近年の流木災害と寺内ダムが果たした役割

京都大学防災研究所水資源環境研究センター　角　哲也

1. 九州北部豪雨の概要と近年の流木災害
2. 九州北部豪雨において寺内ダムが果たした役割
3. 西日本豪雨におけるダムの効果とダム操作の課題

治水面での九州北部豪雨の特徴

- 過去の災害との比較
  - 九州北部豪雨　平成29年　死者37人　全壊　300棟　福岡・大分
  - 九州北部豪雨　平成24年　死者30人、全壊　360棟　熊本・福岡
  - 九州北部豪雨（西日本水害）　昭和28年　死者1000人（福岡300人）、全壊家屋　5000棟　熊本・福岡・大分・佐賀

    → 筑後川の本流の治水強化（松原・下筌ダム）

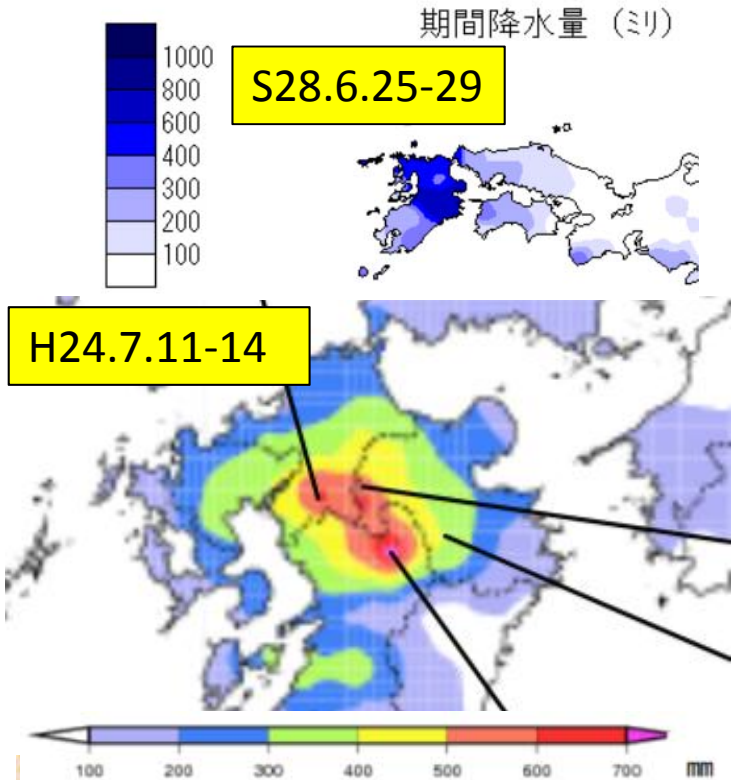
- 特徴1：筑後川北側はこれまでの災害未経験地域
- 特徴2：日田の林業地域　→　山林崩壊・河岸侵食
  → 大量流木発生
- 特徴3：風化花崗岩　→　大量の土砂流出
- 特徴4：洪水・土砂・流木の複合災害
- 特徴5：ダムの無い小河川
  →洪水が、短期間にそのまま流出→災害化

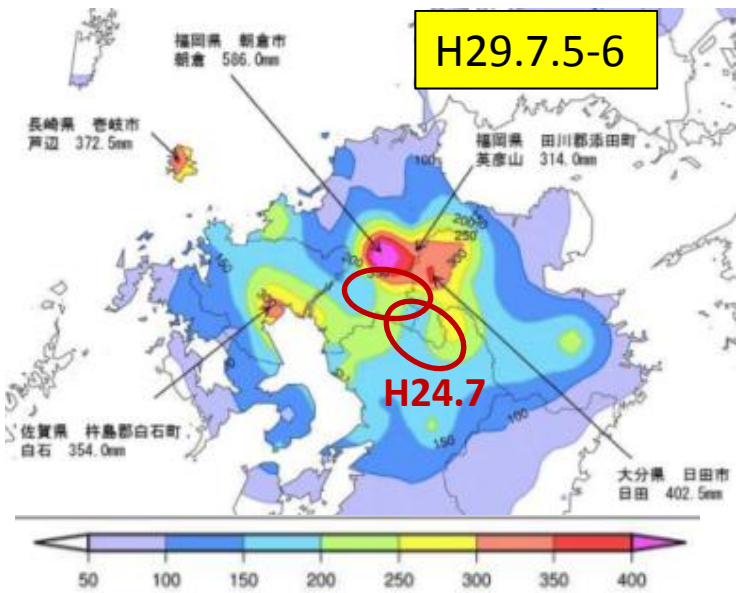
治水面での九州北部豪雨の特徴

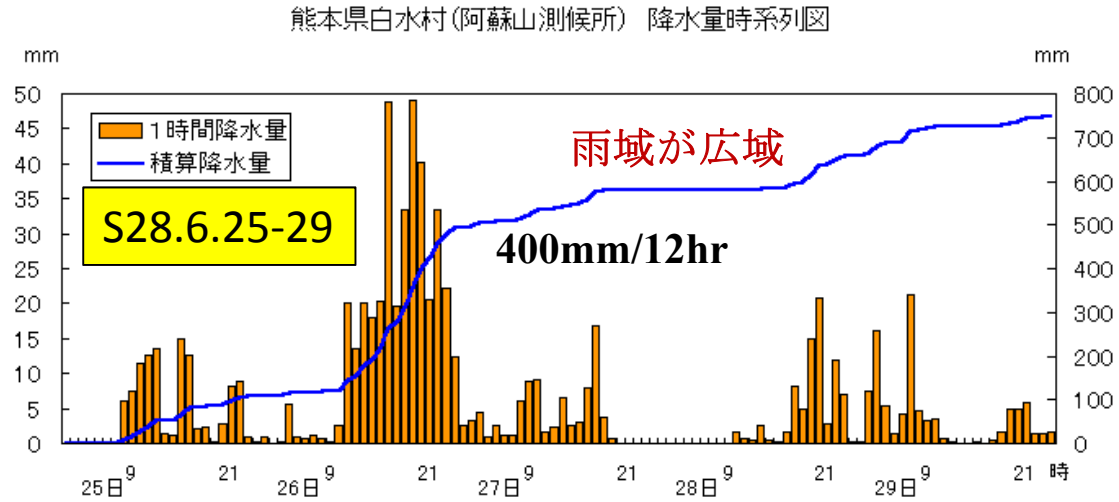
- 特徴6：多くのため池
  → ため池決壊で被害拡大がクローズアップ
  → 一方で、決壊せずに、むしろ、流木・土砂を受け止めて被害防止に貢献したものもあり
- 特徴7：砂防ダム
  → 土砂のみではなく、流木を受け止めたものもあり
- 特徴8：貯水ダム
  → ダムの働きも重要、洪水・土砂・流木の3要素をコントロール
  → 寺内ダムは絶大な働き，ダム無しで下流大氾濫

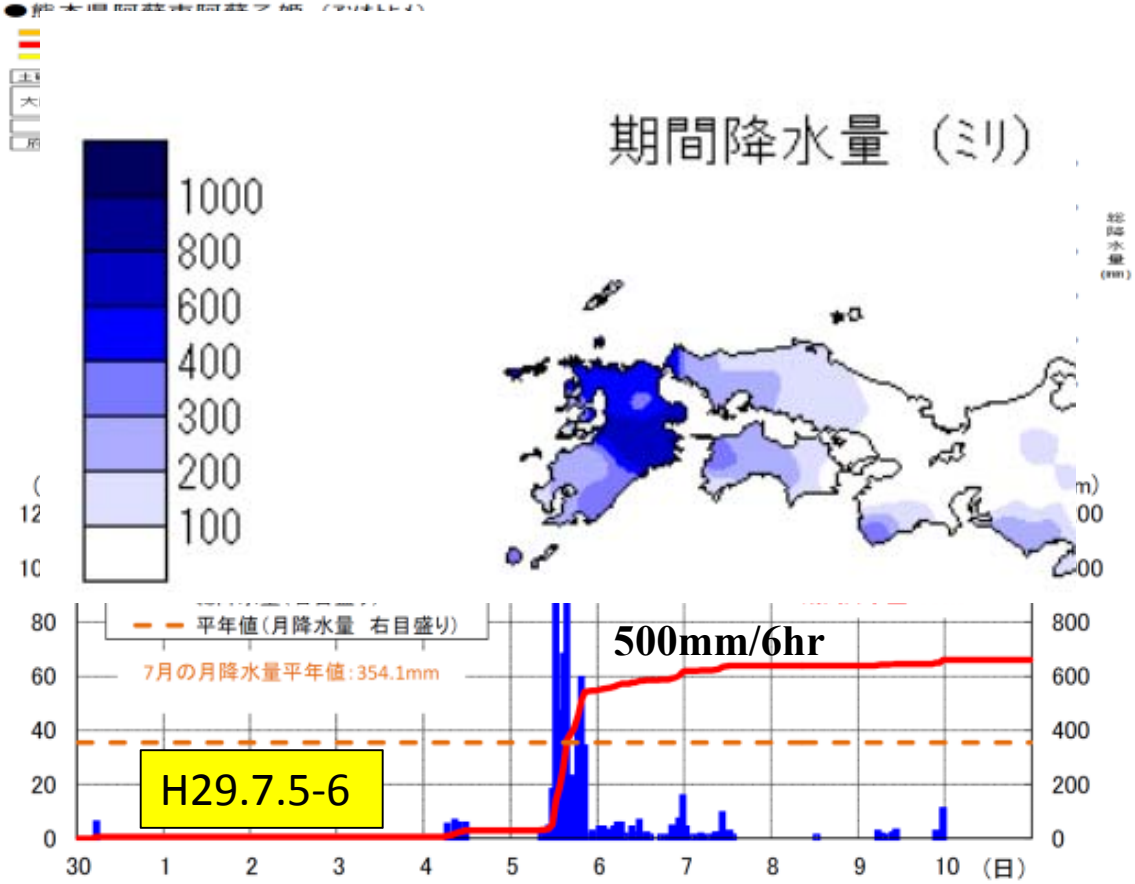
＜大洪水時のダムの役割＞

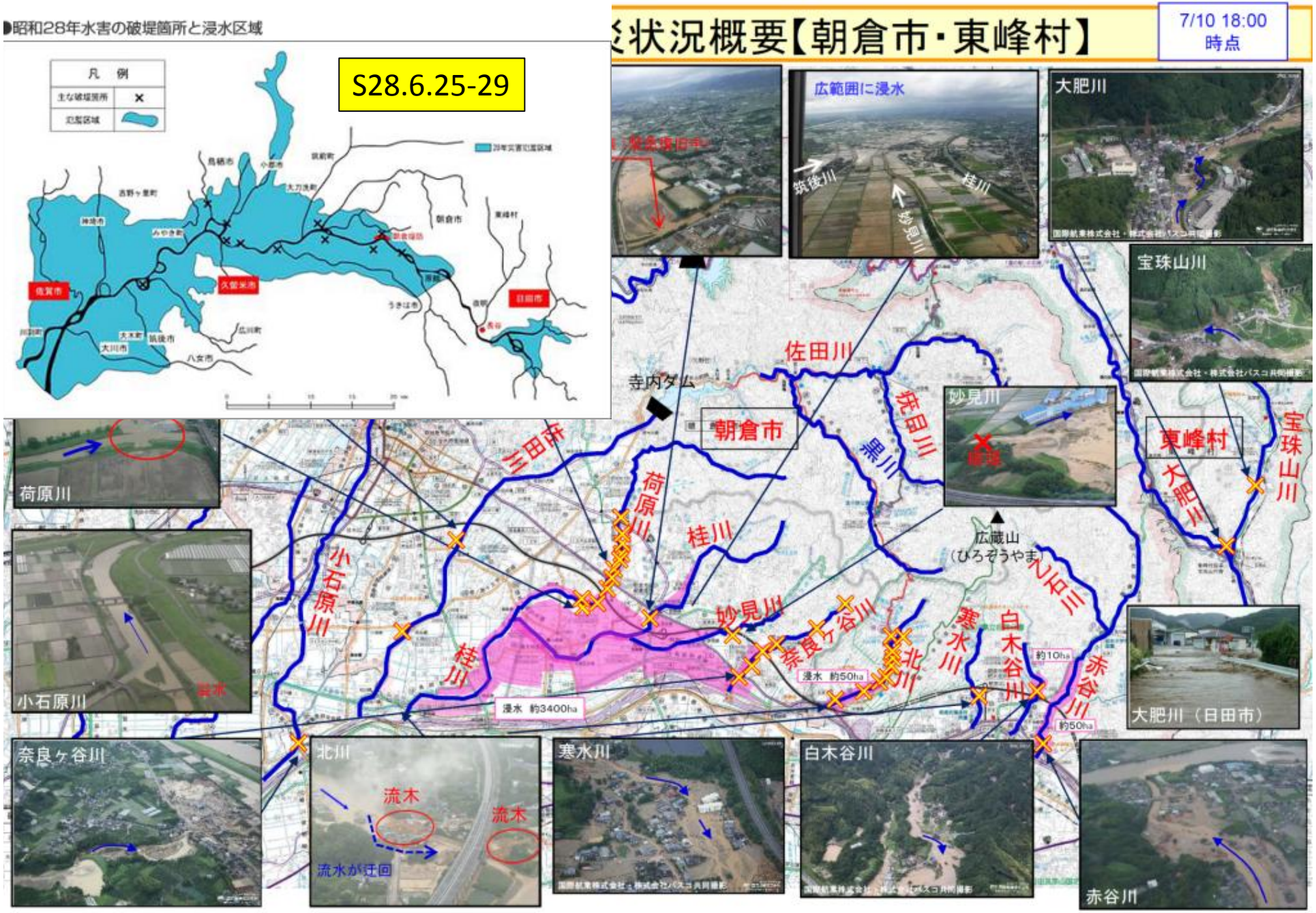
→ 洪水流下を遅らせる（避難時間を確保）
→ 土砂を止める、流木を止める効果は重要
→ 鬼怒川の五十里ダム、京都水害時の日吉ダムなど、近年、同様な事例が多い


