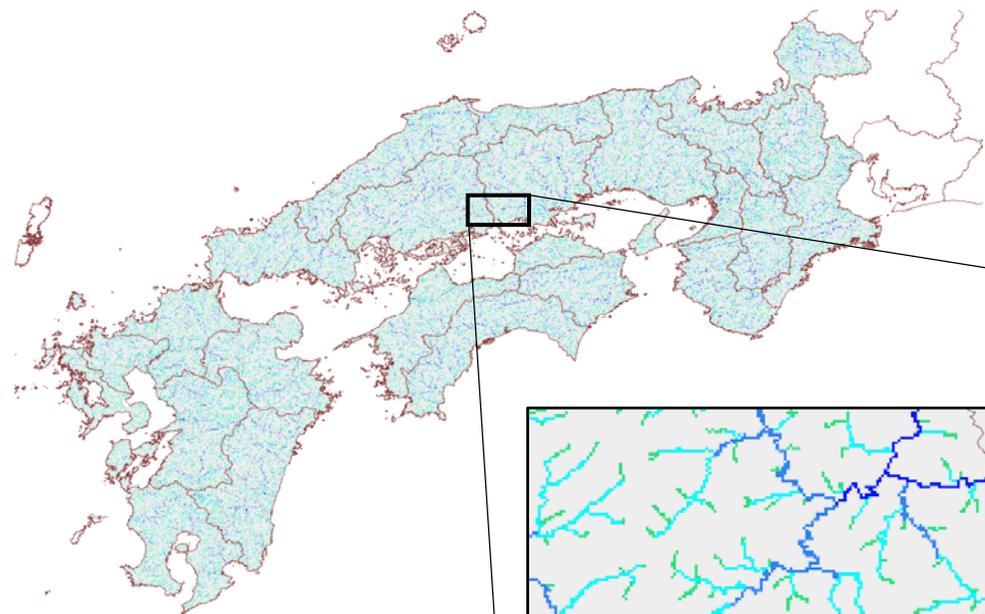


広域を対象に詳細な分布型モデルを適用して、今次の災害が
どのような降雨流出特性であったかを明らかにする。

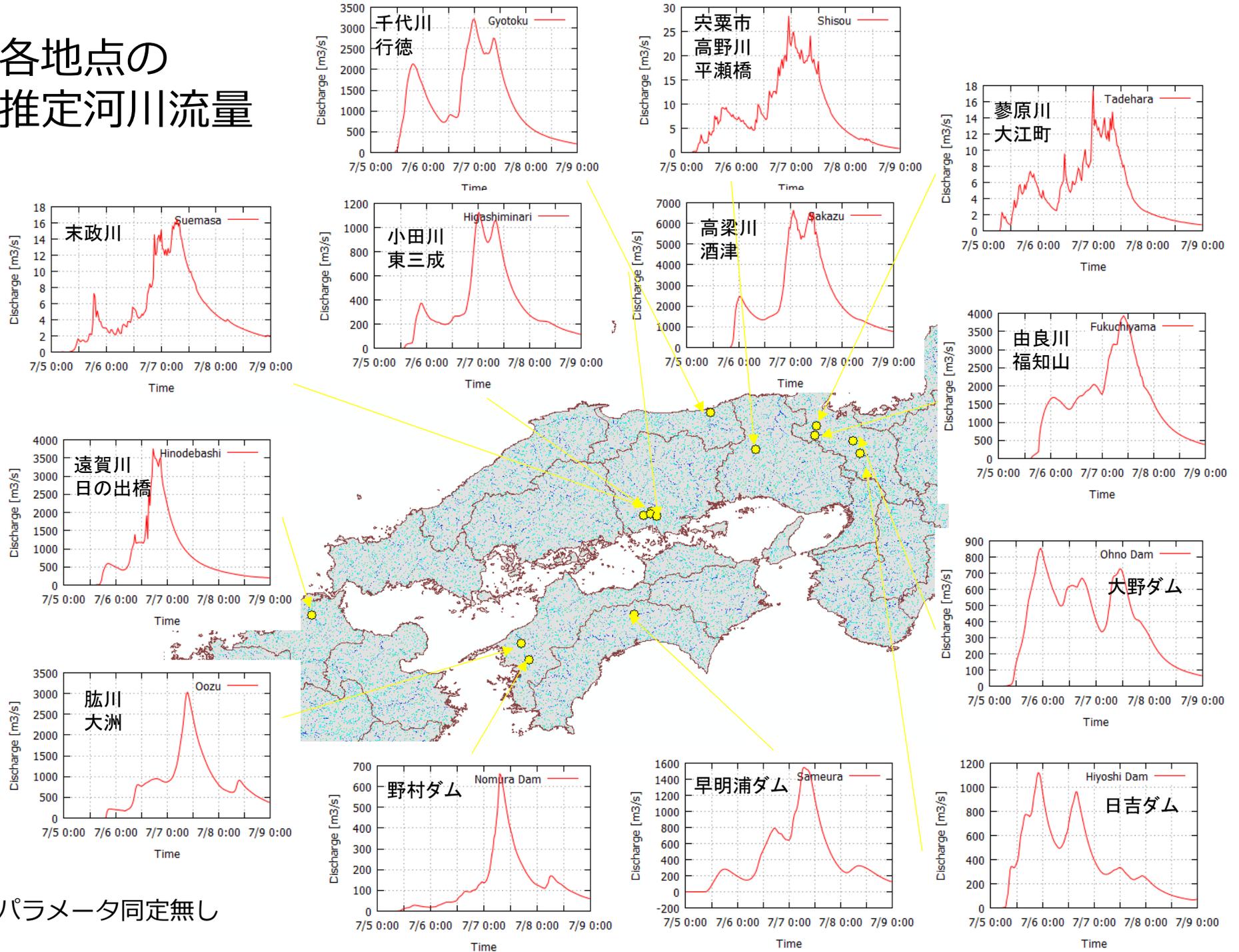
RRIモデルを用いて、西日本全体を対象に、
降雨流出氾濫解析を実施
計算期間は2018/7/5 0:00-7/9 0:00
空間分解能は5 sec (=128 m x 154 m)
入力降雨はC-X合成雨量(Xバンドレーダと
Cバンドレーダによる合成)
日本域表面流向マップ(山崎ら, 2018)を活用



空間解像度5 sec (=128 m x 154 m)のイメージ (例：高梁川流域小田川)



各地点の 推定河川流量

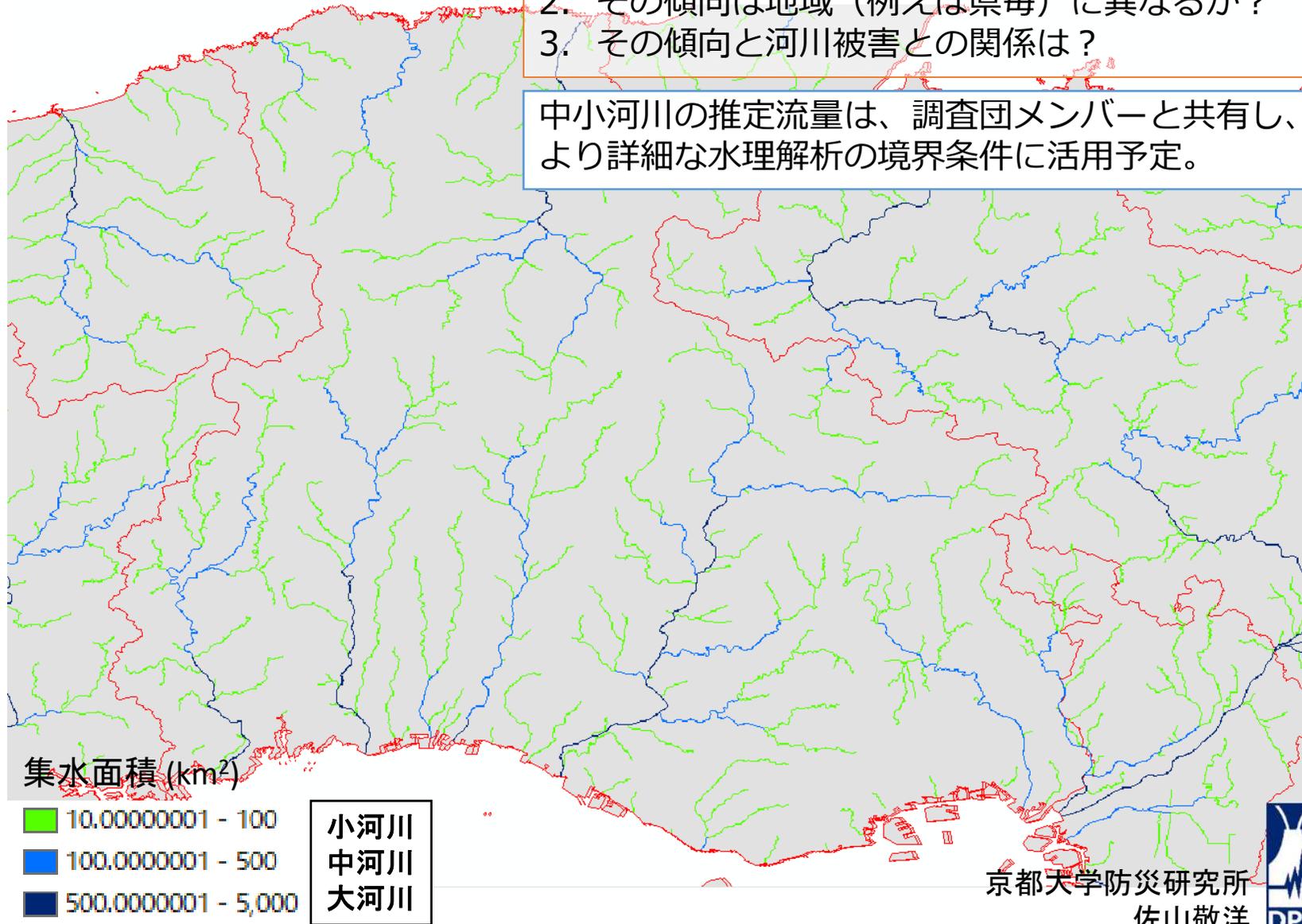


パラメータ同定無し

解析の方向性について

1. 集水面積に応じて、小・中・大河川に河道区分を分類したとき、どのようなタイミングで、それぞれの区分の流量が増加していたか？
2. その傾向は地域（例えば県毎）に異なるか？
3. その傾向と河川被害との関係は？

