



ダムの洪水調節効果と異常洪水時防災操作の課題



京都大学防災研究所水資源環境研究センター 角 哲也

● ダムの洪水調節効果

- 日吉ダム(平成25年台風18号(流木), 平成30年西日本水害)
- 寺内ダム(平成29年九州北部豪雨(流木))
- 鬼怒川上流ダム群(平成27年関東・東北豪雨(流木))
- 大谷ダム・笠堀ダム(再開発)(平成23年新潟・福島豪雨)



● 異常洪水時防災操作の課題

- **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)
 - 低い下流河川の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



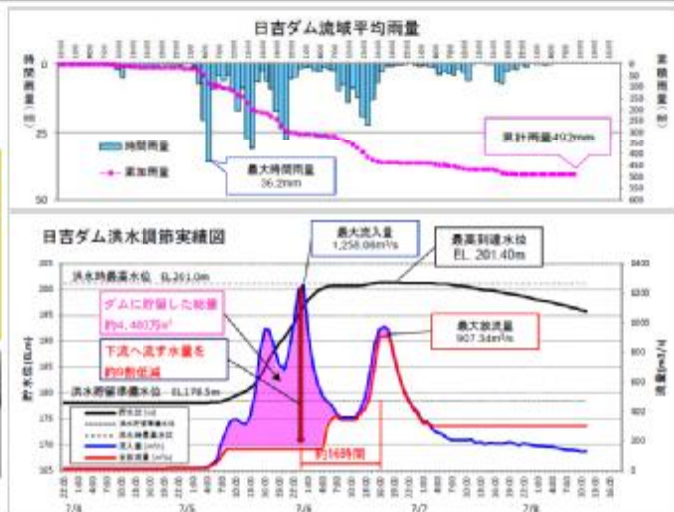
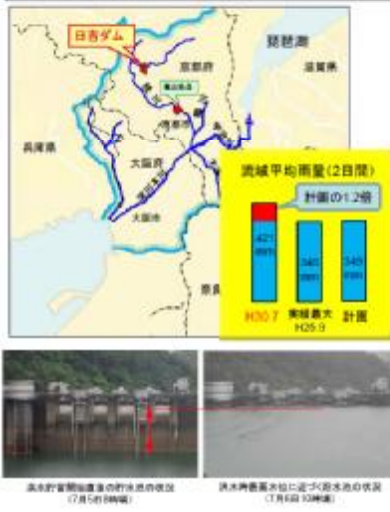
平成30年7月豪雨における日吉ダムの効果

出典:水資源機構

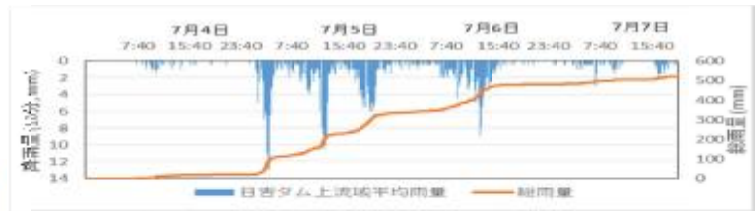
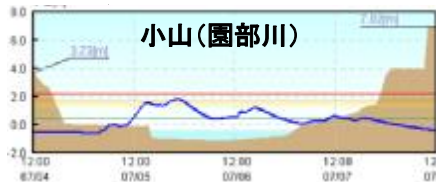
平成30年7月豪雨における日吉ダムの洪水調節効果 淀川水系桂川(京都府)



- 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4,400万³m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。



日吉ダムの効果 (支川合流との関係)

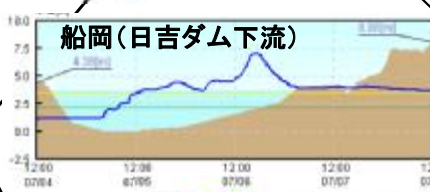
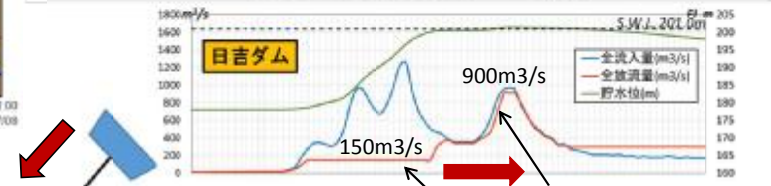


ダムの効果

- 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)