期間降水量（ミリ）
1000
800
600
400
300
200
100
S28.6.25-29
H24.7.11-14
100
200
300
400
500
600
700
mm


H29.7.5-6
福岡県　朝倉市
朝倉　586.0mm
長崎県　壱岐市
芦辺　372.5mm
福岡県　田川郡添田町
英彦山　314.0mm
H24.7
佐賀県　杵島郡白石町
白石　354.0mm
大分県　日田市
日田　402.5mm
50
100
150
200
250
300
350
400


熊本県白水村（阿蘇山測候所）　降水量時系列図
mm
mm
1時間降水量
積算降水量
S28.6.25-29
雨域が広域
400mm/12hr
25日
26日
27日
28日
29日
時


期間降水量（ミリ）
1000
800
600
400
300
200
100
平年値（月降水量　右目盛り）
7月の月降水量平年値：354.1mm
500mm/6hr
H29.7.5-6
（日）



寺内ダム下流の佐田川はほとんど被害なし

出典：国土交通省

現地調査（１）

比良松中学校

堀川用水路（朝倉三連水車）

赤谷川

ため池で捕捉された流木（湖面で起立）

ダム湖で捕捉された流木（寺内ダム）

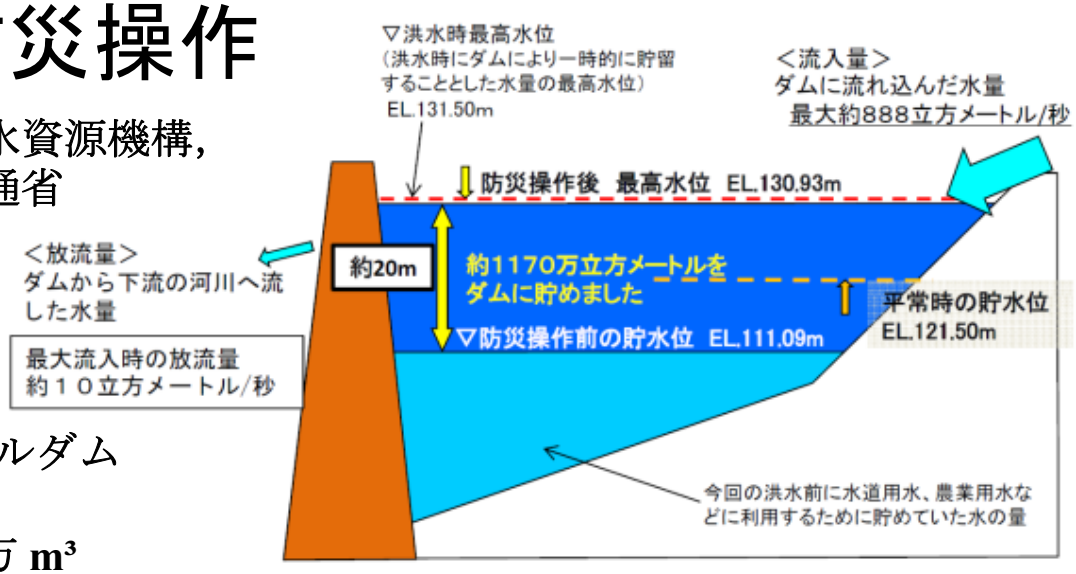
決壊した山の神ため池（奈良ヶ谷川）
（上：決壊前（Google Earthより），下：決壊後）

現地調査（３）

崩壊した堤体（粘土コア，セメントミルクの注入後を確認）

寺内ダム(1978)の防災操作

出典：水資源機構,
国土交通省

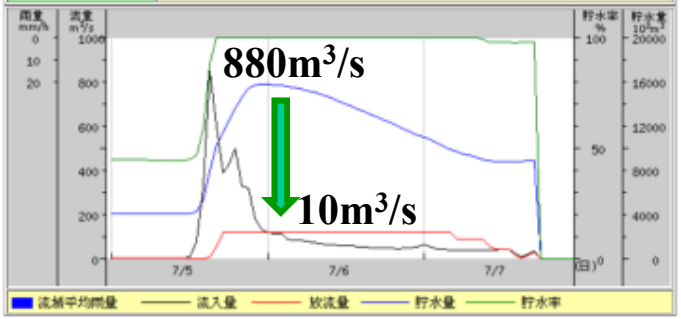


ダム型式：中央土質遮水壁型ロックフィルダム
堤高 **83.0 m**, 流域面積 **51.0 km²**
総貯水容量**18**百万**m³**, 有効貯水容量**16**百万 **m³**
目的：洪水調節・不特定利水・　上水道・かんがい

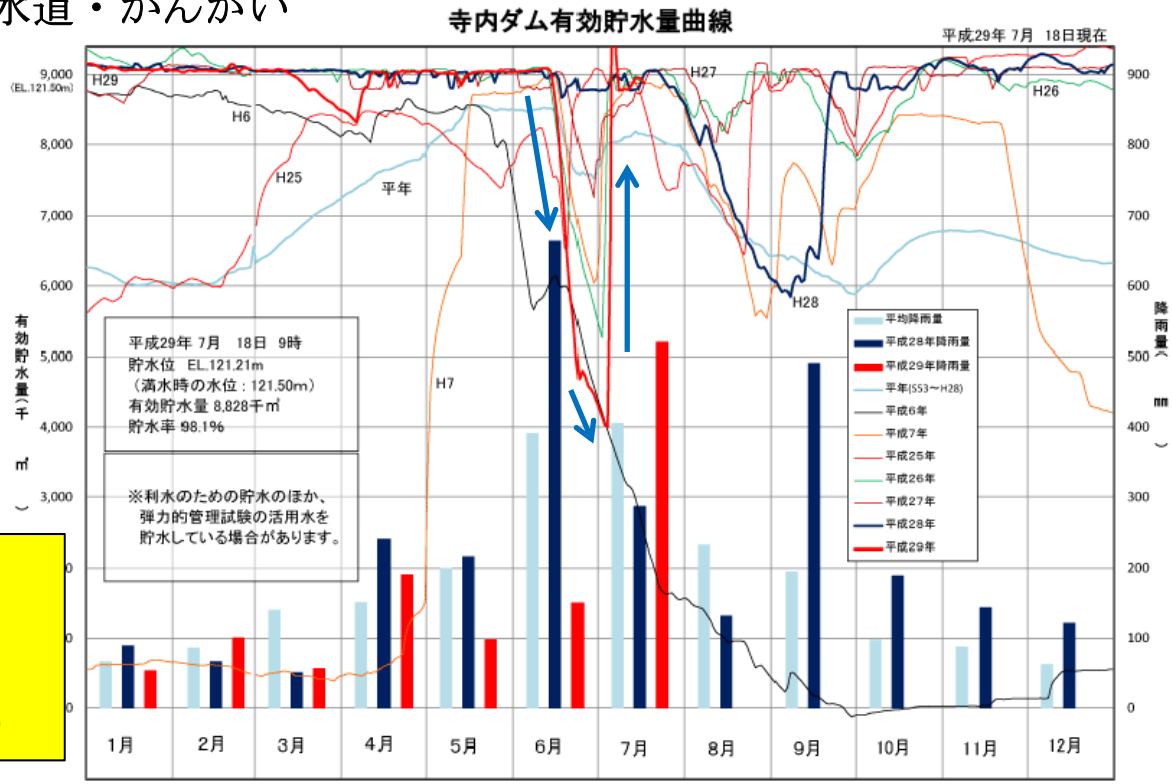
ダム諸量時刻変化図

観測所記号	観測所名	水系名	河川名
1368090600030	寺内ダム	筑後川	佐田川

抽出期間　2017年7月5日～2017年7月7日



Water Information System By MLIT 2002



ポイント：平成6年なみの渇水で、迎洪水位が低かった（利水容量の約50%）ために洪水を大きく貯留，貯留量（**11.70**百万**m³/51km²=229mm**）

【寺内ダムによる流木捕捉状況（H29.7.6 7:00頃）】

ポイント：寺内ダムには，洪水貯留に伴って，同時に大量の流木が流入し，ダム湖に捕捉された

平成２９年７月九州北部豪雨における寺内ダムの流木処理について

平成２９年７月九州北部豪雨に伴い、水資源機構が管理する寺内ダム（美奈宜湖）に大量の流木（約10,000㎥）が流れ込みました。
ダムの機能を適切に維持するため、流木処理に必要な進入路整備や搬出機材などの準備を整え、７月２８日（金）から本格的な流木処理（撤去）を開始しました。

独立行政法人 水資源機構

平成２９年７月２８日

独立行政法人水資源機構　筑後川局

水機構の記者発表

課題：①今回の流木流入量の評価（既往事例との比較，危機管理対策）
②どんな流木が，どこから生産されて，どこに捕捉されたか？
③洪水と同時に流木が下流河道に流れていた場合の被害拡大の推定

（既往研究）：平成25年（2013）台風18号時に桂川上流の日吉ダムに大量の流木が捕捉，
下流の洪水氾濫を大きく軽減　→　平成26年度拠点研究採択，水資源セミナーを開催

平成26年度　京都大学防災研究所水資源セミナー

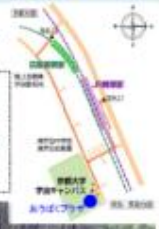
「流域一貫の総合流木管理」に向けて

Towards the basin and integrated management of woody debris

研究集会（参加無料）
日時　平成26年 10月3日（金）
10:30～18:10
会場　京都大学 宇治キャンパス
おうばくプラザ「きはだホール」
意見交換会（会費￥4,000）18:30～
「Café/Restaurant きはだ」

参加ご希望の方は 9/22（月）までに
①氏名 ②所属 ③連絡先メール
④研究集会と意見交換会の参加有無
を下記にご連絡ください。
京大防災研　小林
kobayashi.sohei.8u@kyoto-u.ac.jp
または0774-38-4336

京都大学
宇治キャンパス
へのアクセス



プログラム　司会：田中 茂信（京都大学 防災研究所）

10:00－10:30　開場

10:30－10:45　開会・趣旨説明　角 哲也（京都大学 防災研究所）

10:45－12:15　ダムにおける流木流入・捕捉・流下の実態

1. 全国のダム貯水池への流木流入の実態と課題整理
　若林 伸幸（国土交通省 水管理・国土保全局）
2. 流水型ダムにおける流木閉塞対策
　櫻井 寿之（国土交通省 国土技術政策総合研究所）
3. 黒部川ダム連携排砂と流木の実態
　石川　伸（国土交通省 北陸地方整備局黒部河川事務所）

13:15－14:15　河道における流木の流下・堆積過程と災害リスク

4. 九州北部豪雨での流木災害と流域内の流木リスク評価の試み
　矢野 真一郎（九州大学 工学研究院）
5. スイス・チューリヒの治水安全度向上のための流木捕捉対策
　Retention of floating debris to improve flood safety
　Volker Weitbrecht（スイス連邦工科大学 チューリヒ校）