中小河川の推定流量は、調査団メンバーと共有し、より詳細な水理解析の境界条件に活用予定。



由良川流域(大江町)：浸水被害



由良川流域(大江町蓼原地区)：浸水被害

京都大学防災研究所
佐山敬洋

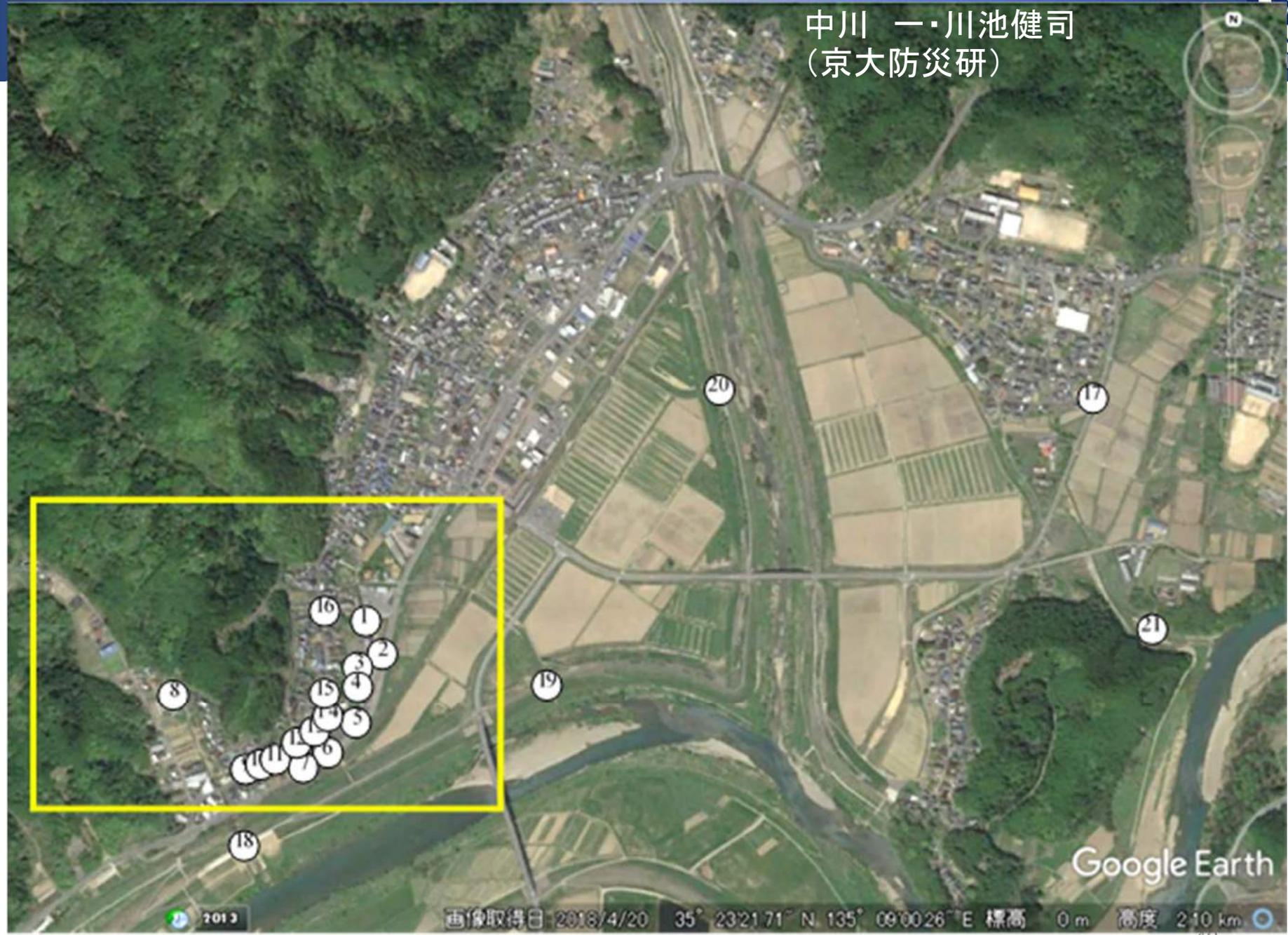


由良川流域(大江町)：浸水被害の発生機構について



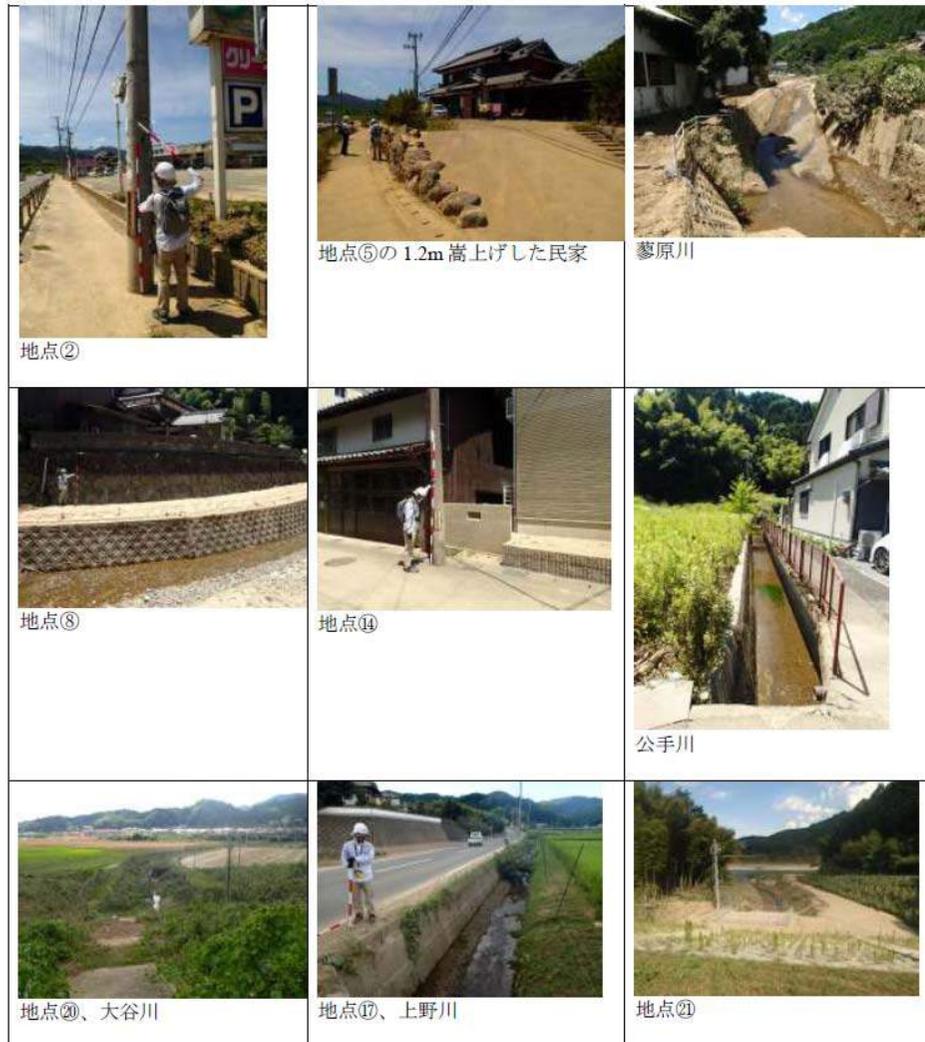
宮福線盛土と由良川堤防に囲まれた区間に(蓼原川など)支川からの水が貯まる。今回の豪雨では、堤内側の水位が標高約14 mに達し、堤外川の水位と概ね同程度となっていた(由良川本線の堤防高は17 m程度で越流していない。) 大江町蓼原地区の最大浸水位も概ね14 m程度と推定される。

中川 一・川池健司
(京大防災研)



由良川流域(大江町)：浸水痕跡調査

中川 一・川池健司
(京大防災研)



	緯度	経度	痕跡	5mDEM	水位	
1	35 23 11.70	135 08 39.60	1.60m	12.50m	14.10m	新町公民館敷地内の小屋
2	35 23 09.66	135 08 40.79	2.30m	11.80m	14.10m	フクヤの前の電柱
3	35 23 08.87	135 08 39.47	1.70m	12.30m	14.00m	フクヤの店舗
4	35 23 07.14	135 08 39.87	2.60m	11.40m	14.00m	フクヤの店舗の南面
5	35 23 06.71	135 08 39.53	1.60m	12.40m	14.00m	国道沿い民家
6	35 23 03.65	135 08 36.94	2.20m	11.80m	14.00m	足立自動車工業
7	35 23 02.34	135 08 34.32	1.80m	12.10m	13.90m	志学舎大江教室
8	35 23 06.72	135 08 25.39	1.40m	12.80m	14.20m	蓼原川湾曲部内岸
9	35 23 03.09	135 08 32.57	2.10m	12.00m	14.10m	電柱
10	35 23 03.17	135 08 32.91	2.30m	12.00m	14.30m	民家
11	35 23 03.05	135 08 33.14	2.20m	11.80m	14.00m	トタン車庫
12	35 23 03.53	135 08 34.04	2.30m	11.70m	14.00m	電柱
13	35 23 03.92	135 08 35.36	2.50m	11.50m	14.00m	電柱
14	35 23 05.69	135 08 37.06	2.60m	11.40m	14.00m	民家
15	35 23 07.79	135 08 36.73	2.70m	11.10m	13.80m	電柱
16	35 23 11.39	135 08 36.31	1.50m	12.50m	14.00m	民家
17	35 23 26.11	135 09 33.36	0.60m	10.80m	11.40m	民家
18	蓼原川樋門	内水位				
	蓼原川樋門	外水位	-3.00m			
19	公手川樋門	内水位	-3.10m			
	公手川樋門	外水位	-2.98m			
20	大谷川樋門	内水位	-3.05m			
	大谷川樋門	外水位	-2.85m			
21	上野川樋門	内外水位	-4.00m			