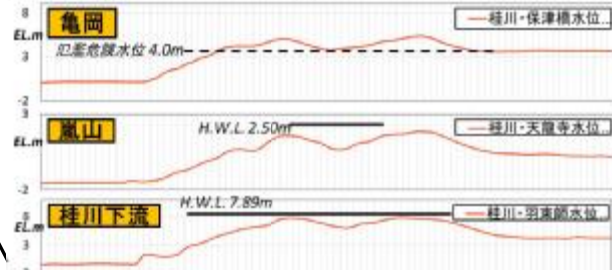
異常洪水時防災操作

- 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災害



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



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 (嵐山地区)

出典: 国土交通省

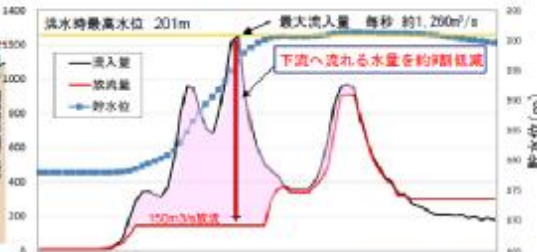
これまでの河川整備及び日吉ダムによる効果 (桂川 嵐山地区)

- 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。

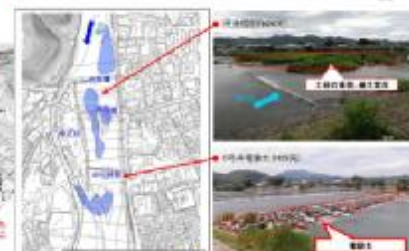
嵐山地区 (渡月橋付近) における水位低減効果



(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



日吉ダムの洪水調節効果(桂川下流部)

出典: 国土交通省

これまでの河川整備による効果(桂川 久我地区)

国土交通省
平成30年7月豪雨の被害と対応

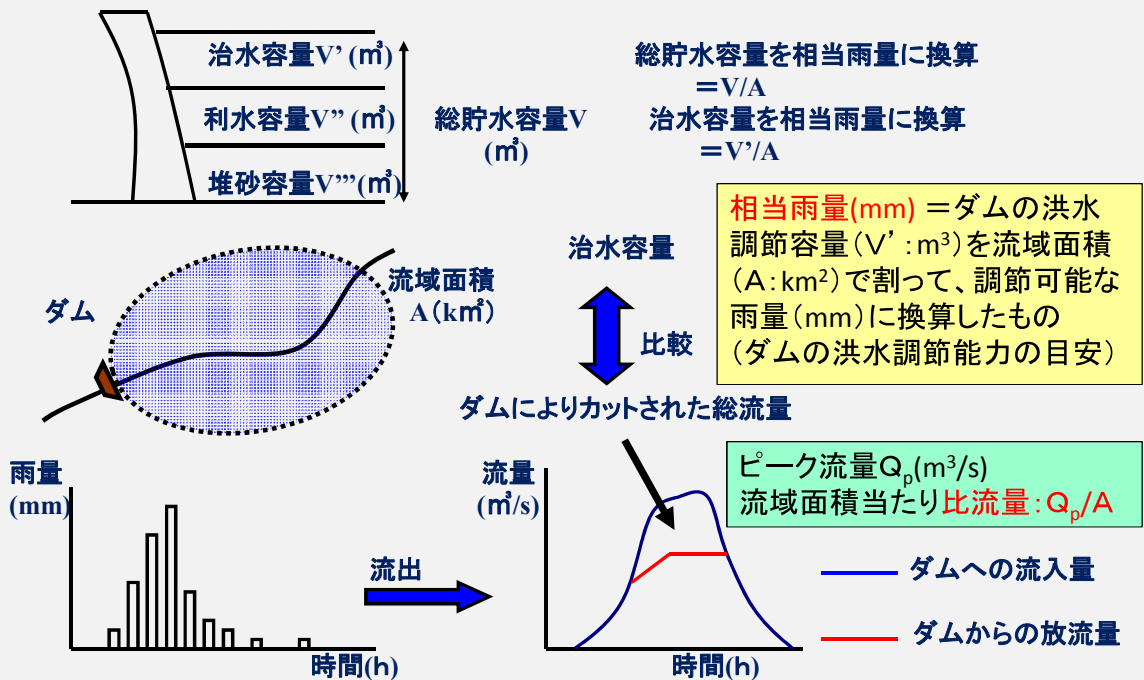
- 桂川では、平成25年台風18号を契機に「桂川緊急治水対策」を実施し、約64万m³の掘削を実施。
- これまでに実施した河道掘削により、久我地区(桂川7.0k)において約0.5m水位が低減。
- 河道掘削が出来ていなかった場合、約3kmにわたり、計画高水位を0.4m超過し、非常に危険な状態であったと推測。