14:30－16:30　河道における流木の水理と生態的機能の評価

6. 大河川における流木捕捉と動態：現地観測と実験的検討から見えてきたもの
　Wood storage and dynamics in large rivers: results from field observations and flume experiments
　Walter Bertoldi（イタリア・トレント大学 工学部）
7. イタリア・タリアメント川における流木の動態と生態的機能
　竹門 康弘（京都大学 防災研究所）
8. 流木がもたらす生物の遺伝的多様性の評価
　渡辺 幸三（愛媛大学 工学部）
9. カリフォルニア・トリニティ川における河川地形および生息場再生のための流木管理
　Large woody debris management for geomorphic and habitat restoration in the Trinity River, California
　玉 基英（韓国・漢陽大学ソウル校）

16:40－18:10　総合討論

モデレータ：角 哲也
コメンテーター①：中村 太士（北海道大学 農学研究科）
　流域スケールにおける流木流出と河川生態系に与える影響
コメンテーター②：松浦 純生（京都大学 防災研究所）
　森林管理と流木発生の視点から
コメンテーター③：若林伸幸（国土交通省 水管理・国土保全局）
　河川管理の視点から

18:30－　意見交換会

主催：京都大学防災研究所水資源環境研究センター　京都大学防災研究所HP　http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/

福井豪雨(2004)時の足羽川からの流木流出：
全体の55%が河岸横侵食が原因と推定
（福井県 山間集落豪雨災害対策検討委員会報告書，2005.3）

開催趣旨

流木による災害については，これまでにも種々の対策がとられてきたが，近年，局地的な豪雨が増加傾向にあり，平成23年の台風12号に伴う紀伊半島を中心とする深層崩壊や那智川の土石流災害，平成24年の九州北部豪雨災害，そして平成25年の台風18号に伴う桂川災害や，台風26号による伊豆大島の土砂災害など，豪雨を起因とする流木災害が各地で数多く発生している．

これらの災害は，豪雨の増加に伴う上流域における深層崩壊や渓岸侵食等の増加が原因となっているものと見込まれており，下流域への重要な水源や洪水調節を行うダム貯水池に大量に流入し，流木の除去費用の増大やダム施設への悪影響等が問題となっている．一方で，ダムで捕捉される流木は，下流河川において橋梁に集積して洪水リスクを拡大させるリスクを未然に防止していることが指摘される（角，谷崎ら2007）．平成25年台風18号時の日吉ダムでは，13,500m³の流木がダムに捕捉されたと推定され，これが桂川下流の例えば嵐山（渡月橋）などの水害軽減にも大きな効果をもたらしたものと推定される．

ここで，ダムには洪水調節を行う多目的ダムや発電などの利水専用ダムなどさまざまな形態があり，洪水時のゲート操作，流木捕捉用の網場の設置の有無が大きく異なり，近年では，黒部川の連携排砂のような一時的な貯水位低下や，流水型ダムや排砂バイパスのような新たなダムの形態が存在し，これらが流木の捕捉や流出に与える影響については新たな研究課題となっている．

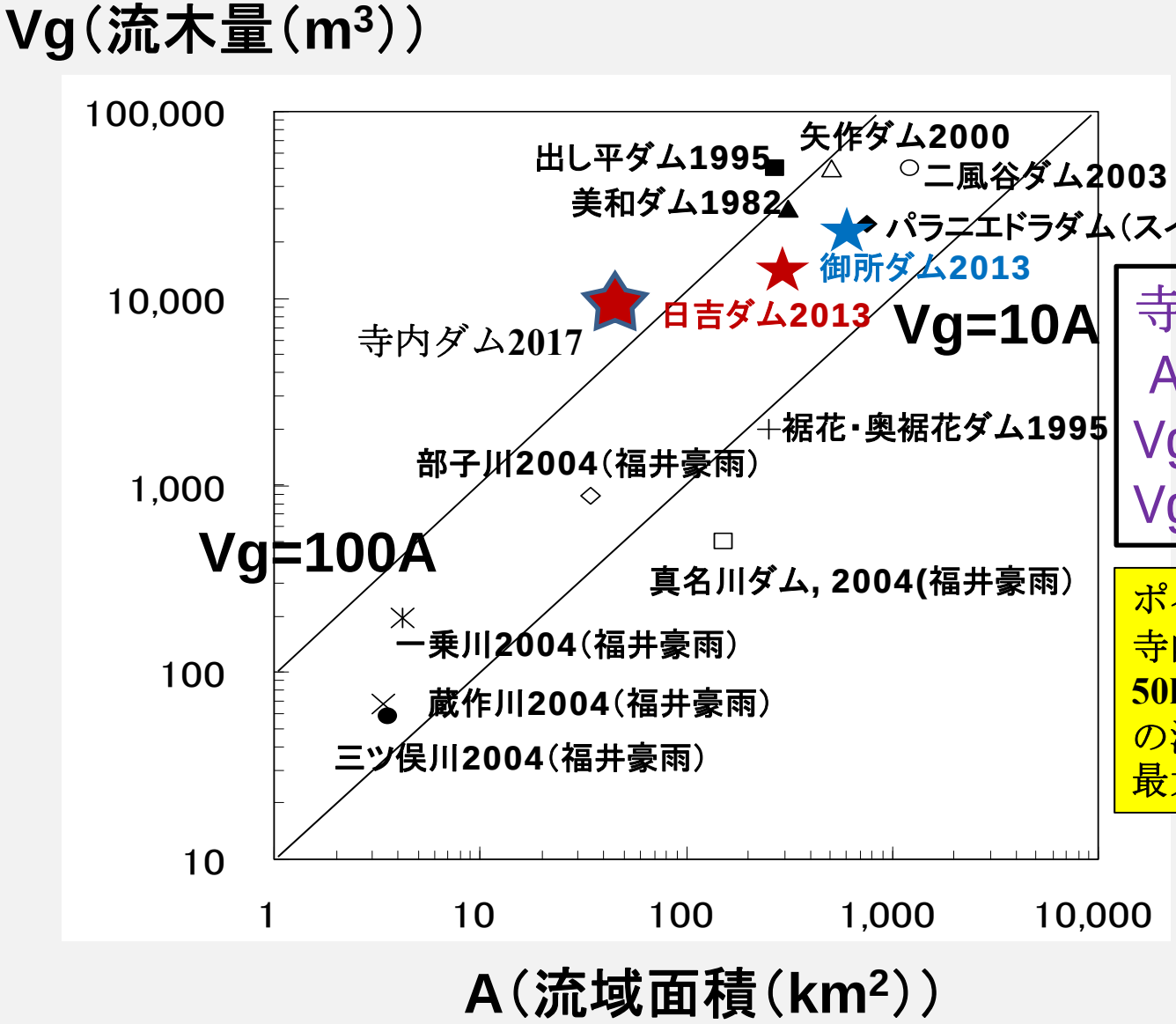
一方，全く違った観点からは，流木流出は流域から海域への炭素供給源として物質循環を担っている事実や，河道内に堆積した流木がさまざまハビタットを形成して生物多様性に貢献している事実など，生態系の面からの重要性を指摘する報告もある（Seo, Nakamuraら2012，寺田，竹門ら2013）．

以上のように，流木流出現象については，平成9年より本格化してきた「水系一貫の総合土砂管理」と同様に「水系一貫の総合流木管理」として体系化することが求められる時代と考えられる．そこで，本セミナーでは，流木の流出，災害リスク，生態機能，ダム管理，河道管理などの各観点から，現状の課題整理を行うとともに，学際的な議論と今後の総合管理に向けた方向性を明らかにすることを目的とする．

2013年台風18号時の日吉ダムに流入した流木（写真は日吉ダム貯水池内の世木ダム）

イタリア・タリアメント川における河道内の流木の堆積・流出と，たまりの形成）

流域面積と流木量の関係

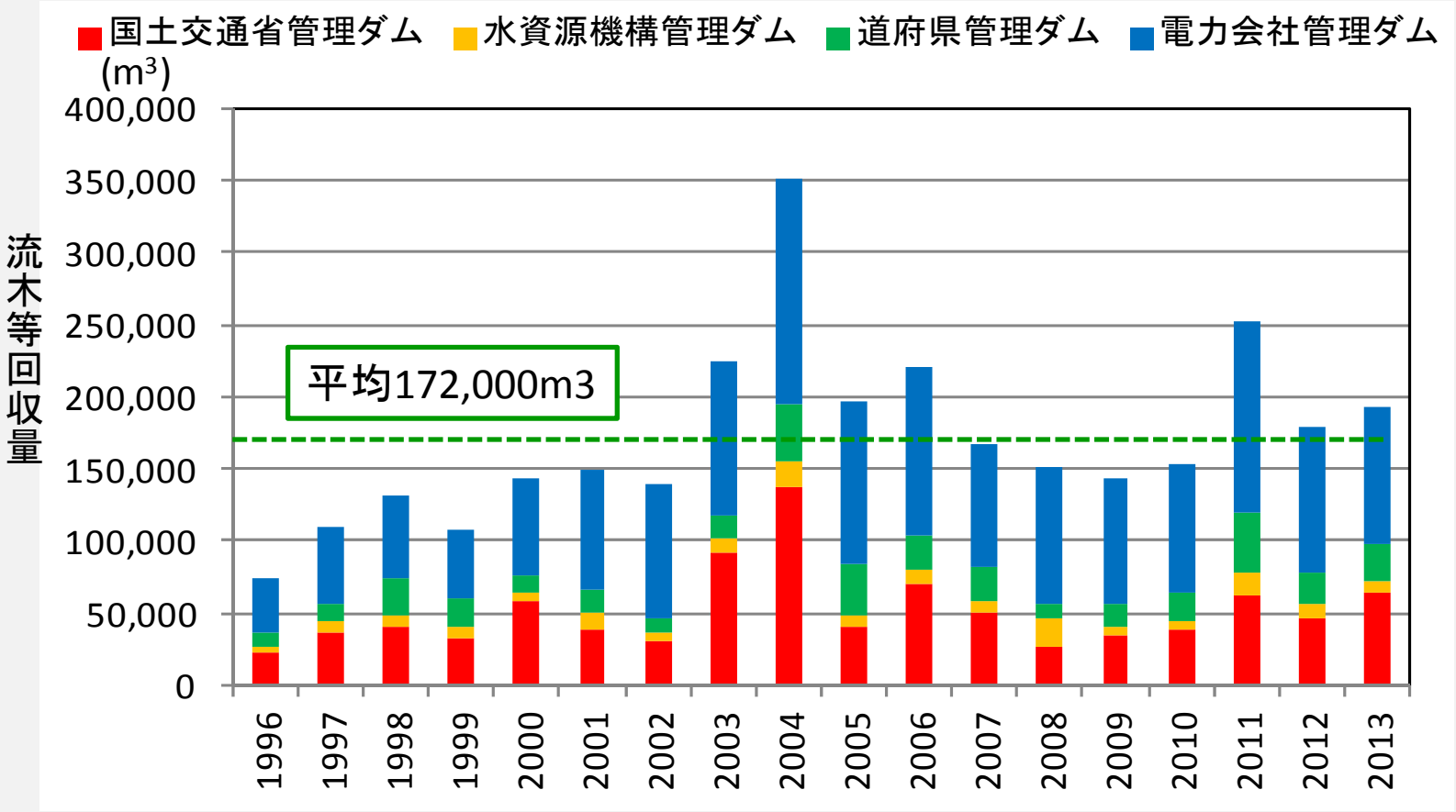


寺内ダム
A=51km²
Vg=10,000m³
Vg=200A

ポイント：
寺内ダムは，わずか50km²あまりで10,000m³の流木量であり，既往最大クラス

近年の年間流木流入量

出典:国土交通省

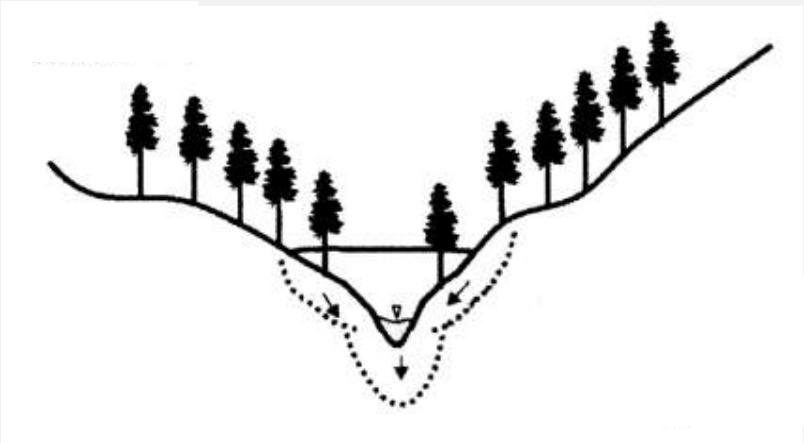


＜ダム数＞	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
合　計	387	403	448	470	614	712	734	899	912	941	942	969	986	995	985	997	1022	986