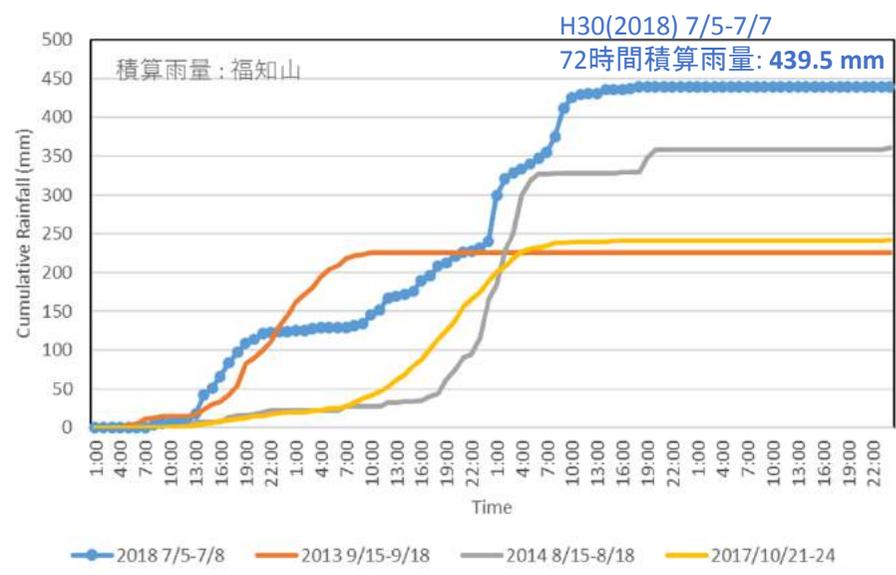
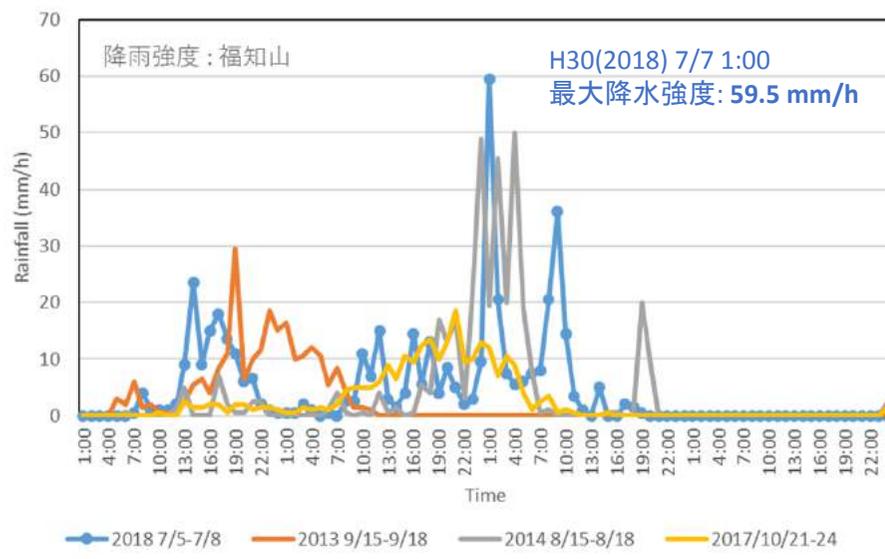
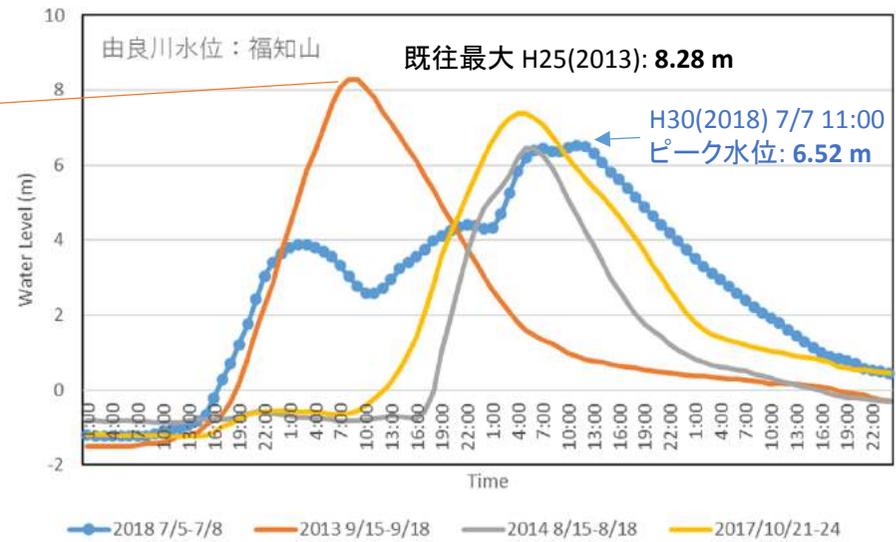
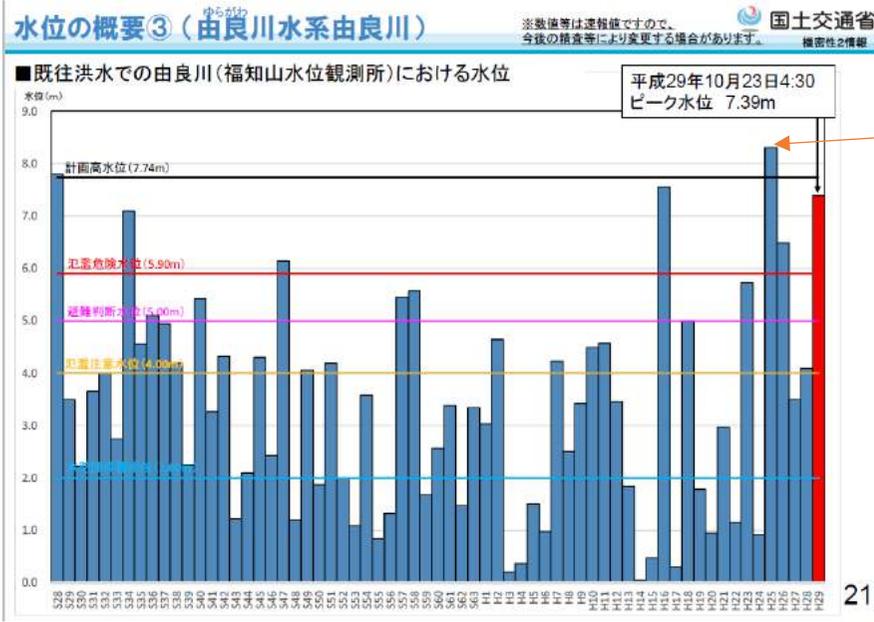
○蓼原川、公手川(くでがわ)、大谷川では、樋門が閉鎖されることで内水が行き場を失い、排水機場が設置されていないため低地に湛水したと考えられる。湛水位は、おおむねTP+14m程度と推定される。領域は道路盛土でいくつかの小領域に区切られるが、複数の支川から氾濫し、カルバートを通して水位がほぼ一様になったと考えられる。

○宮川の左岸側は、上野川からの氾濫が原因と考えられる。上野川が由良川と合流する地点は樋門がなく、上野川は堤防の下の暗渠を通して由良川に合流している。そのため、由良川の水位が上昇するとそのまま堤内地側に逆流して浸水する。

○下記の⑤地点の住民の話：朝7時ごろに玄関に水が入ってきた。黄色いランプが回っていたので、樋門は閉まっていた。自宅の2階に避難した。避難勧告、避難指示が出ていたかはわからない。支所と同じ高さなら大丈夫だろうと思って、国道の路面より1.2m嵩上げさせて2000年に家を建てたが、1.6m浸水した。2004年、2013年に続き、今回が3回目の浸水。過去2回は由良川からの氾濫だったが、今回は支川からの内水。

- ・ 由良川は河道改修が進み、外水氾濫の危険性は軽減してきた。
- ・ 排水機場の整備には時間がかかり、小河川の洪水が浸水をもたらすこともある。
- ・ 過去にも浸水被害を経験している由良川流域では、嵩上げをしている建物も多く、それにより二階の水没を防ぐなど、被害の軽減に結びついている。

由良川福知山地点の水位と降雨の状況（過去の水害との比較）

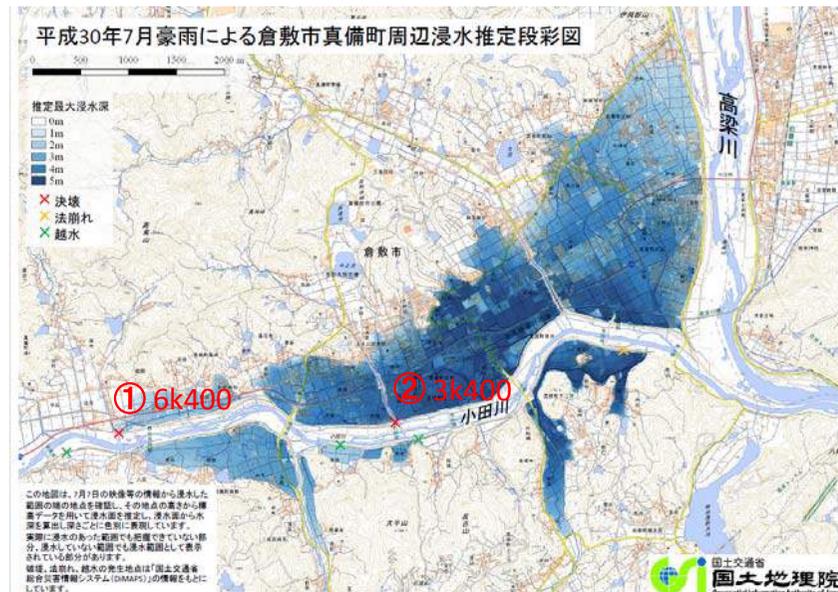


佐山敬洋

岡山県真備町の破堤（国土交通省資料より）



小田川の破堤



① 小田川左岸破堤(6k400)