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



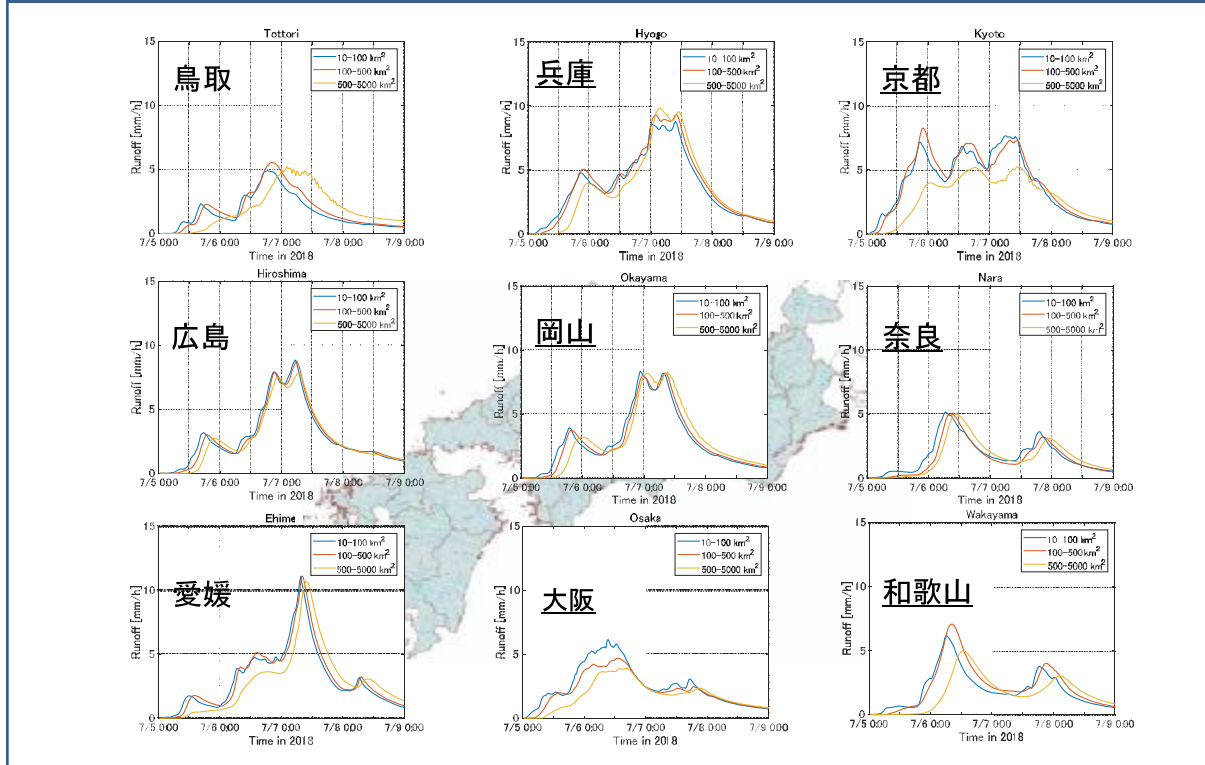
既設ダムは近年の増大する洪水災害に対応できるのか？





流域面積毎の平均比流量 (= 流量 / 流域面積)

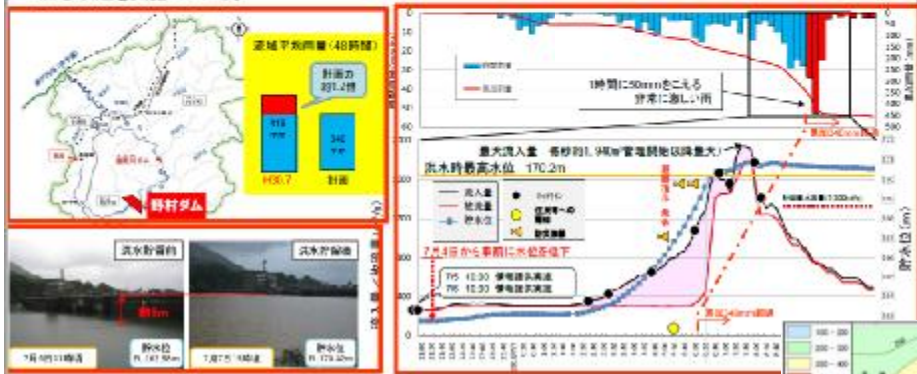
(佐山敬洋)