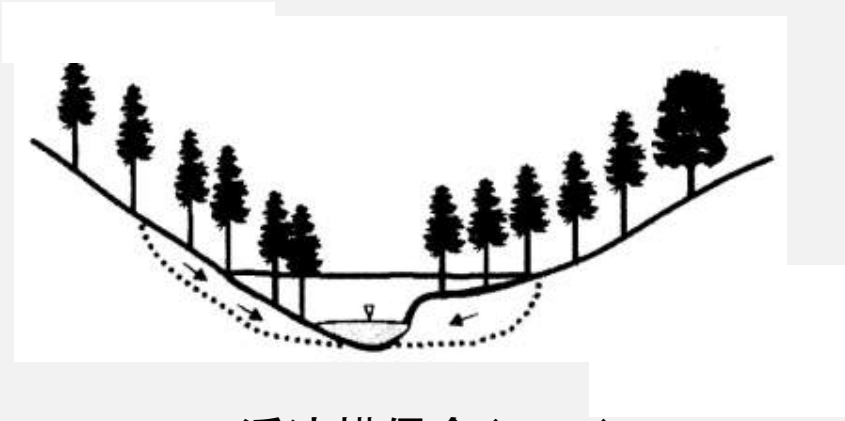
※流木等回収量は流木以外の塵芥を含んだ流木等の回収量のこと

流木発生原因と割合（足羽川2004）

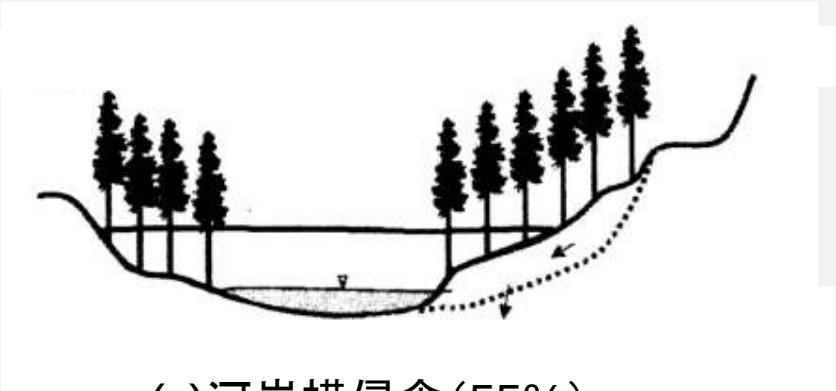
出典：福井県山間集落豪雨災害
対策検討委員会報告書



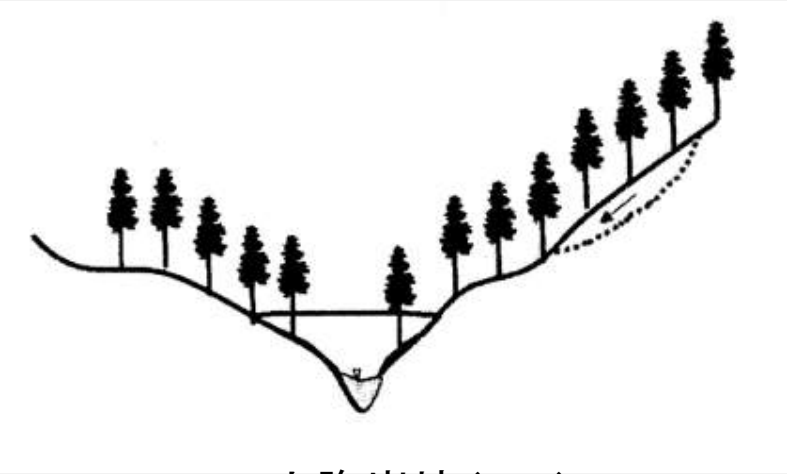
(a)渓流縦侵食（9%）



(b)渓流横侵食（32%）



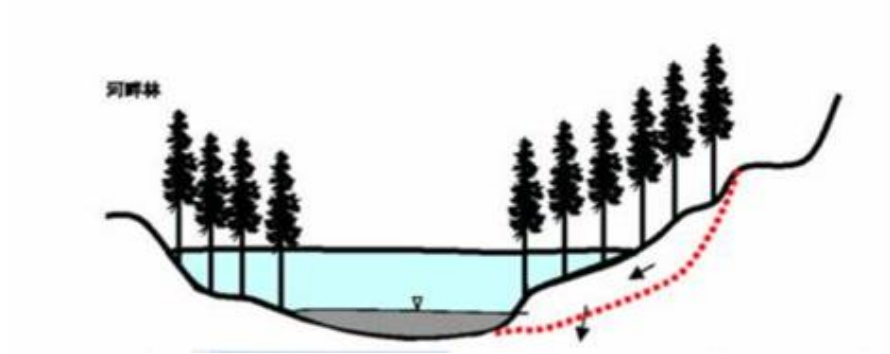
(c)河岸横侵食（55%）



(d)山腹崩壊（4%）

流木発生原因と割合（足羽川2004）

出展：福井県山間集落豪雨災害
対策検討委員会報告書



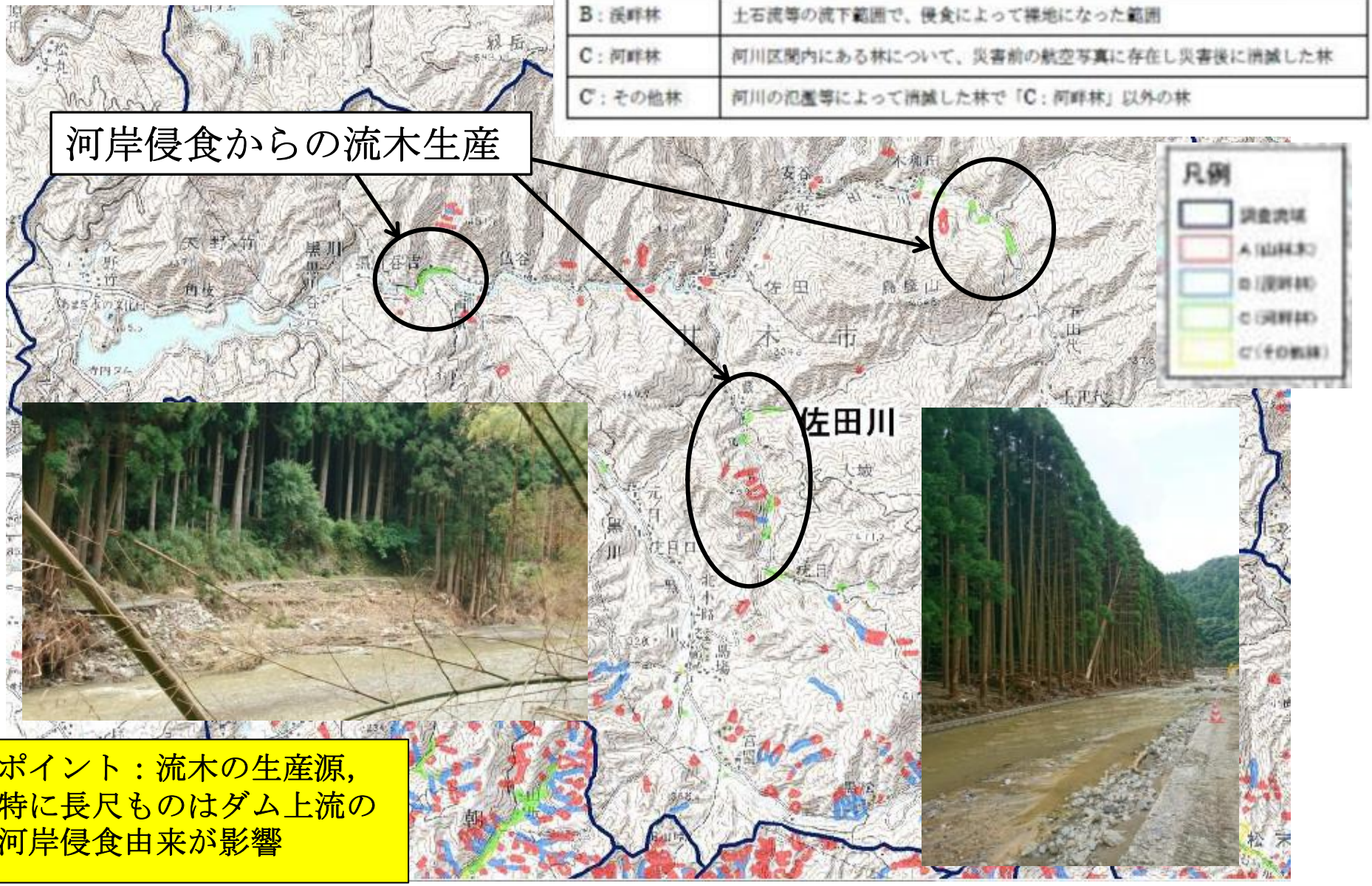
(c)河岸横侵食（55%）
Side bank erosion of river channel

寺内ダムへの流木発生源

出典：国土交通省

流木発生域の分類

分類	判読基準
A：山林	山腹の崩壊地。災害前の航空写真等で伐採されていた範囲は除外する。
B：渓畔林	土石流等の流下範囲で、侵食によって裸地になった範囲
C：河畔林	河川区間内にある林について、災害前の航空写真に存在し災害後に消滅した林
C'：その他林	河川の氾濫等によって消滅した林で「C：河畔林」以外の林