② 小田川左岸破堤(3k400)



小田川沿川の土地利用について

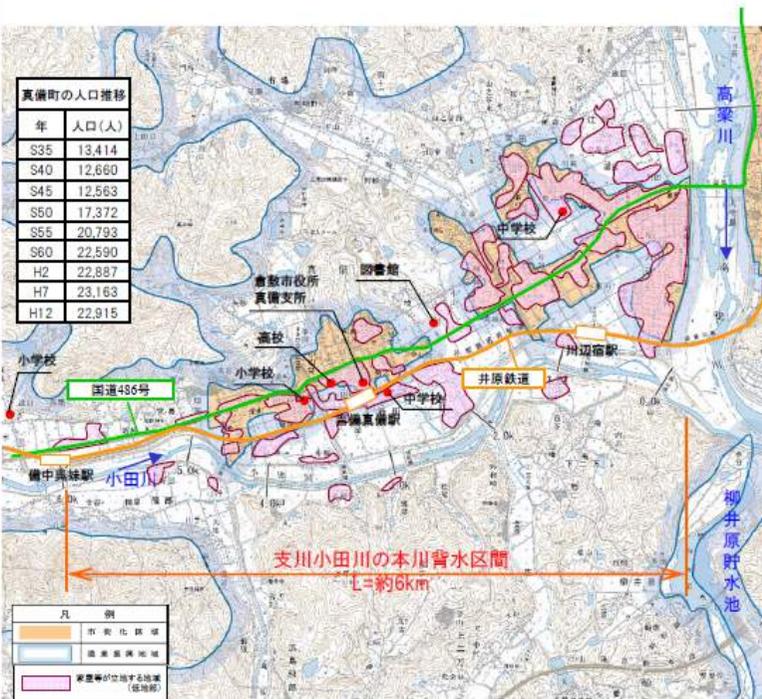
高梁川水系

□小田川合流点の付け替えにより内水問題が解消された小田川沿川の土地利用について、どのように考えているのか。

- 高梁川本川の背水区間となる小田川沿川は旧街道筋に市街地を形成しているが、その周辺は農業振興地域として主に水田利用されている
- 過去の浸水被害を踏まえ、土地利用の適正化や避難場所・避難路の確保等について関係機関と連携して取り組む
- 関係機関だけでなく地域の理解が不可欠であることから、地域に対する情報提供等に取り組む

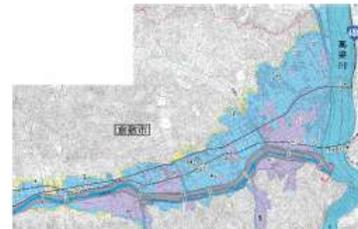
内水地域の土地利用状況

- 旧真備町は、山陽道の宿場町として発展し、水島工業地帯からの交通条件の良さなどを背景に、人口は大幅に増加し、現在も横ばい傾向にある
- 国道486号沿いの市街化区域を中心に住宅建設等が進む



地域に対する情報提供等の取り組み

①浸水想定区域図の公表
H17. 6. 10に「浸水想定区域図」を公表



③河川道路統合型地域防災システムによる防災情報提供
岡山県内の防災情報の一元化や地域への避難情報の提供を目標として、岡山河川事務所では、GIS(地理情報システム)を利用した防災情報ポータルサイトを設置し、CCTV画像や水位情報、水防団等による情報を提供
<http://bousai.okakawa-mlit.go.jp/php/index.php>



②防災マップ作成ガイドラインの提供
地域の自主的な防災活動に役立つマップ作りのガイドラインを作成し、提供
<http://www.okakawa-mlit.go.jp/bousai/maptukuro/maptukuro.html>



④住民参加のフォーラムを開催
防災に対する意識啓発を目的とした防災・減災フォーラム開催(H18.7.2)
⑤避難判断水位の表示
H19から避難の目安となる危険水位等を橋脚に表示



国土交通省資料

浸水リスクがある地域であることは明確に提示
それでも水害が発生してしまった事実は重い

真備町の浸水



各調査グループの調査の視点

(危機認知(ハザードマップ)・避難行動・災害対応・インフラレジリエンス)

- 矢守克也・竹ノ内健介(京大防災研)
 - 今回の災害では、7月5日時点から記録的な長時間降水の危険性が気象庁を中心に指摘。そのため、甚大な被害が生じた一方で、災害情報の活用、自主的な避難行動などを通して、人的被害を抑止・軽減した地域も存在
 - 本チームでは、多くの調査チームが殺到すると想定される被害の大きかった地域よりも、むしろ、上記のような地区を対象に調査を行い、その要因を整理
 - また調査結果を基に、地域社会における早期避難の促進を図ることを目的として、適切な避難行動により被害抑止・軽減を実現させた事例を共有するためのwebシステムを構築
- 大西正光・佐山敬洋(京大防災研)
 - 危機一髪のところでは至らなかった桂川を対象に、避難実態がどうだったのか、平成25年台風18号災害以降の意識変化を調査分析
- 宇野宏司(神戸高専):
 - 加古川, 由良川, 円山川流域で浸水被害があったとされる地域を中心に調査し、ハザードマップ等の災害リスク情報と実際の浸水被害箇所を比較
 - 病院・学校園・高齢者施設等における避難対応

重要な視点

• ダムの洪水調節の最適化

– ダムの容量は有限

- 台風性地域はこれまでの経験あり、前線性地域の外力増大(能力不足)懸念
- 中小洪水に効かせると、大洪水時に容量不足(異常洪水防災操作の増大)
- 低い下流河川的能力向上がないとダムの機能は半減
(日吉ダム、一庫ダム、野村ダム・鹿野川ダムなど)

– ダムの洪水調節機能の向上

- (ハード対策) ダム再生(再開発)は重要
(天ヶ瀬ダム、鹿野川ダム、長安口ダム、鶴田ダムなど)
- (ソフト対策) 降雨・流出量(洪水量)予測手法の高度化
(アンサンブル予測情報を用いた事前放流)

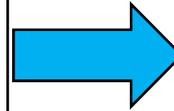
– 異常洪水時防災操作を意識した防災訓練

- 情報伝達方法のステップアップ
 - ダムに対する関心を高める工夫が必要(ダムは皆の資産)
(日吉ダムはTwitterで注目された)
- 危機管理は皆で実施(その時、ダムはどうなるか?)
 - ダムの洪水操作と、超過洪水時の危機管理VTRの作成