脳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]

○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下市野村支所長にホットラインにより伝達し、5時10分には西下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。

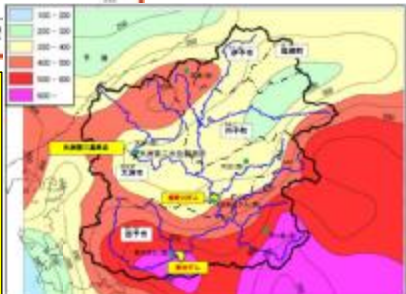
国土交通省資料



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))



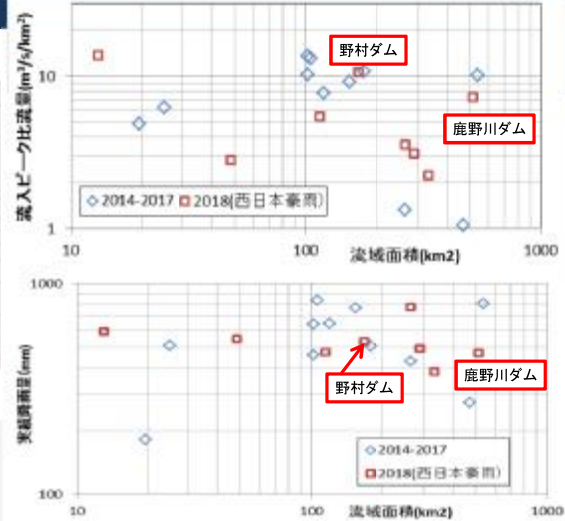
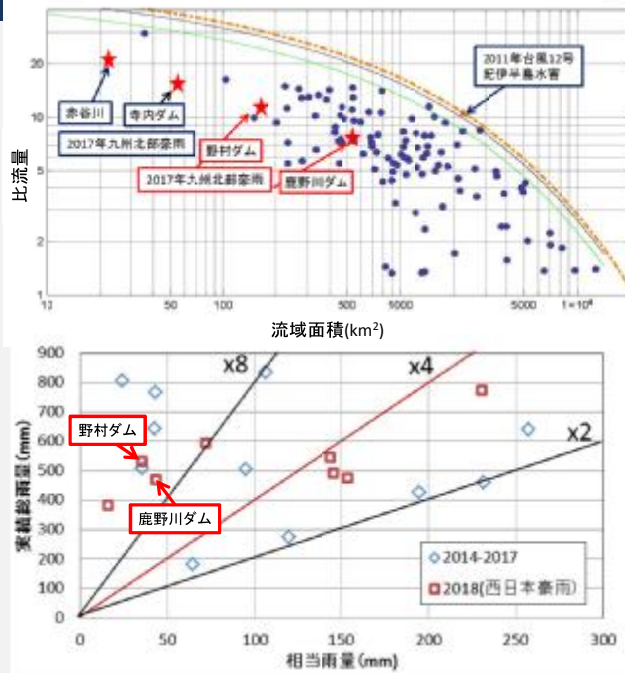
- 多目的ダム(治水350万m³, 利水(主に灌漑(ミカン))650万m³)
- 治水容量が流域面積に比べて小さ (350万m³ + 250万m³ = 600万m³) / 168km²
 洪水調節容量 事前放流量
 = 相当雨量(mm) 36mm
 vs. 48時間雨量419mm 419/36=12倍





異常洪水時防災操作を実施したダム状況(2014-2018)

一級水系の基本高水の比流量全国図



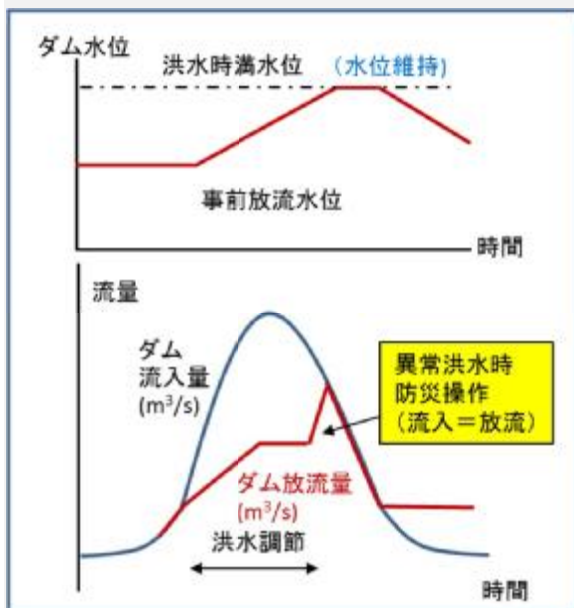
- 西日本豪雨では大きな流域面積でも異常洪水時防災操作を実施
- 流入ピーク比流量は3~10まで幅広い
- 実績総雨量は400~800mm
- 相当雨量に対して4~8倍以上
(既往研究(倉橋ら2018)では4倍以上で容量不足)
- 8倍超はそもそも相当雨量が小さすぎる