ポイント：流木の生産源，
特に長尺ものはダム上流の
河岸侵食由来が影響

寺内ダム上流の橋梁閉塞

寺内ダム湖に捕捉された流木の空間分布
（画像解析による流木量および流木サイズの特定）

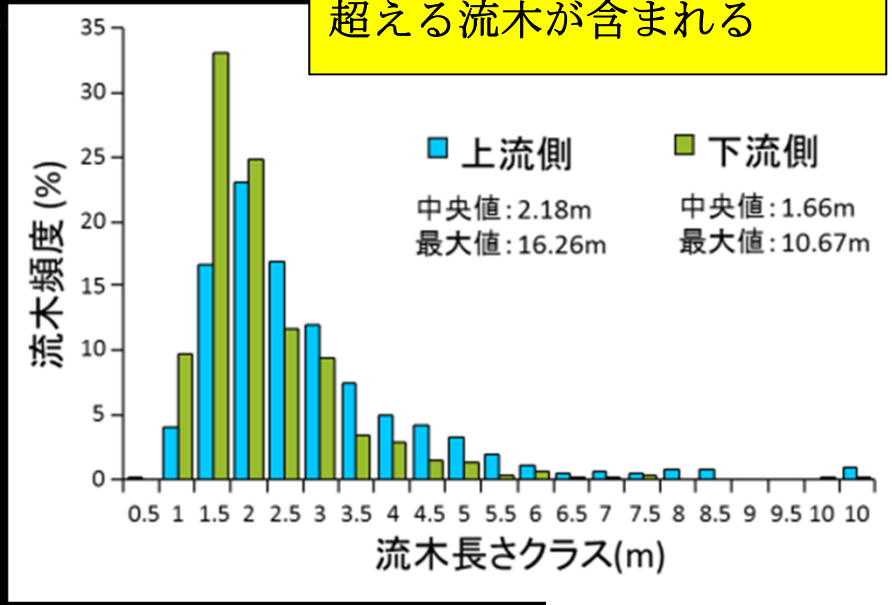
10m×10m

（研究手法）ドローン画像をもとに，貯水池をメッシュ化し、画像処理（Image J）により流木密度、流木サイズ分布を特定

ポイント：3-6m程度が中心
中には，10m以上，20mを超える流木が含まれる

寺内ダム

水域を除去

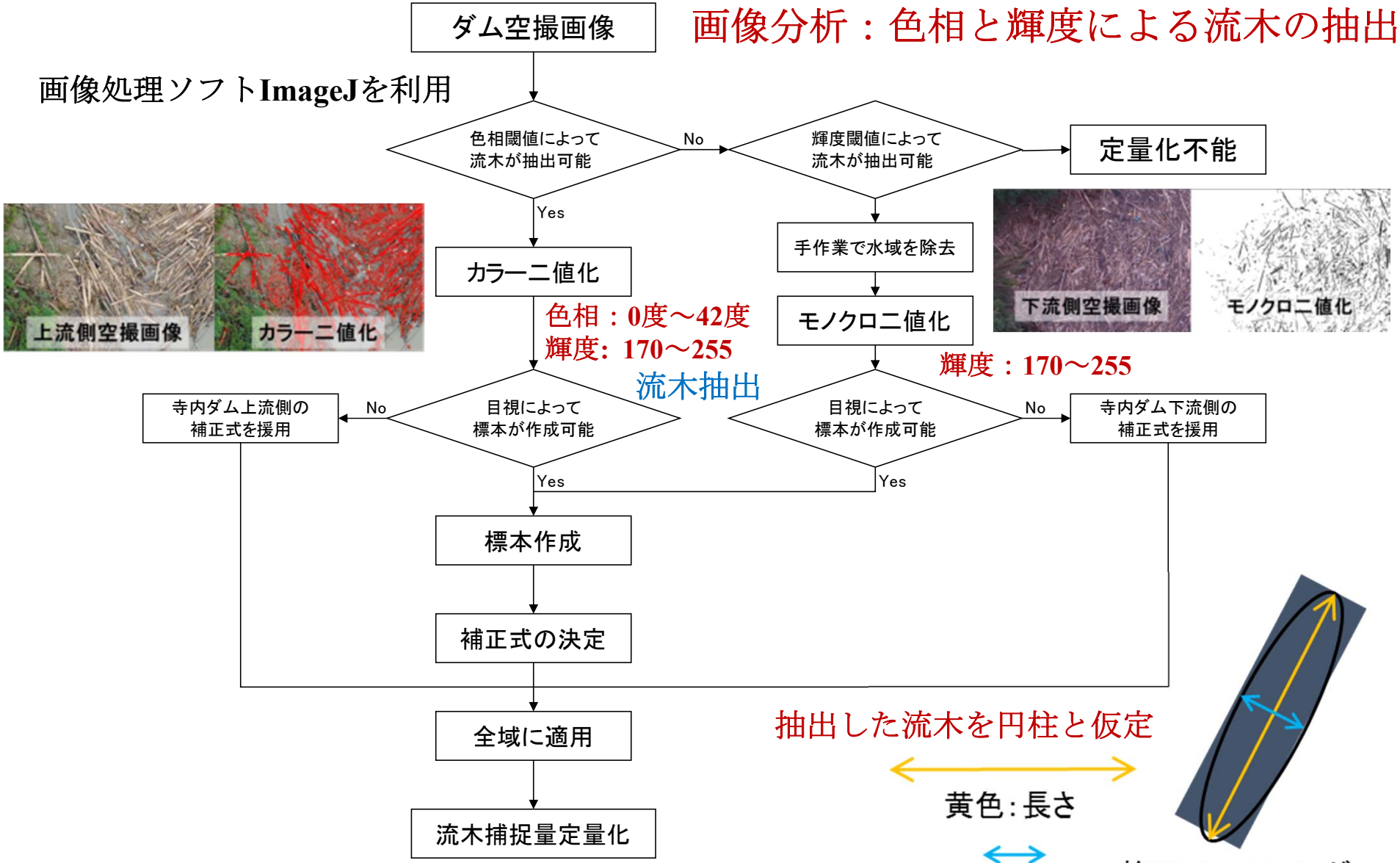


寺内ダムの流木集積状況

流木量推定手法フローチャート

画像分析：色相と輝度による流木の抽出

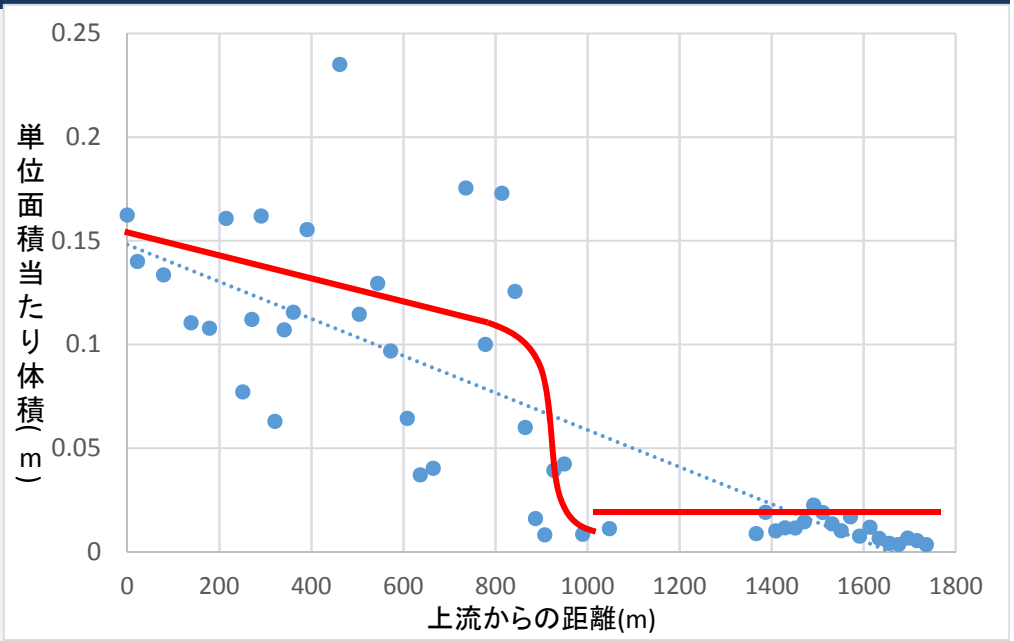
画像処理ソフトImageJを利用

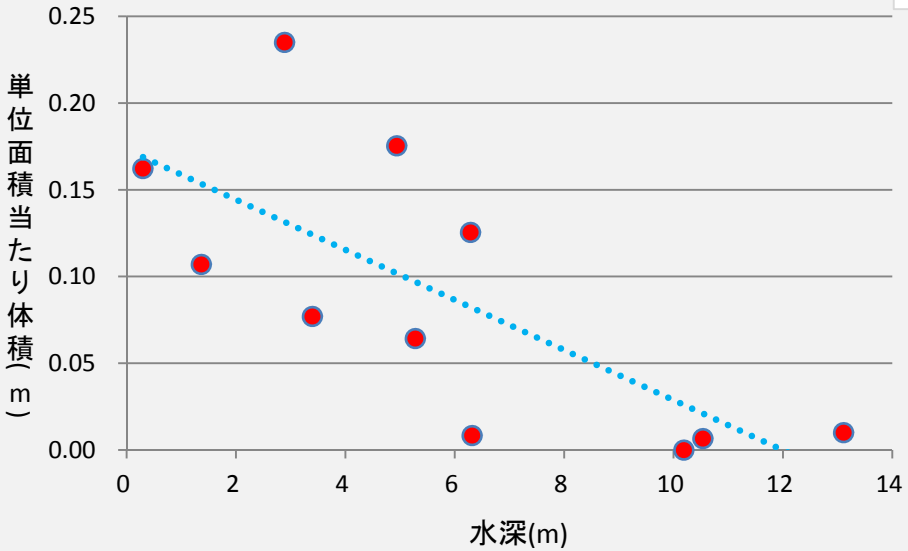


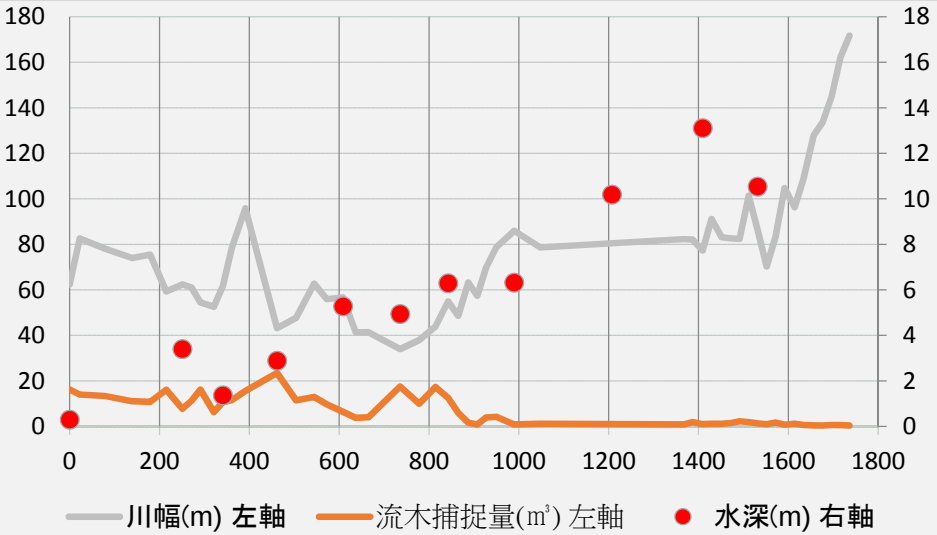
結果と考察：流木密度の縦断分布