日吉ダムの洪水調節操作（必要空き容量の検討）

洪水流量以上の流入水を全貯留
するために必要な空き容量：

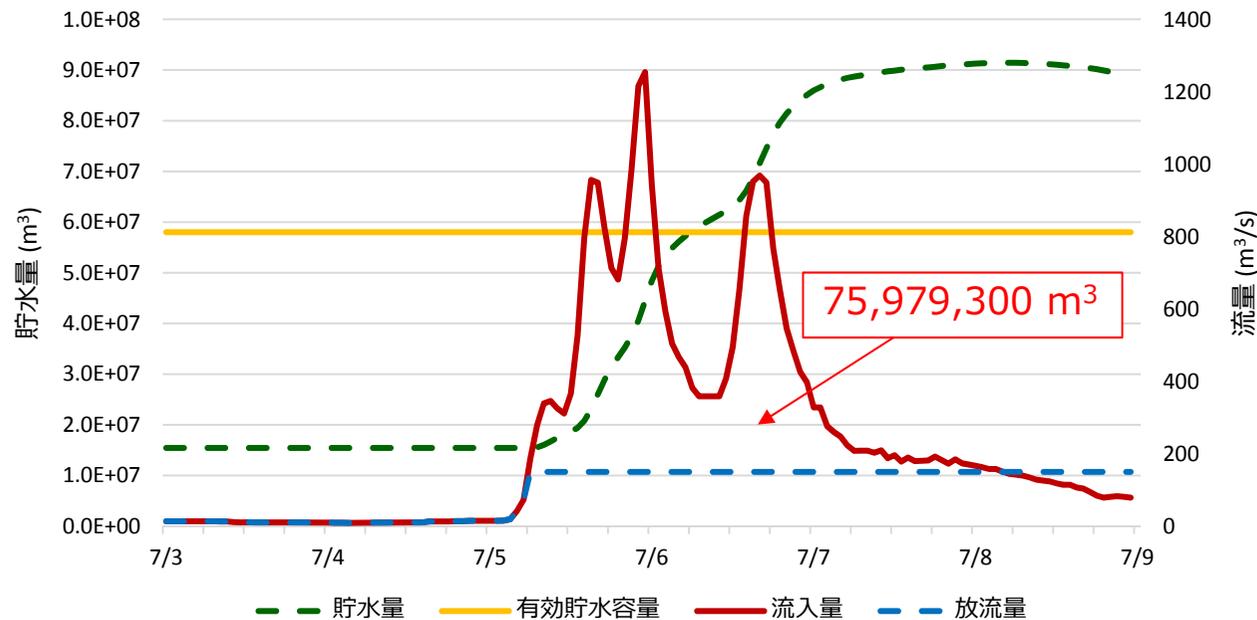
約 7,600万 m³



日吉ダムの有効貯水量（5,800万m³）を大きく上回り、事前放流等の空き容量を増やす対策を行っても、異常洪水時防災操作は不可避

※治水容量は4,200万m³

日吉ダム操作（貯水量上限無しの場合）

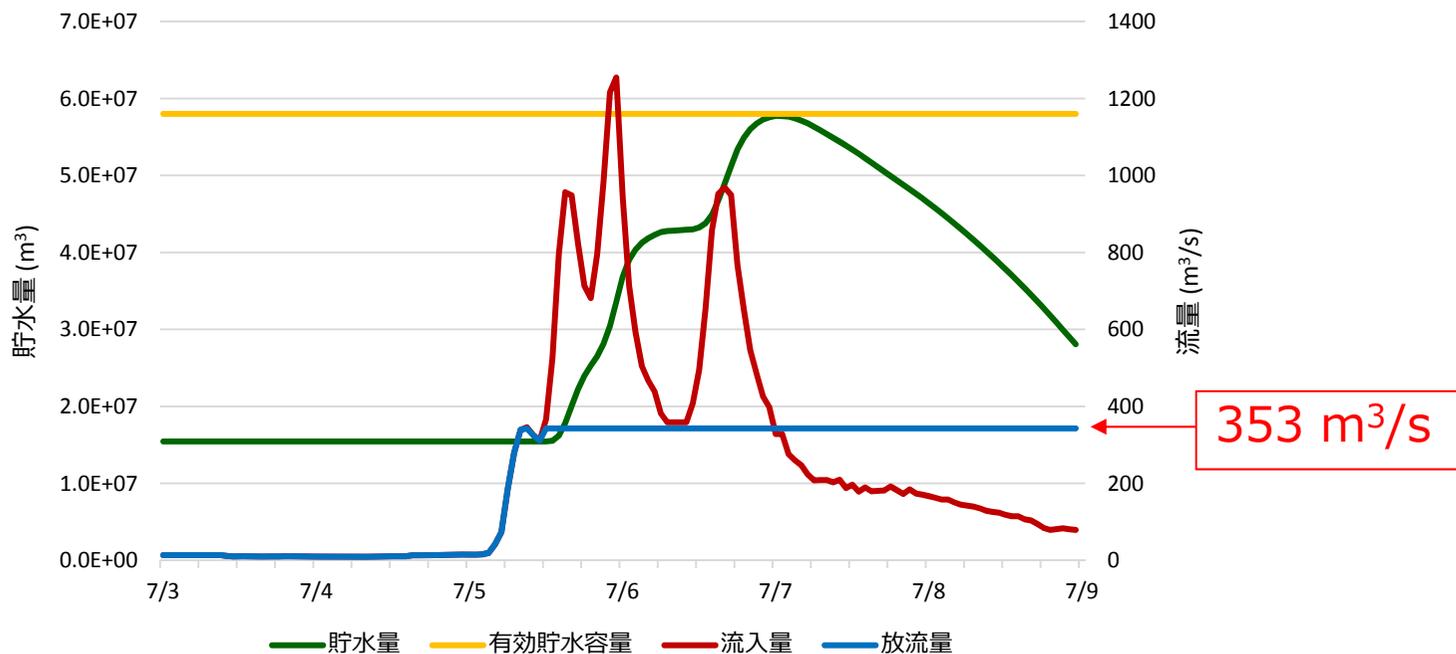


日吉ダムの洪水調節操作（ピークカット流量の検討）

今回の出水を迎え、洪水時の空き容量で異常洪水時防災操作を行わずに一定量放流方式で洪水調節する場合のピークカット流量（一定量放流量）の下限値の検討

➡ **少なくとも $353\text{m}^3/\text{s}$ の放流が必要**

日吉ダム操作（一定量放流量の検討）



ダムの洪水調節機能の向上

ハード対策

ダムの再開発

- 堤体嵩(かさ)上げ → 洪水調節容量増大
- 放流設備強化など
- 低い貯水位で大きな放流が可能
- 洪水初期に無駄に貯水しない

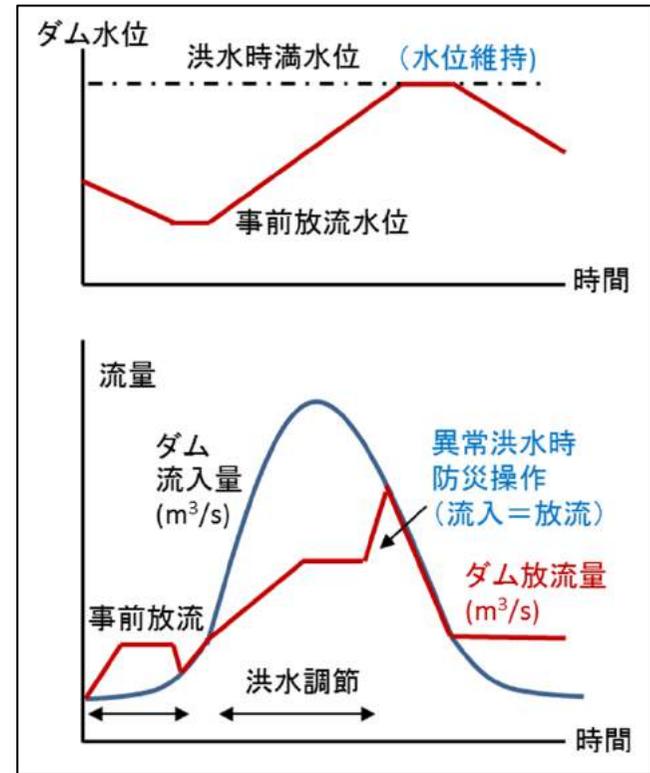
→ ピークカットのための容量が温存可能

ソフト対策

降雨・流出量(洪水量)予測手法の高度化

→ 事前放流の精度向上

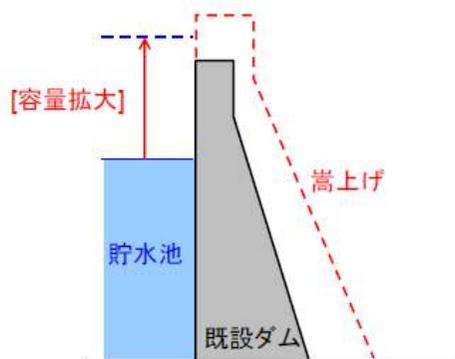
洪水調節容量の効率的使用 (異常洪水時防災操作、特別防災操作)



既設ダムの嵩上げ

Type A2

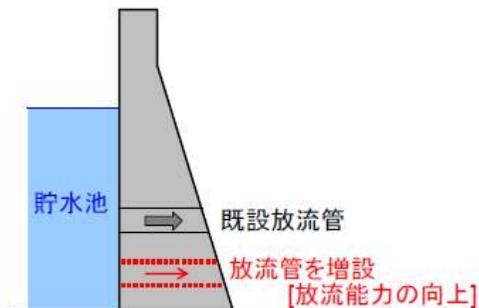
[容量の増大]



放流管の増設

Type B1

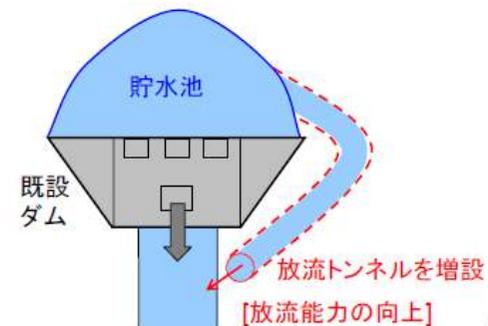
[放流能力の向上]



放流トンネルの増設

Type B2

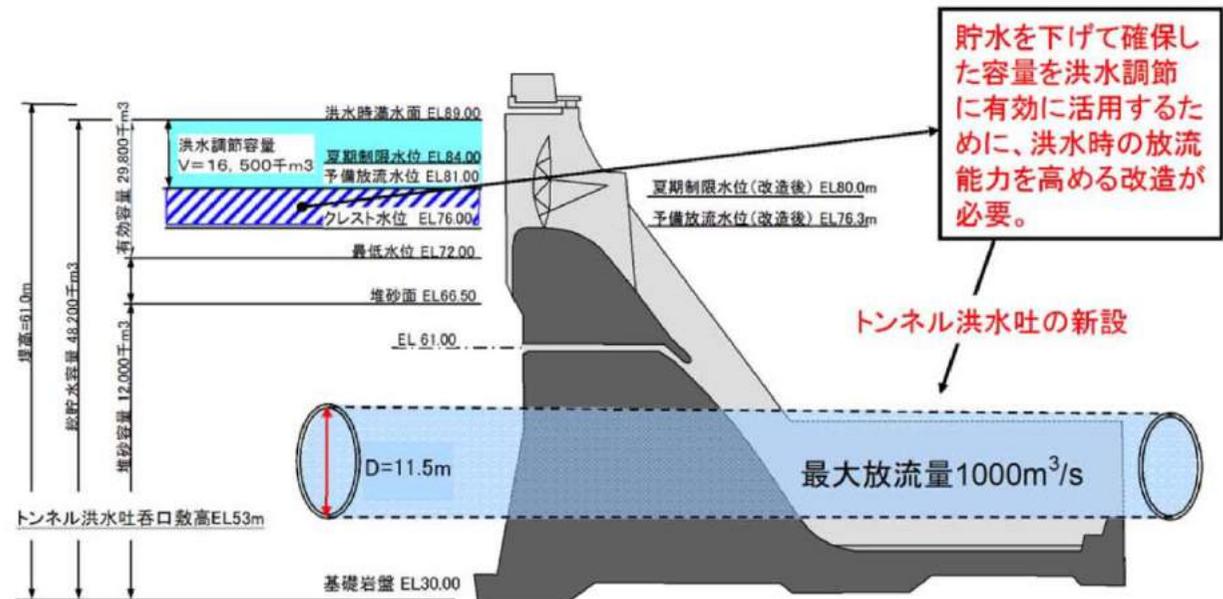
[放流能力の向上]



日吉ダム

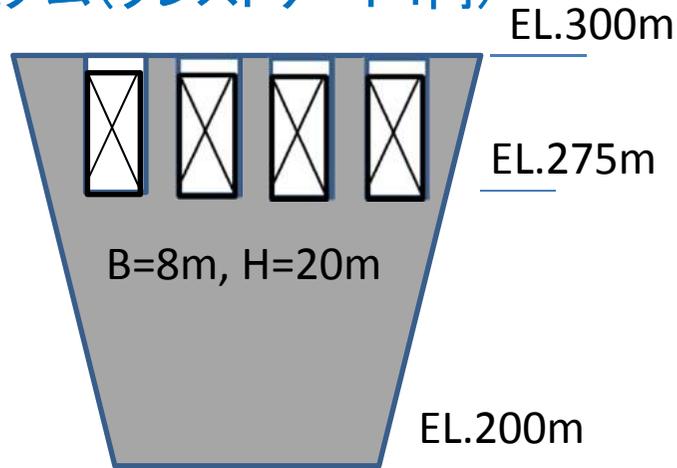


鹿野川ダム



ダム洪水吐きの構成と放流能力

Aダム(クレストゲート4門)