野村ダム, 鹿野川ダムは事前放流を行っても、そもそも容量が足りない(あと100mmは欲しい)

倉橋ら: 超過洪水に対する既設ダムの治水機能評価と機能向上に向けた再開発手法の検討, 2018年土木学会水工学論文集



異常洪水防災操作の誤解(1)

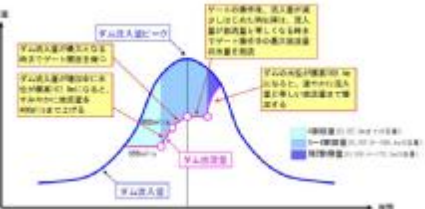
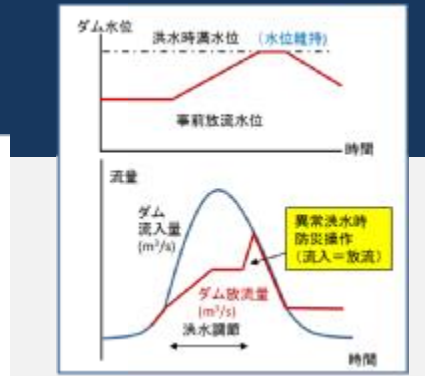
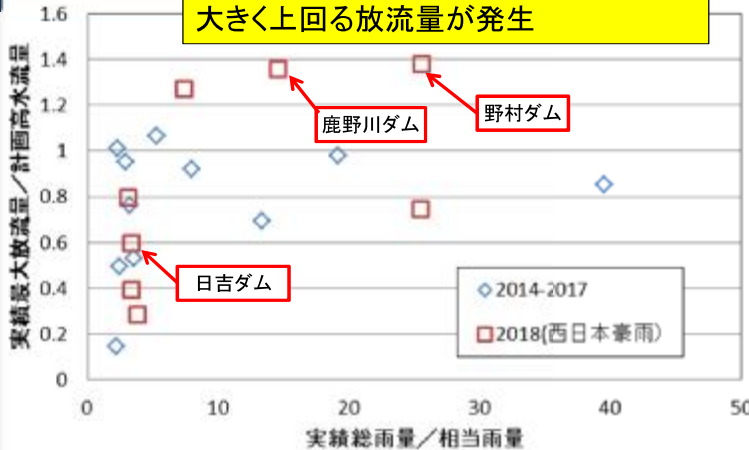


- 異常洪水時防災操作はダムの決壊を防止？
 - ダムの危機管理操作
 - ダムが天端を越流すると不測の事態が想定 (ゲートの損傷, 堤体両脇の地山(アバットメント)浸食, フィルダムなどでは決壊リスクあり)
- 異常洪水時防災操作時にダム水位は低下？
 - 洪水時満水位を超えて、ダム設計洪水水位に到達する可能性がある場合に開始
 - 開始時にはダムはまだ貯留している
 - 最終的には貯水位維持(過放流ではない)



異常洪水防災操作の誤解(2)

相当雨量が不足すると計画高水流量を大きく上回る放流量が発生



異常洪水時防災操作で安全な放流の6倍の放流を行った(野村ダム)? 野村ダムの現行操作

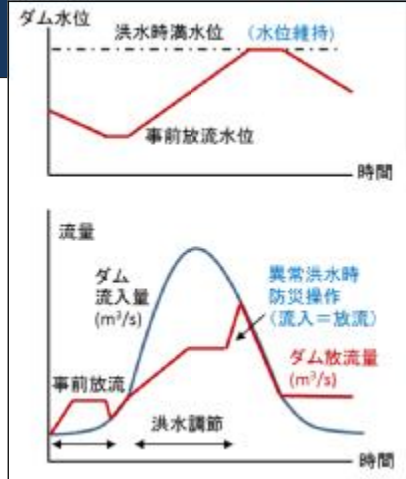
- 野村ダムの当初の計画最大放流量は1,000m³/s
- 下流河道の疎通能力で決定
- 実際の放流量は大きく抑制(300m³/s一定)
- 大洲地点を考慮(ダム直下ではない)した放流
- 実際の実績最大放流量は1,797m³/s
- 計画最大放流量の約1.8倍(=1,797/1,000)
- 計画高水流量の約1.4倍(=1,797/1,300)