- 上流から下流に向かって流木捕捉量が減少傾向
- 水深・川幅が小さいエリアの流木捕捉量が大きい

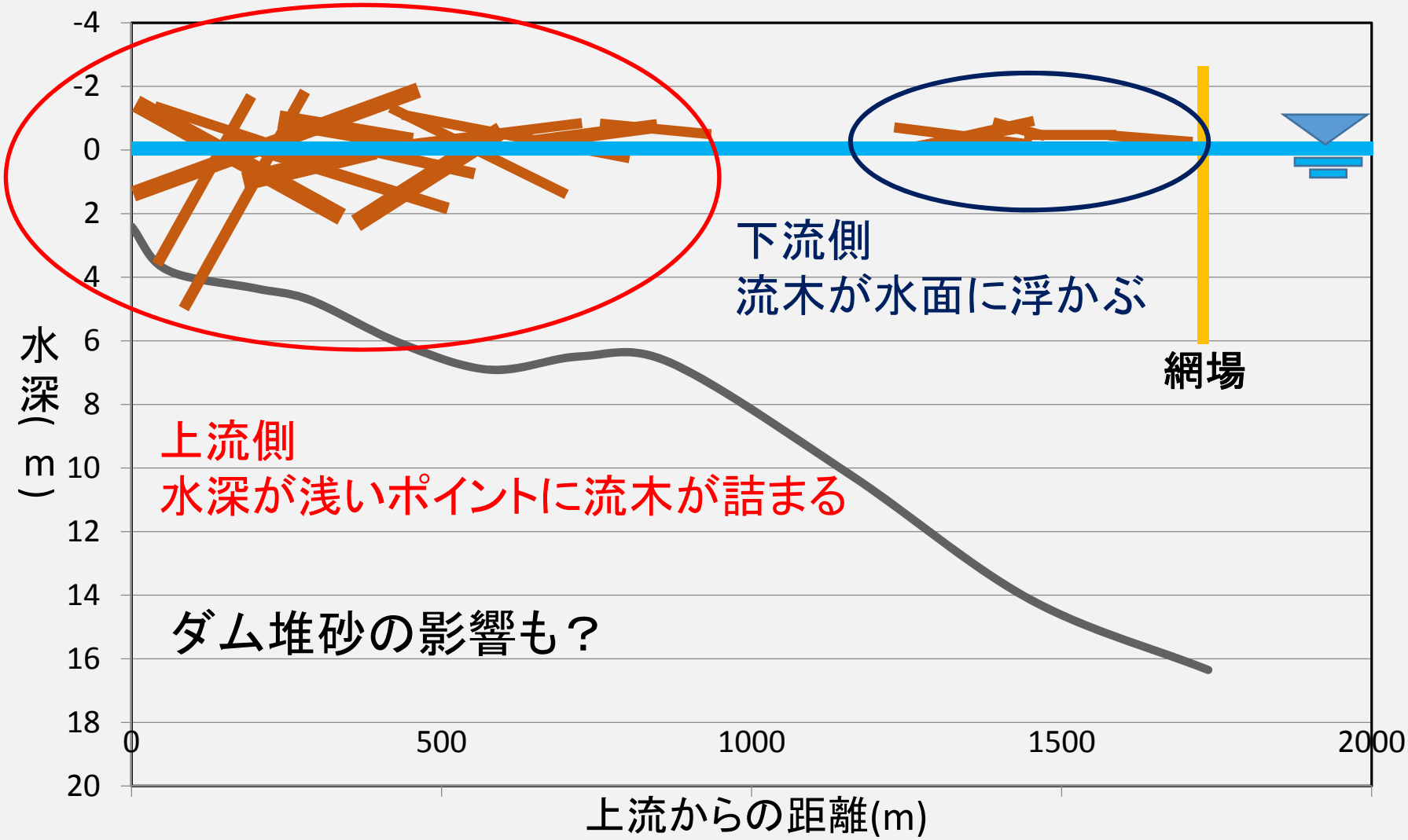
→上流側：ばらつきが大きい
下流側：ほぼ一定



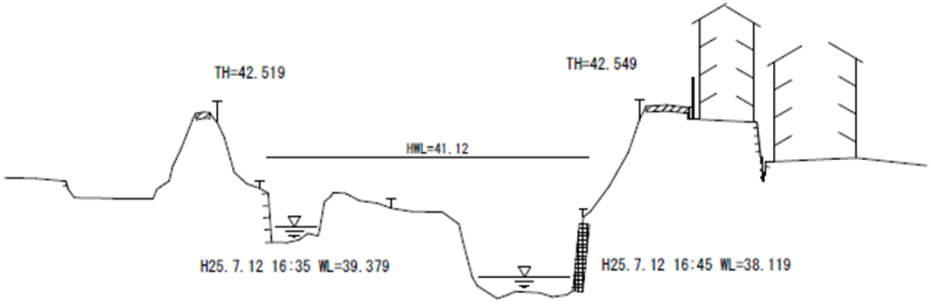




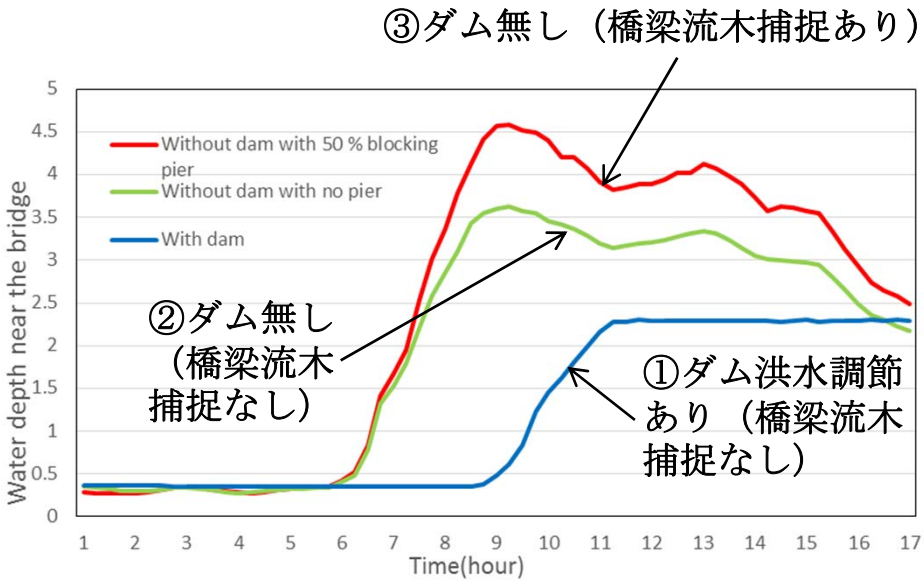
流木密度の縦断分布


-4
-2
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
水深（m）
0
500
1000
1500
2000
上流からの距離(m)
下流側
流木が水面に浮かぶ
網場
上流側
水深が浅いポイントに流木が詰まる
ダム堆砂の影響も？

寺内ダムの防災操作による下流被害軽減効果



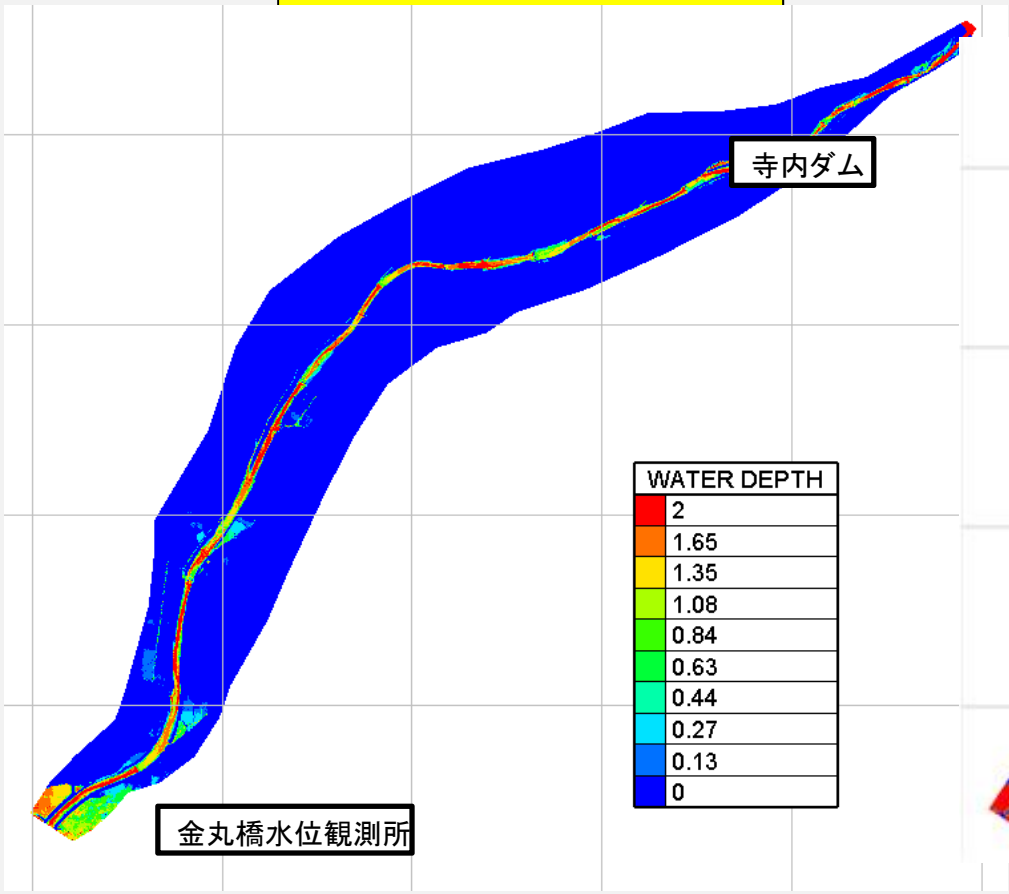
ポイント：
下流の橋梁に流木が閉塞された場合を
想定して橋梁直上流の水深を比較検討
　①ダム洪水調節あり（橋梁流木捕捉なし）
　②ダム無し（橋梁流木捕捉なし）
　③ダム無し（橋梁流木捕捉あり）