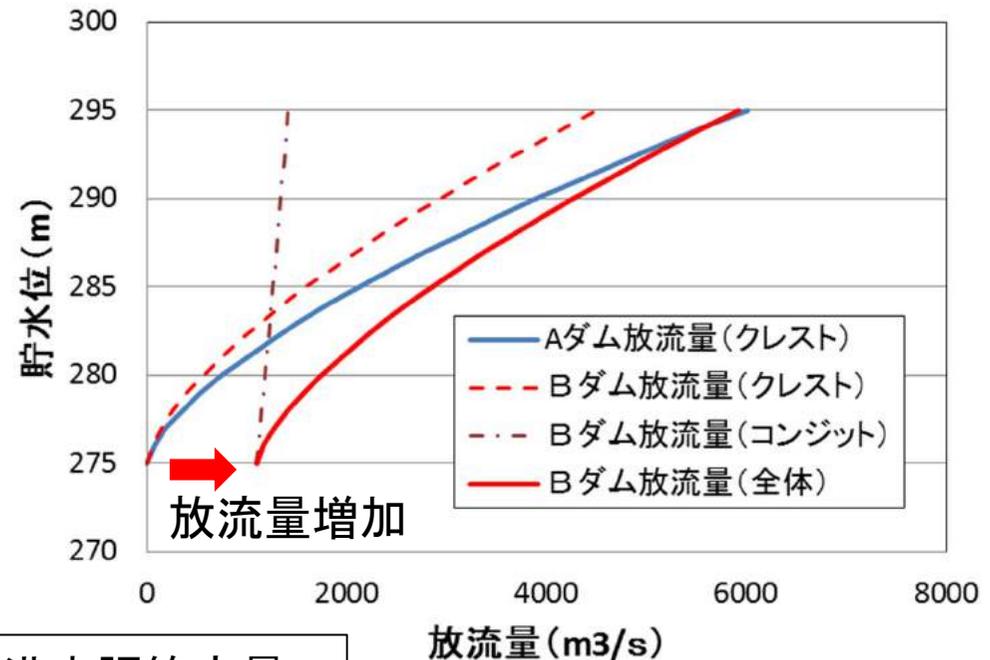
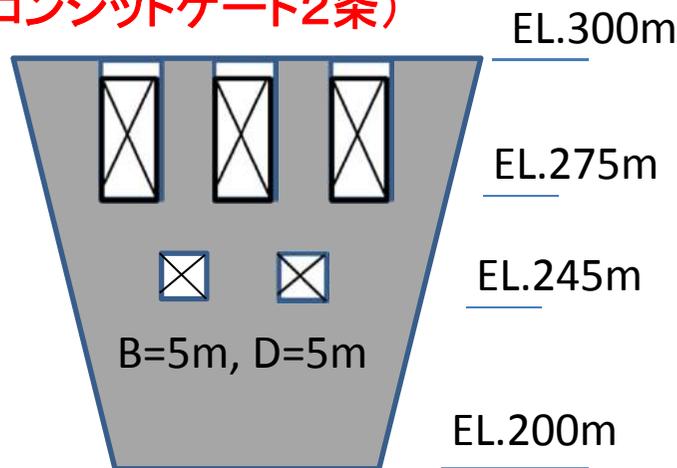


$$\text{クレスト放流量(1門)} = 2.1 * B * (\text{貯水位} - 275)^{1.5}$$

$$\text{コンジット放流量(1条)}$$

$$= 0.9 * B * D * \sqrt{(2 * 9.8 * (\text{貯水位} - 245))}$$

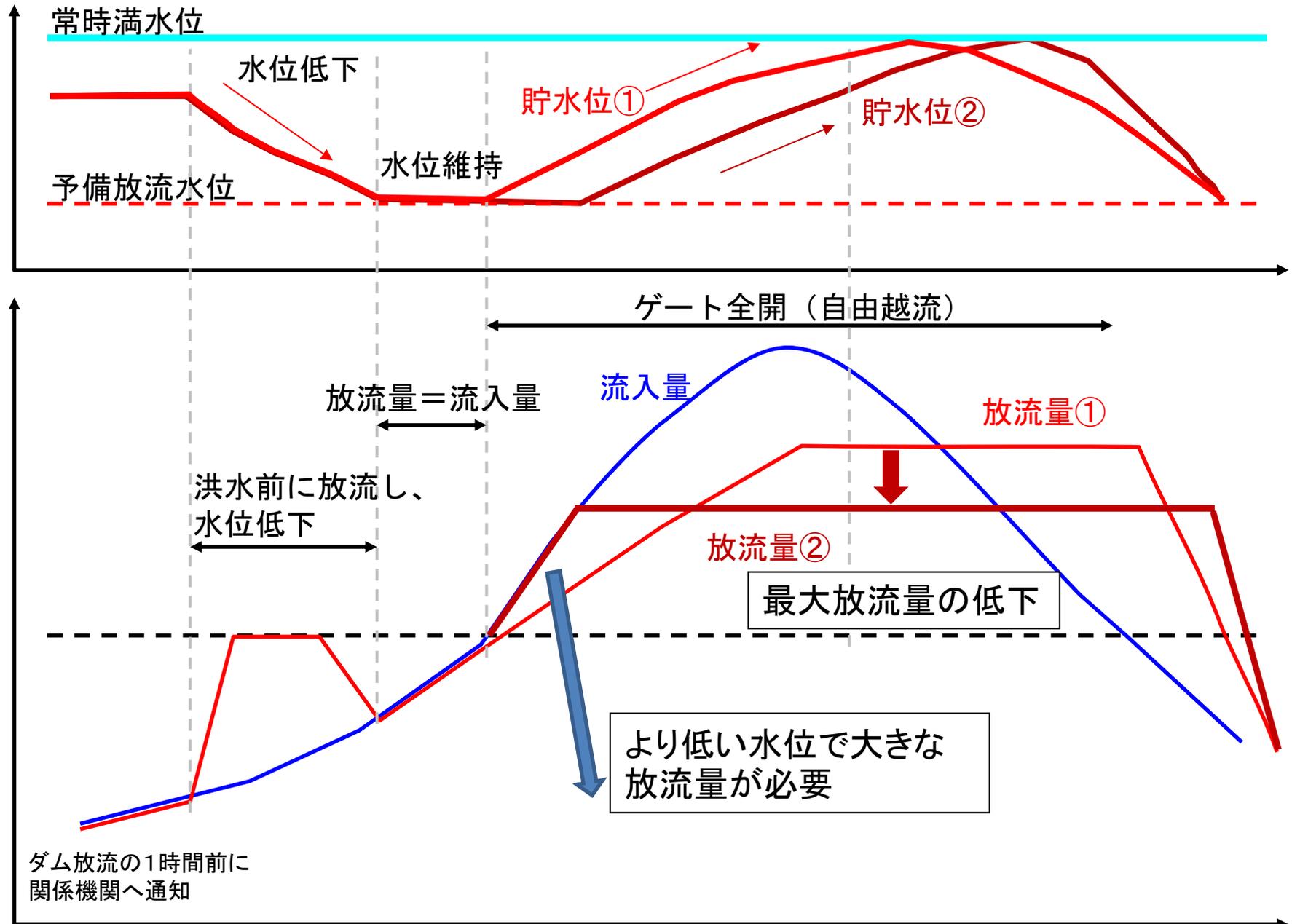
Bダム(クレストゲート3門+
コンジットゲート2条)



洪水調節容量
を温存できる

ダム洪水時操作の高度化

角 哲也

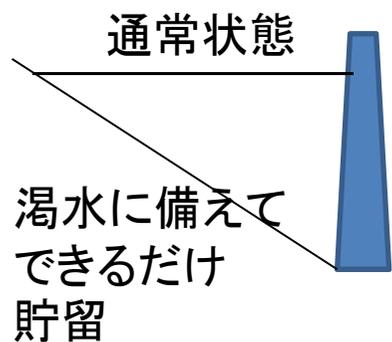
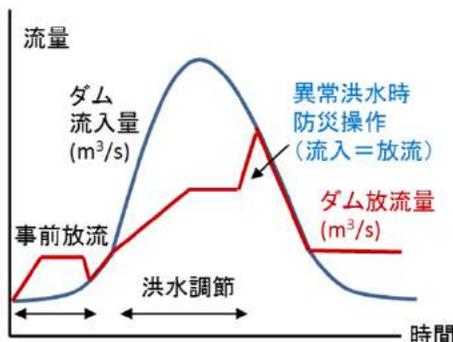
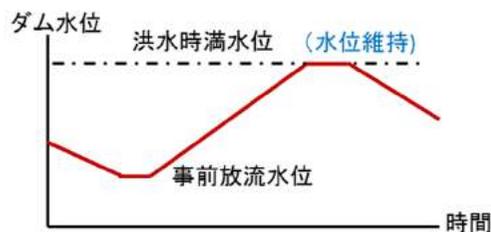


アンサンブル予測情報を用いた事前放流

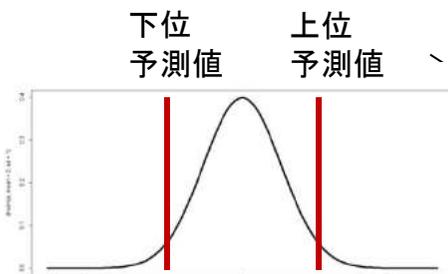
(課題) 事前放流に伴う「空振り」、「見逃し」リスク

特に、見逃しに伴う利水容量ロスが怖い

- (対策) 1. アンサンブル予測雨量(5日間)を用いて、十分な準備期間を確保(利水者と調整)
 2. どれだけ低下させるか、させるべきかを確率情報をもとに科学的に判断



事前放流



アンサンブル予測雨量 (mm/48hr)

流入量 ↑

見逃し①
(事前放流ができなかった)