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

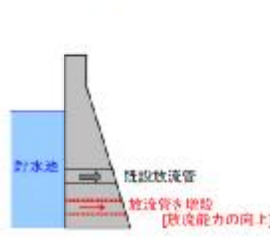
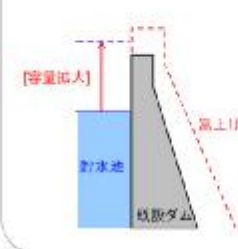
- ソフト対策
 - 降雨・流出量(洪水量)予測手法の高度化
 - 事前放流の精度向上
- 洪水調節容量の効率的使用 (異常洪水時防災操作、特別防災操作)



既設ダムの嵩上げ [Type A] [容量の増大]

放流管の増設 [Type B] [放流能力の向上]

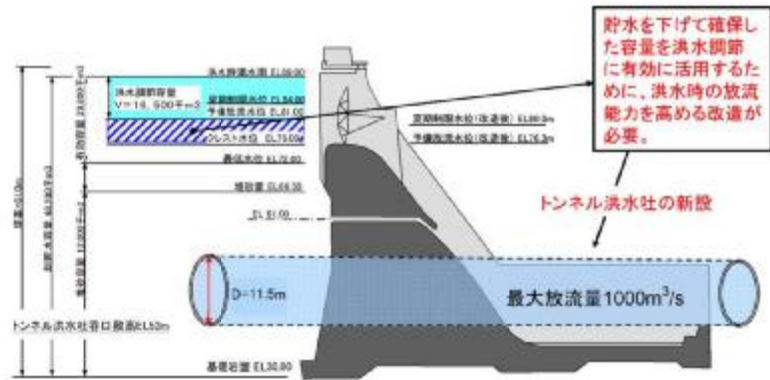
放流トンネルの増設 [Type C] [放流能力の向上]