TELEMAC-2D (by EDF) モデルによる計算結果

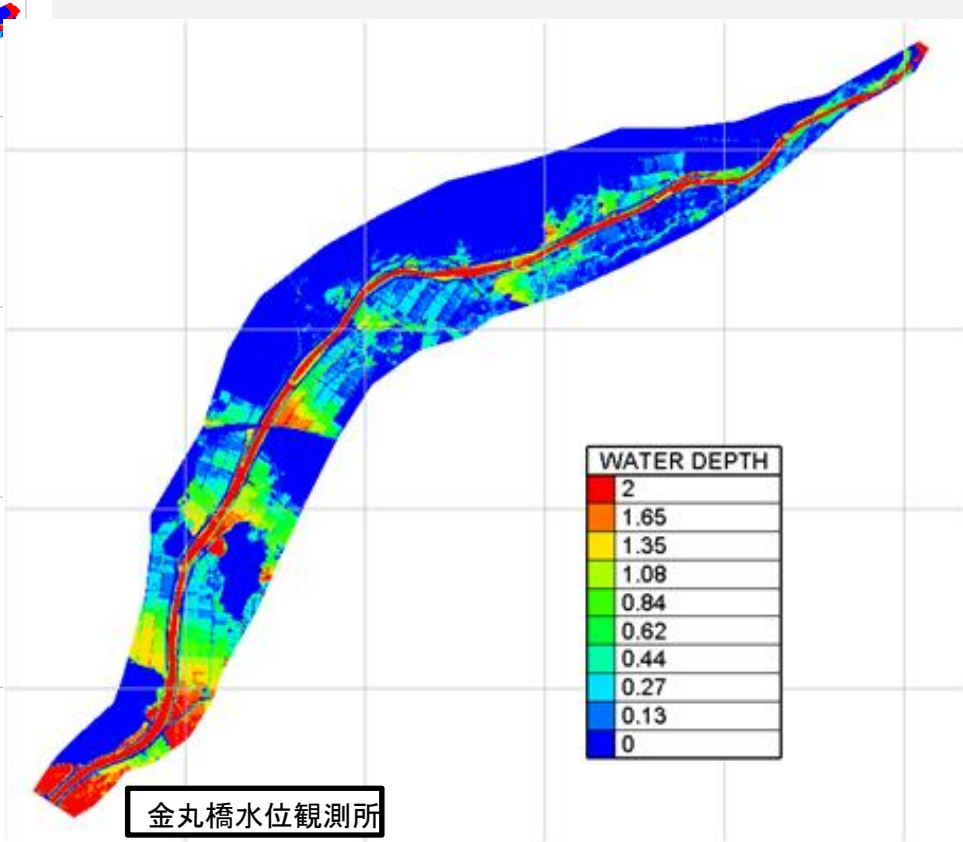
結果と考察：氾濫解析

①ダム洪水調節あり
（橋梁流木捕捉なし）



越流はなく被害は少ない

②ダム無し
（橋梁流木捕捉なし）

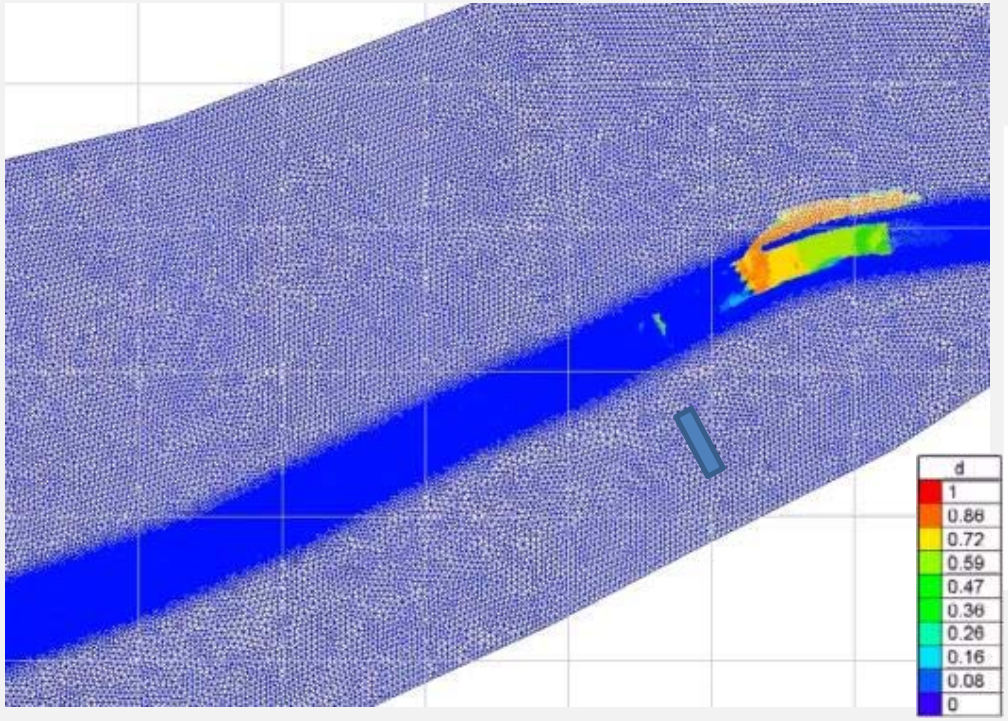


越流が起こり広範囲に被害

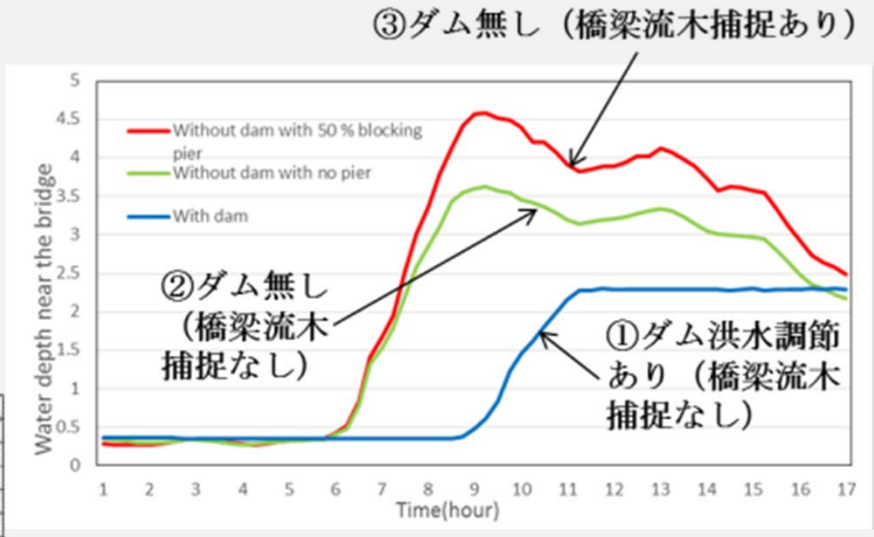
結果と考察：氾濫解析

③ダム無し（橋梁流木捕捉あり）

ダム無しにおける流木捕捉有無による橋脚付近の氾濫水深差分により評価



流木捕捉有無による橋脚付近の氾濫水深差分



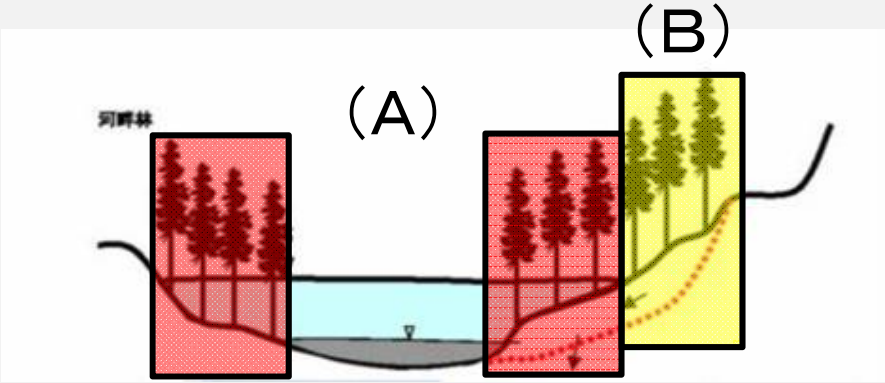
洪水制御と流木捕捉の両方を考慮したダム運用の効果が極めて大きかった

橋脚右岸側において越流が発生し被害を拡大させた

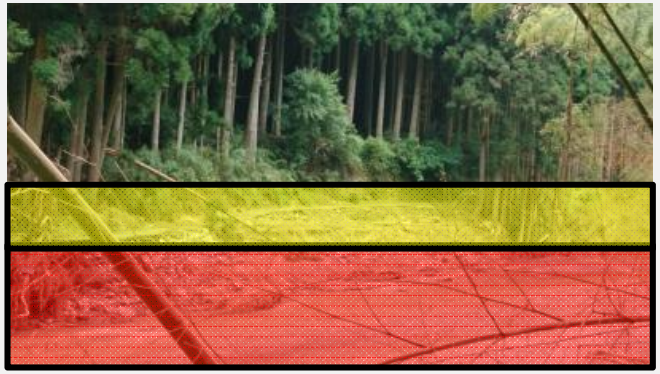
九州北部豪雨を踏まえた流木管理の方向性

- 超過洪水時にダム湖に流入する流木量の見積もりの重要性はますます増大
- 寺内ダムの流木量は既往最大クラス
- 長い流木は上流河道の河岸侵食（河畔林）により生産
- 洪水頻度が低い流域（河道）ほど、植林後の成長が見込まれ（低木段階で流木化しない）、洪水時に流木ポテンシャル（特に長い流木）が高まる
  - 福井豪雨（足羽川），京都・台風18号（日吉ダム）などでも経験
- 同時に、河川・ダム管理者および地域住民の危機意識も醸成されにくい
- ダムの有無にかかわらず、河岸から一定幅（超過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）の制度化が望まれる

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



九州北部豪雨災害のまとめ

1.（降水特性）全ての降雨継続時間で既往最大（特に朝倉で大）であり，近年の洪水未経験地での大災害（S28，H24九州北部豪雨とも相違）

2.（氾濫特性）河道内の土砂堆積により氾濫が助長され，氾濫域が拡大.

3.（ダムの効果）寺内ダムは，洪水を大きく調節し，下流の氾濫被害を大幅に軽減（直前に渇水であったために洪水調節容量がたまたま増大していた）

4.（流木の捕捉特性）ドローン画像を用いた貯水池における流木捕捉量の簡易推定手法を開発．流木は貯水池上流域に集中し、その中でも特に上流側に本数やサイズの大きい流木が多い.

5.（ダムの流木捕捉効果）今回の流木捕捉量は、流域面積を踏まえると既往最大レベル．ダムによる流木貯留効果がなかった場合、浸水域が拡大

6.（大量の流木発生）洪水頻度が低い流域（河道）ほど植林後の成長が見込まれ（低木段階で流木化しない），洪水時の流木ポテンシャル（特に長い流木）が増大.

（緊急提言）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

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），平成30年西日本水害）
  - 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
      （天ケ瀬ダム、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

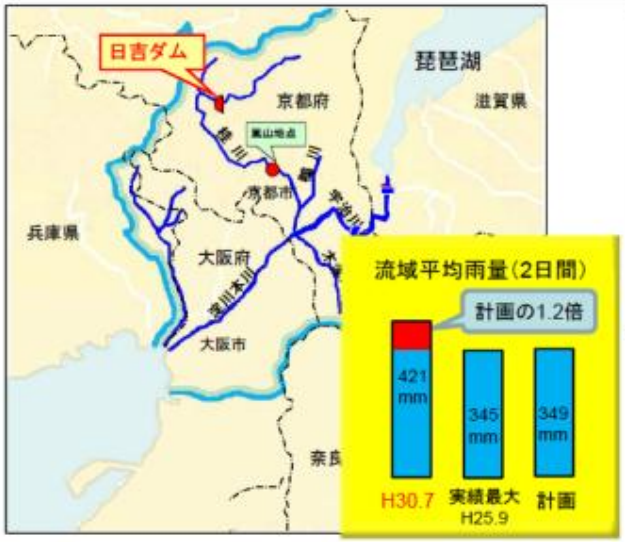
出典：水資源機構

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）

独立行政法人 水資源機構

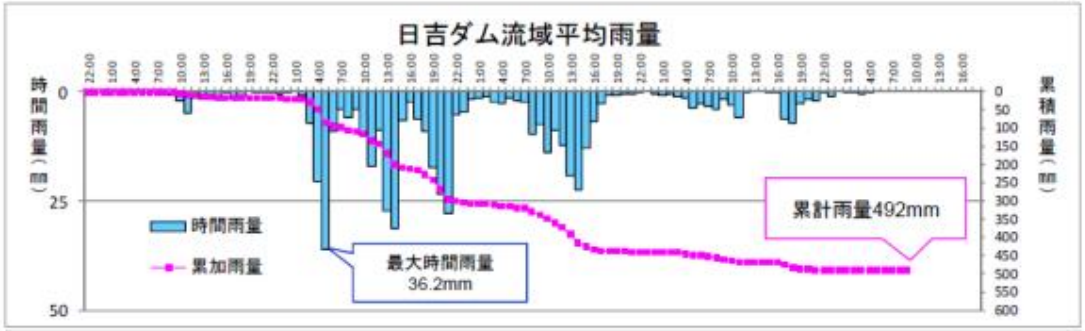
［速報版］

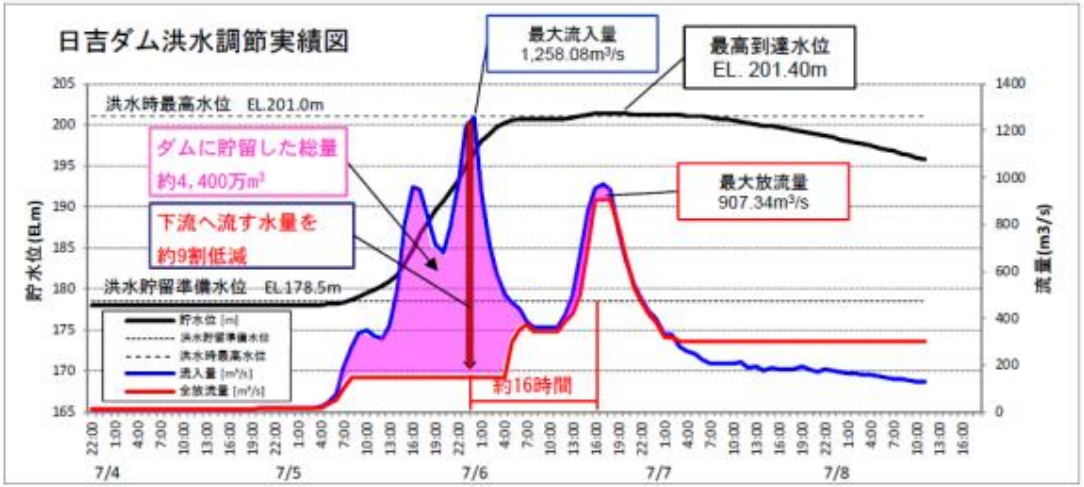
- 活発な梅雨前線の影響により、まとまった降雨が断続的に発生。日吉ダム流域における総雨量は492mm、最大2日雨量は421mm（7月5～6日）を記録し、ともに観測開始以来最大。特に最大2日雨量は、ダムの計画雨量349mmを超える豪雨。
- 洪水時最高水位を超える水位まで貯水池を活用して洪水調節を行い、総量約4,400万m³の洪水を貯留。ダムへの最大流入時に下流へ流す水量を約9割低減。
- これにより、ピーク流量の発生時刻を約16時間遅らせて避難時間等を確保するとともに、ダム下流河川の流量を低減させ浸水被害を軽減。