丁度回復

流入量中 ↑

流入量大 ↑

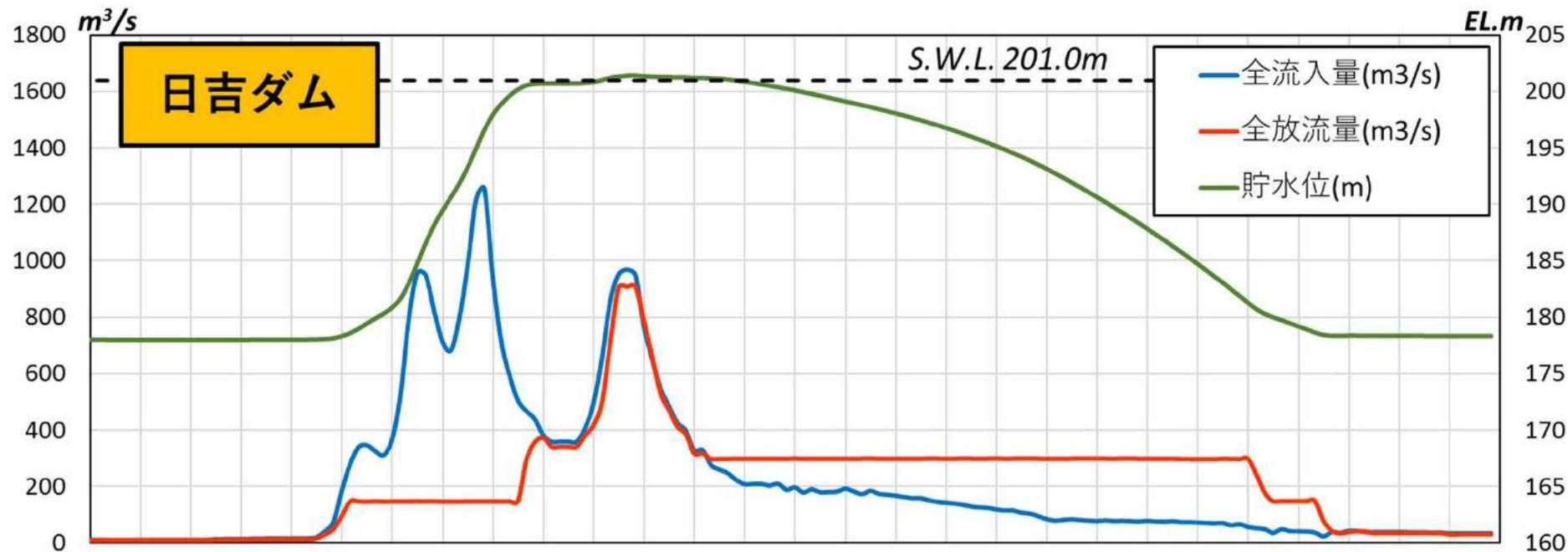
見逃し②
(事前放流量が不足)

なかなか、こうはうまくいかない

流入量小 ↑

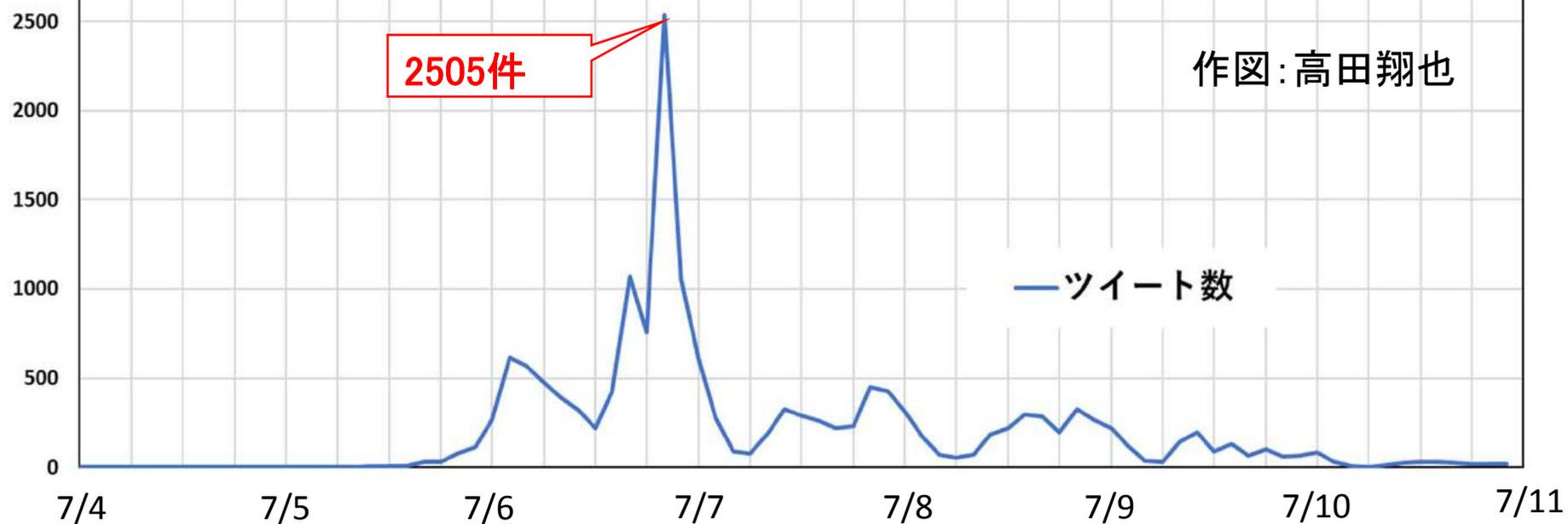
空振り
(利水容量が回復しない)

角 哲也



「日吉ダム」を含むツイートの推移

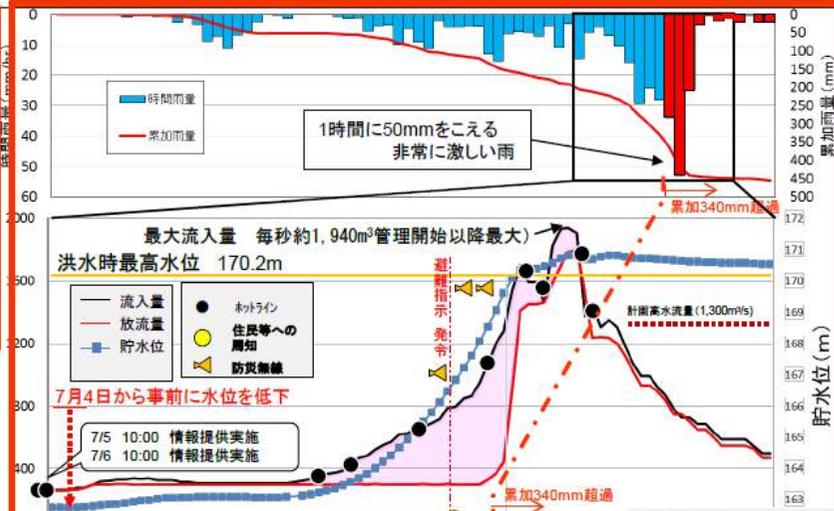
参考: Yahoo!リアルタイム検索(<https://search.yahoo.co.jp/realtime>)



肱川水系における野村(のむら)ダムの洪水調節 国土交通省 [速報版]

国土交通省資料

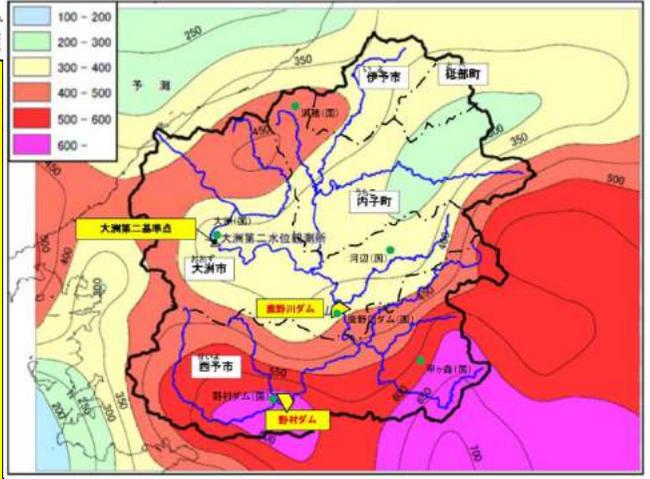
- 活発な梅雨前線の影響により、野村ダム上流域の2日間の累加雨量は計画の降雨量を超過。
- 野村ダムでは、洪水3日前の7月4日から事前に水位を低下させ、通常の洪水調節容量350万m³に250万m³を加えた600万m³の容量を確保しており、洪水時には650万m³を貯留。
- 7月6日22時10分に洪水調節を開始する旨を関係機関に連絡し、7日3時11分には「6時20分には異常洪水時防災操作を開始する見込み」である旨を管理所長から西予市野村支所長にホットラインにより伝達し、5時10分には西予市より避難指示の発令を伝える防災無線により各戸及び屋外のスピーカーにより繰り返し放送されている。5時15分には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している。



降雨パターンが非常に厳しい(後期集中型、雨域が南西から北東(流域の下流方向)に移動(洪水波が重なる))



- 多目的ダム(治水350万m³, 利水(主に灌漑(ミカン))650万m³)
- 治水容量が流域面積に比べて小さい(相当容量(mm)):
 (350万m³ + 250万m³ = 600万m³) / 168km²
 洪水調節容量 事前放流量 = 36mm
実績累積雨量531mm





国土交通省資料
をベースに編集



野村ダム



上宮警報局

過去の災害記録(野村町誌)

昭和18年7月: 台風による暴風雨のため大洪水となり、田畑・家屋・橋・道路など流出損壊が続出(流出倒壊78戸・浸水109戸)、降水量4日間で905mm

昭和20年9月: 枕崎台風、田畑・家屋・道路・橋などに大損害

(災害情報の出し方の見直し), 過去の災害記録のリマインド, 危機管理訓練が必要

凡	例
	脇川集水区域
	鹿野川ダム集水区域
	野村ダム集水区域
	貯水池
	ダム
	洪水氾濫防止区域
	県道付替
	サイレン スピーカー警報所
	スピーカー警報所
	スピーカー LED表示警報所
	水位観測所
	雨量観測所
	警報板
	野村ダム管理所
	反射板
	中継所