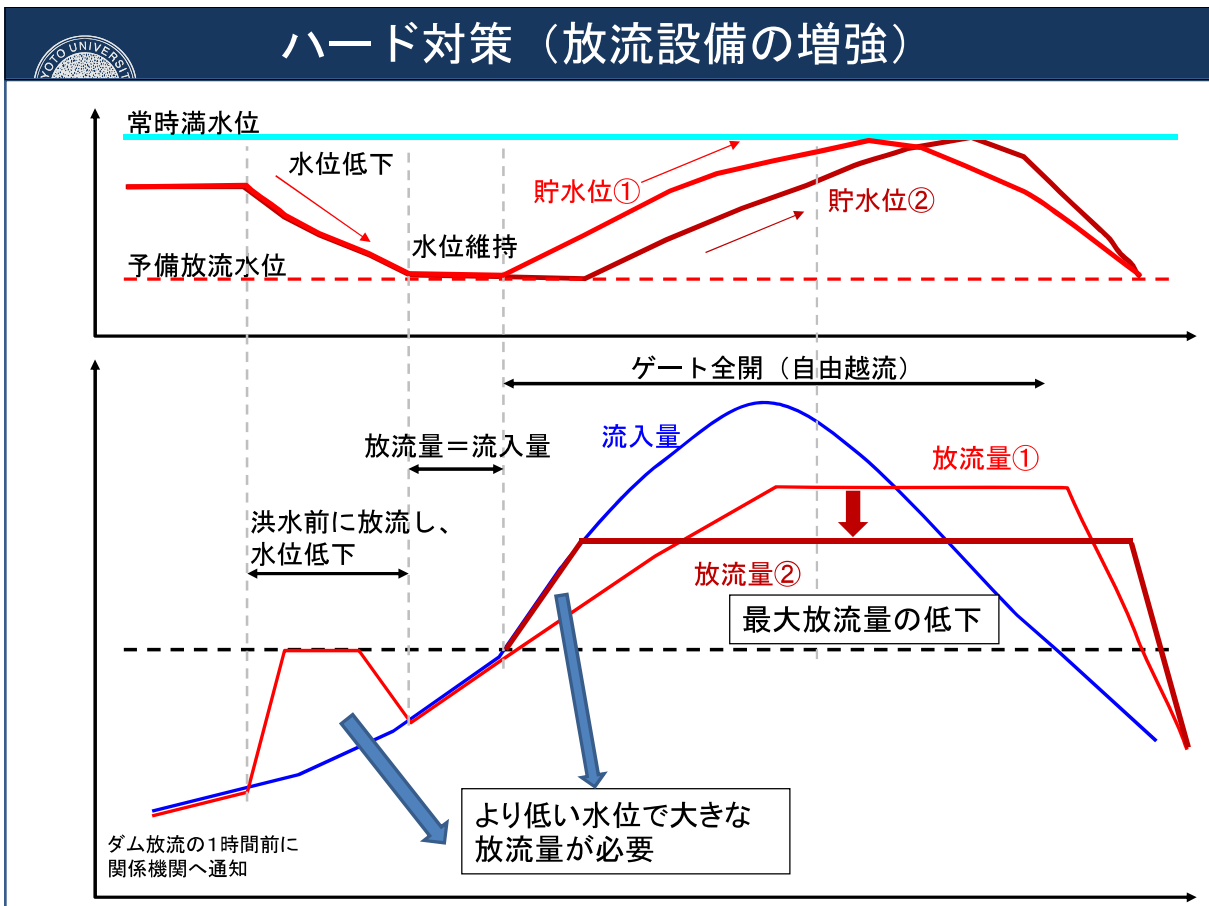
日吉ダム



鹿野川ダム



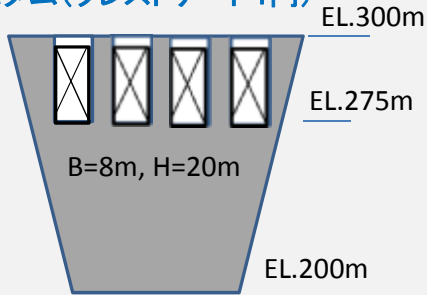
ハード対策（放流設備の増強）





ダム洪水吐きの構成と放流能力

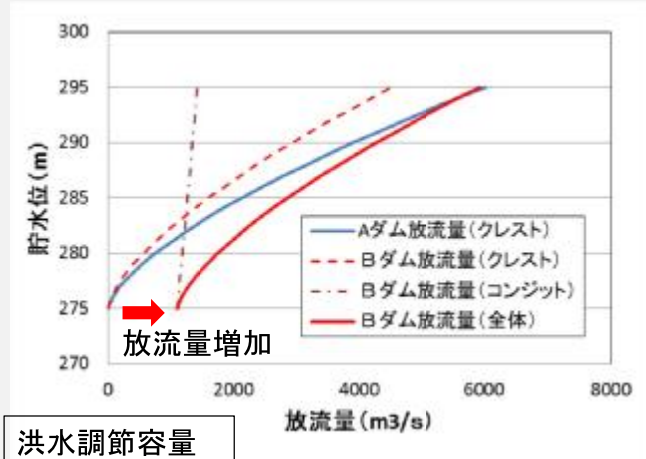
Aダム(クレストゲート4門)



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

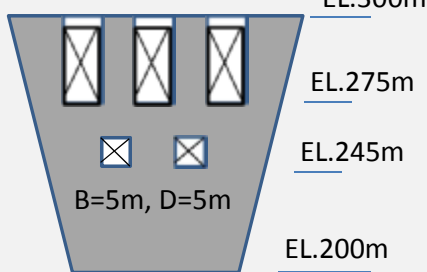
コンジット放流量(1条)

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



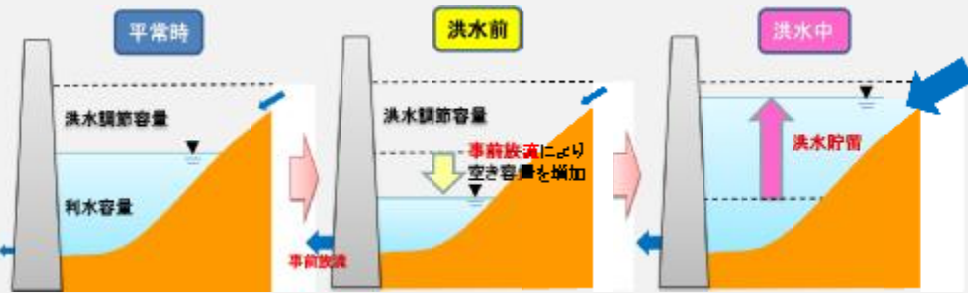
洪水調節容量を温存できる

Bダム(クレストゲート3門+コンジットゲート2条)

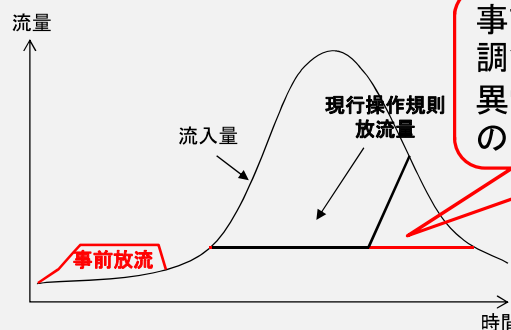
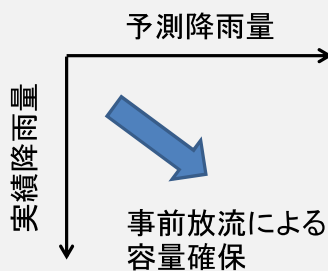


ソフト対策(事前放流操作)

予測雨量情報等に基づいて洪水の発生を予測した場合に、事前に貯水位を低下させ、利水容量を治水容量として一時的に活用する操作



回復可能水位テーブル

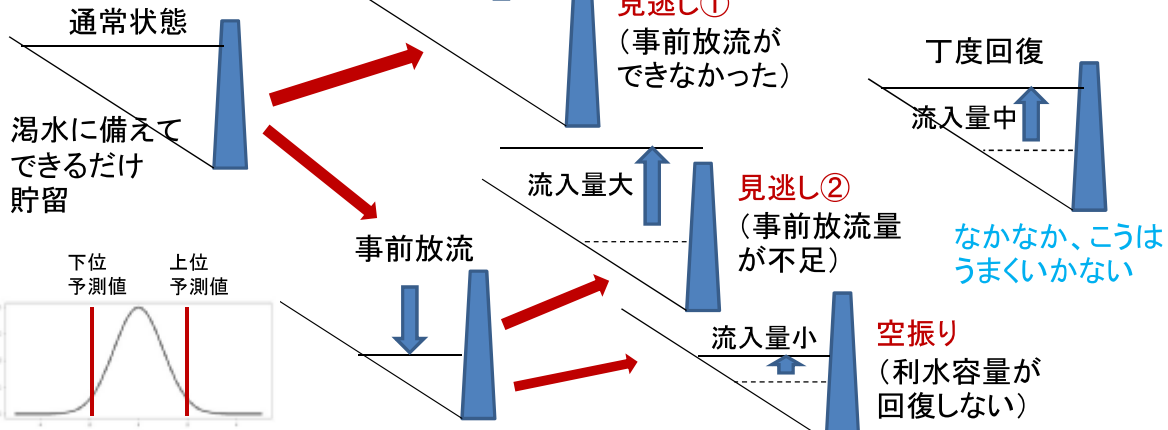
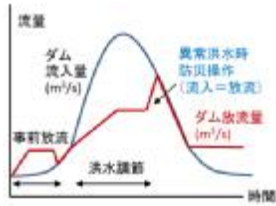
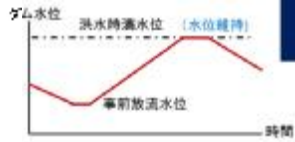


事前放流による洪水調節容量増加 → 異常洪水時防災操作の回避(放流量減)

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



アンサンブル予測雨量 (mm/48hr)

ECMWFアンサンブル予測雨量の予測特性及びダム運用への活用方法に関する基礎的検討(木谷ら, 2018土木学会水工発表予定)

異常洪水時防災操作を意識した防災訓練



国土交通省資料をベースに編集

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
	飯川集水区域
	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
	鉄道付替
	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



まとめ

- 近年の水害時にも多くのダムが有効に洪水調節を実施
 - ダムによる多面的洪水調節効果の評価も重要(流木貯留に大きな効果)
- 既設ダムの治水機能の再評価が重要
 - 前線性地域の外力増大(能力不足)懸念(西日本豪雨)
 - 中小洪水に効かせると、大洪水時に容量不足(異常洪水防災操作増大)
 - 低い下流河川の能力向上がないとダムの機能は半減
- 多目的ダムの容量の効果的な再配置・再開発が必要
 - (ハード対策)ダム再生(再開発)は重要
 - 治水容量強化(嵩上げなど), 放流能力向上(洪水吐トンネル, 堤体開削など)
 - 容量再編(治水, 利水), 新規ダムの必要性も要検討
 - (ソフト対策)降雨・流出量(洪水量)予測手法の高度化
 - 事前放流強化(アンサンブル予測情報の活用)
- 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, 危機管理は皆で実施
- 情報通信, 操作体制の確保
 - 水文データの途絶(二重化), ダム管理職員の確保(遠隔操作の可能性)