重要な視点

- 流木対策

- 近年、流木発生が増大が懸念(九州北部豪雨も)
 - 山腹崩壊、土石流による流木のみではない
- 河岸侵食が先行して発生
 - 河岸侵食から発生する流木は、長尺(折れない)、下流の橋梁やダムから 至近距離(洪水中に到達)
 - よく洪水を経験している河道(河岸) vs. 最近あまり洪水を経験していない河道(河岸) → 流木の成長度
- そもそも、何故危ないところにまで植林したのか？
 - 拡大造林の負の遺産
 - 優先的に伐採(洪水リスク低減)を進めるべきではないか？
- 関西地区内でも同様なリスクが潜んでいないか？
 - 平成30年7月豪雨での実態(宍粟市)
 - その他の地区の抽出(マッピング)

平成30年7月豪雨 宍粟市災害調査報告



○宍粟市一宮町河原田地区

流木による橋梁閉塞が発生

○宍粟市一宮町公文地区

地すべりが発生, 家屋が倒壊

災害調査地点

京都大学大学院
工学研究科

岡本隆明・山上路生

宍粟市一宮町河原田地区：流木による橋梁閉塞

橋 桁下高さ 2.5m



高野川の橋梁前面で流木が集積して閉塞し、氾濫被害発生

地元の話では

最初に長さ10mを超す流木が橋に引っかかり、次々に流木が集積. 2分程度で溢れ始めた

過去に一度流木で橋梁閉塞

平瀬橋

橋脚1本

橋脚間距離 5.5m

欄干 1m

桁下高さ 1.3m



氾濫原に残っている

流木長 3.5-4.5m 直径40cm

宍粟市一宮町河原田地区：流木の発生源



上流側で地すべりが起きて

流木が川に流れ込んだ

また河岸浸食が起き、河岸の
流木が下流側に流出

地元の話では

普段の川幅は2m程度



宍粟市一宮町公文地区：迂回流による被害

地すべりによって家屋が倒壊

流木，土砂，建材によって橋梁前面が閉塞

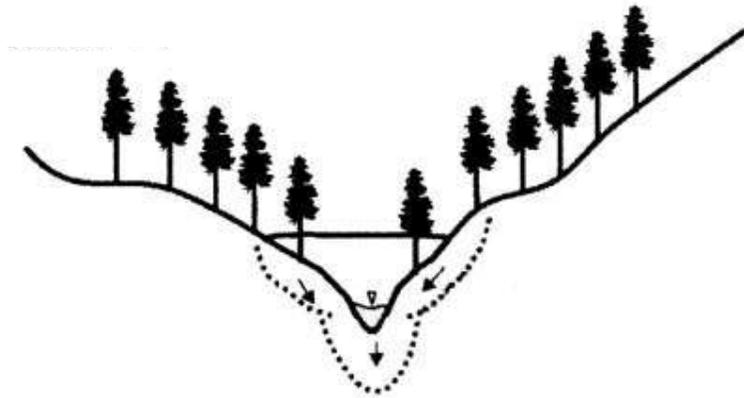
左岸側では迂回氾濫流が河岸浸食が発生

深さ2m程度の侵食が見られた

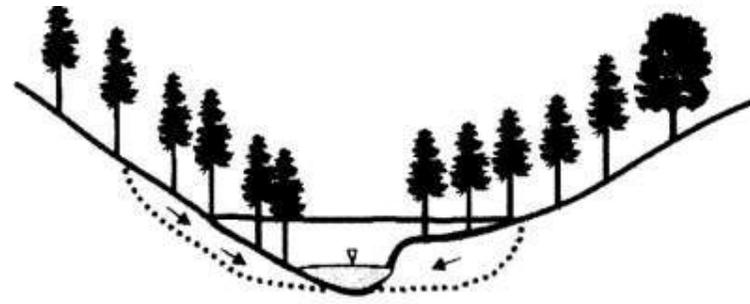
右岸側では迂回流による被害なし



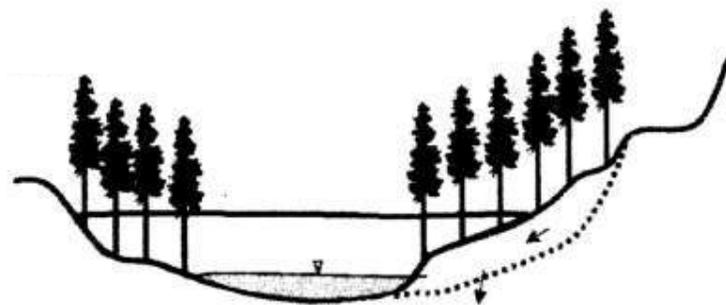
流木発生原因と割合（足羽川2004）



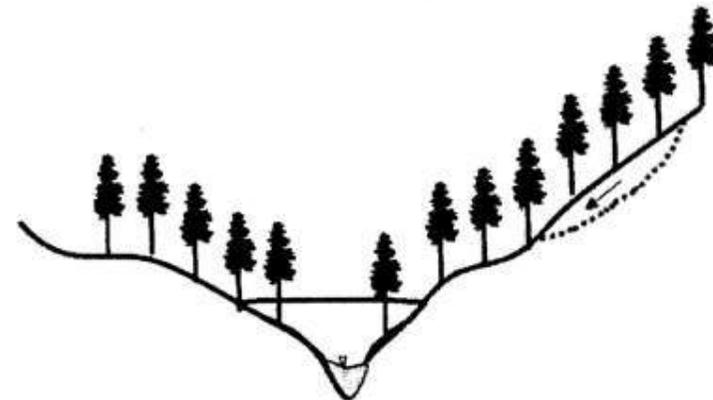
(a)溪流縦侵食(9%)



(b)溪流横侵食(32%)

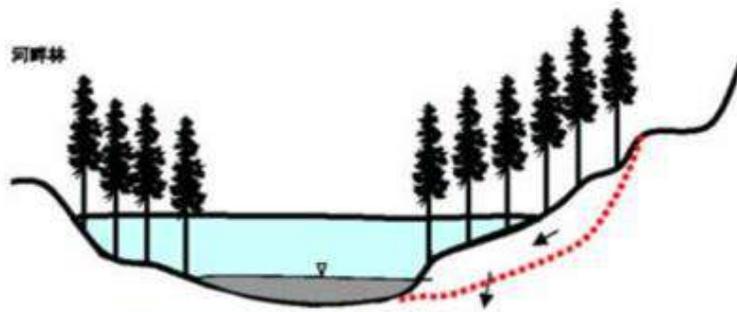


(c)河岸横侵食(55%)



(d)山腹崩壊(4%)

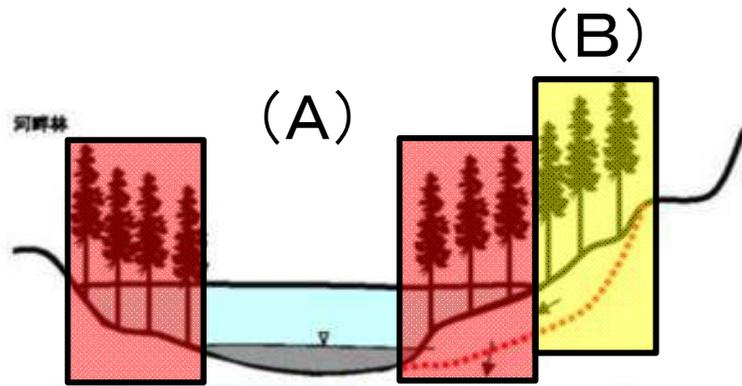
流木発生原因と割合(足羽川2004)



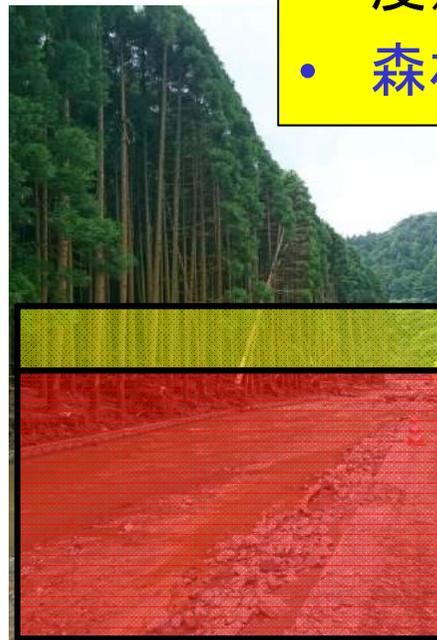
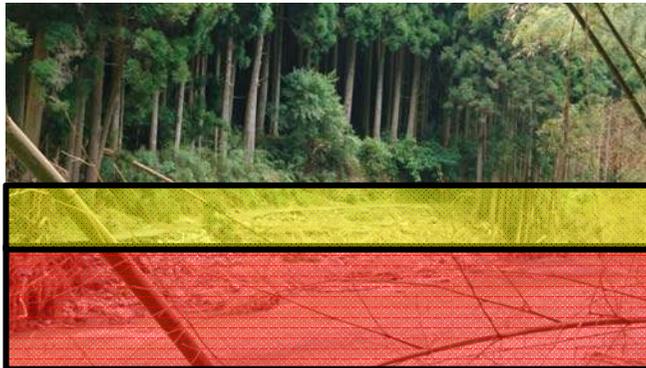
(c) 河岸横侵食(55%)
Side bank erosion of river channel



河岸から一定幅(大規模洪水時に侵食リスクがある範囲)の立木に対する管理義務とリスク軽減(優先伐採)の制度化



- 河岸沿いの立木の実態調査
- 大規模洪水時に流水にさらされる範囲(A)および河岸侵食により影響を受ける範囲(B)の洗い出し
- 対象立木の伐採促進(補助制度), 伐採木の有効活用
- 森林環境税の活用を検討





ご清聴ありがとうございます。

提供：水資源機構

詳細な各報告は、下記の機会でご報告します。

2018年10月2日： 京都大学防災研究所公開講座（アクロス福岡（ネット中継あり））

2019年2月19－20日： 京都大学防災研究所研究発表会（京都大学宇治キャンパス）