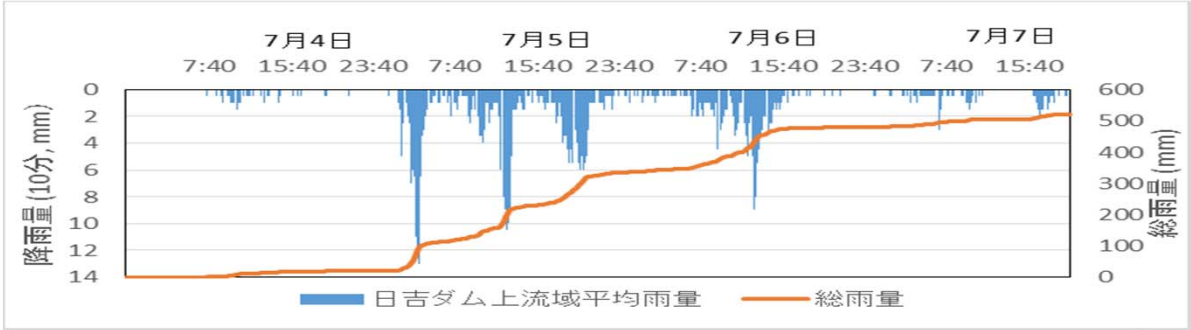
洪水貯留開始直後の貯水池の状況（7月5日8時頃）

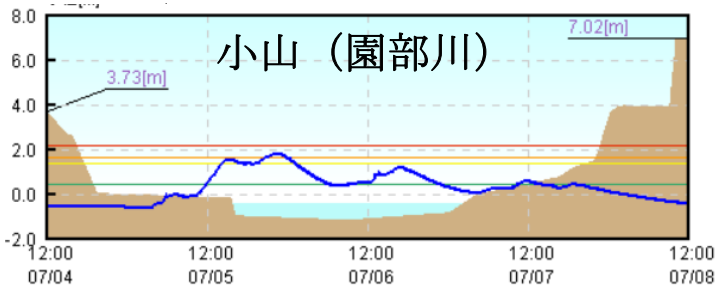
洪水時最高水位に近づく貯水池の状況（7月6日10時頃）

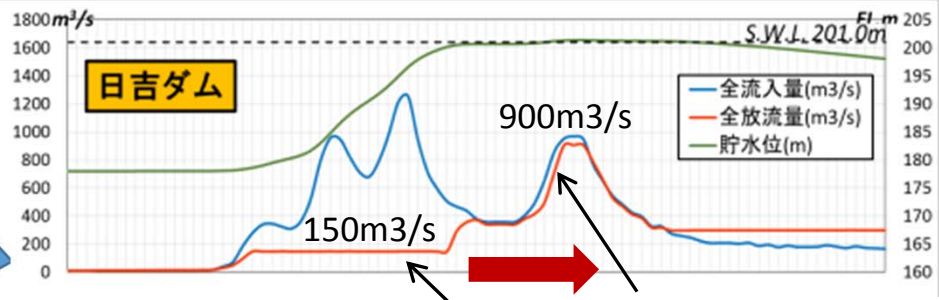




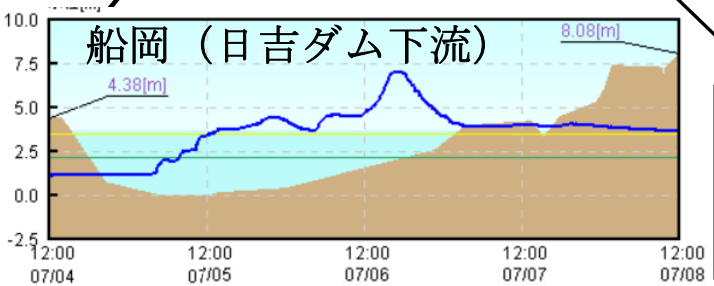
日吉ダムの効果
（支川合流との関係）







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）

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）

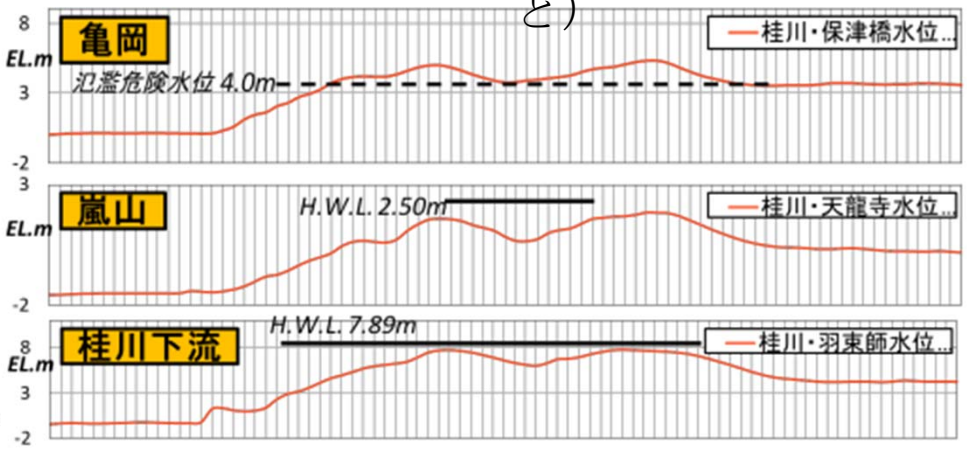
異常洪水時防災操作

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



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

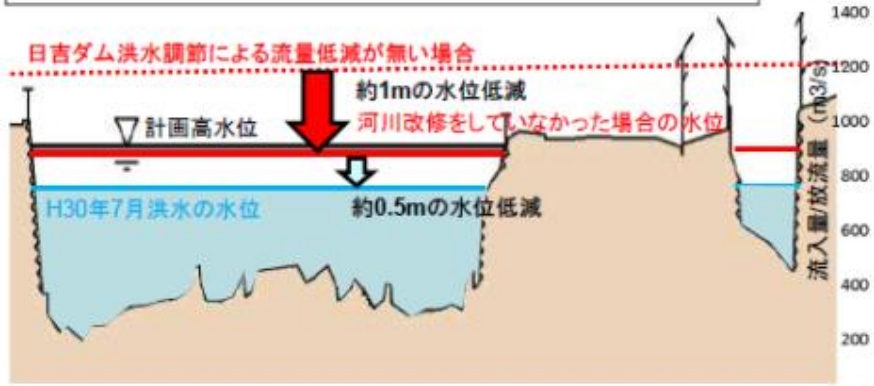
これまでの河川整備及び日吉ダムによる効果（桂川　嵐山地区）

国土交通省

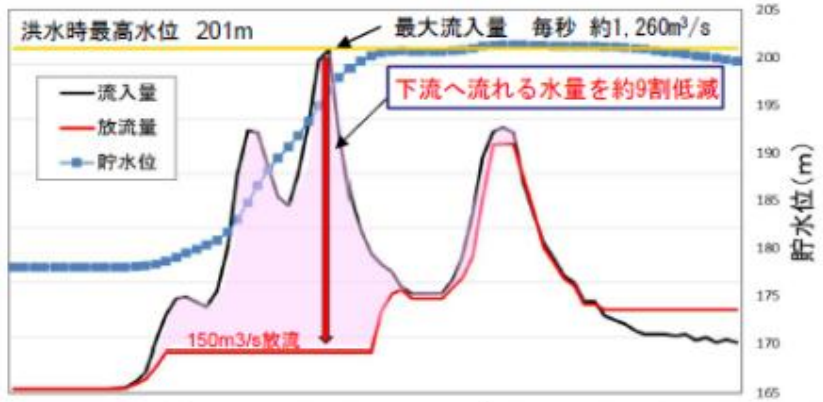
平成30年7月豪雨の概要＜第5報＞

○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



（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月豪雨の概要＜第5報＞

○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

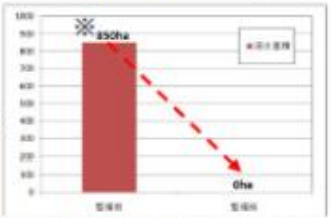
羽束師橋下流の掘削状況

羽束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

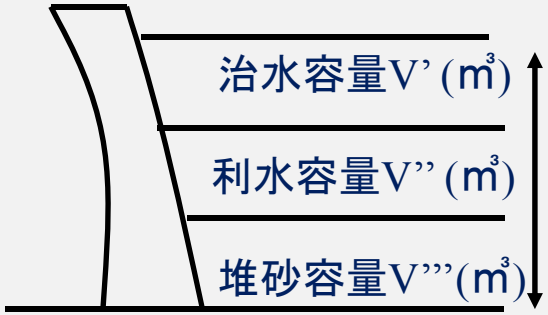


※計画高水位で堤防が決壊した場合の浸水被害を推定

※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。

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

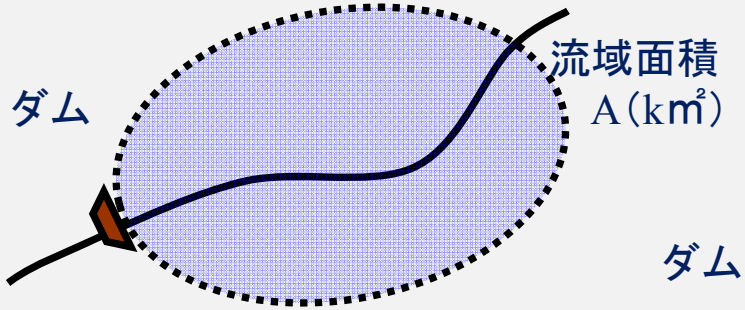
既設ダムは近年の増大する洪水災害に対応できるのか？



総貯水容量V
(m³)

総貯水容量を相当雨量に換算
＝V/A
治水容量を相当雨量に換算
＝V’/A

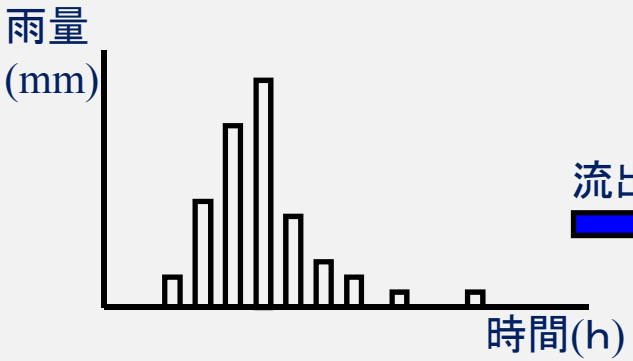
相当雨量(mm) ＝ダムの洪水調節容量（V’：m³）を流域面積（A：km²）で割って、調節可能な雨量（mm）に換算したもの（ダムの洪水調節能力の目安）



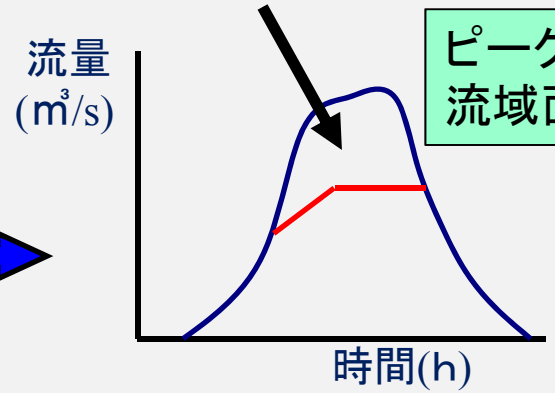
治水容量

比較

ダムによりカットされた総流量



流出



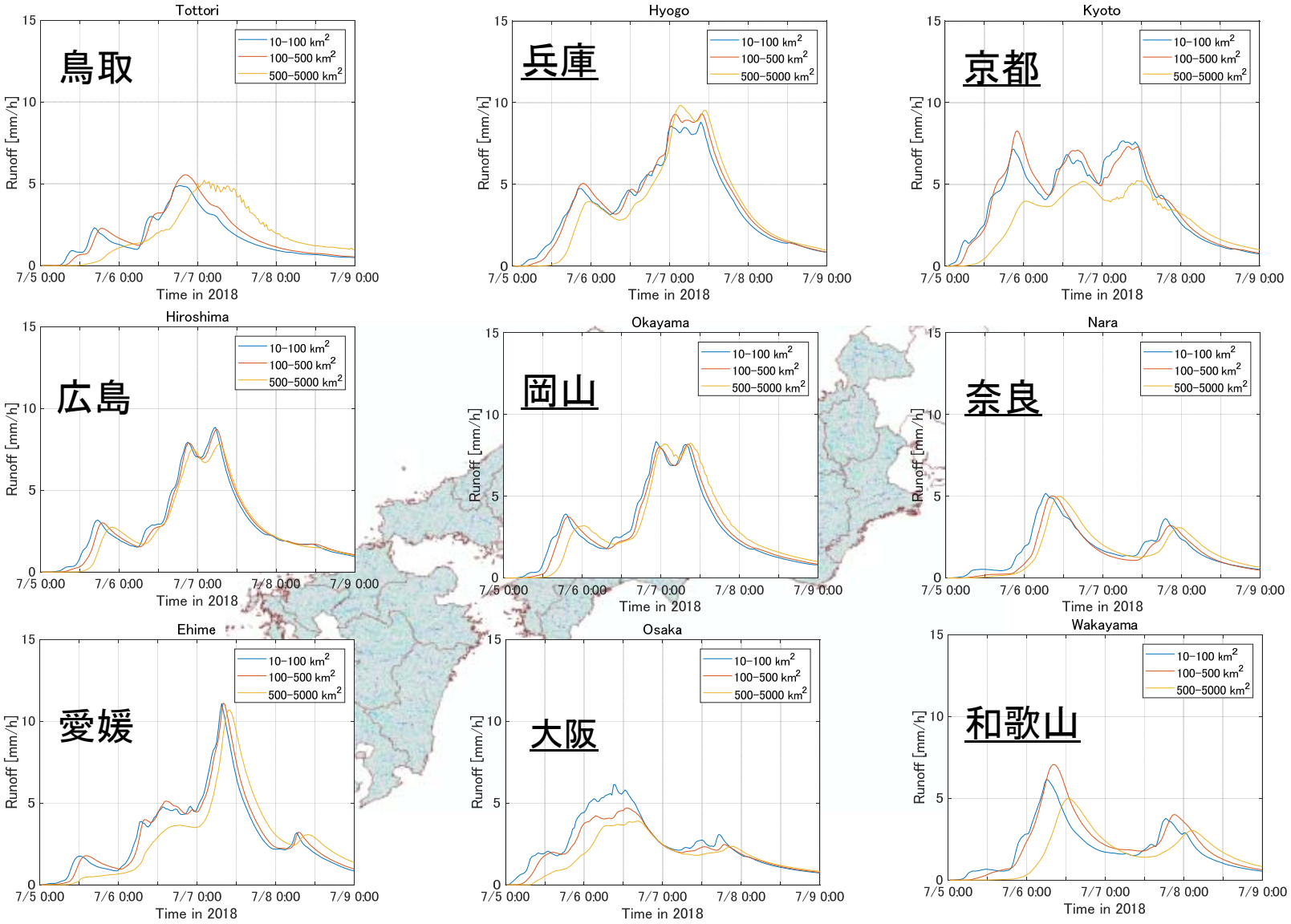
ピーク流量Q_p(m³/s)
流域面積当たり比流量：Q_p/A

ダムへの流入量

ダムからの放流量

流域面積毎の平均比流量（= 流量 / 流域面積）

（佐山敬洋）



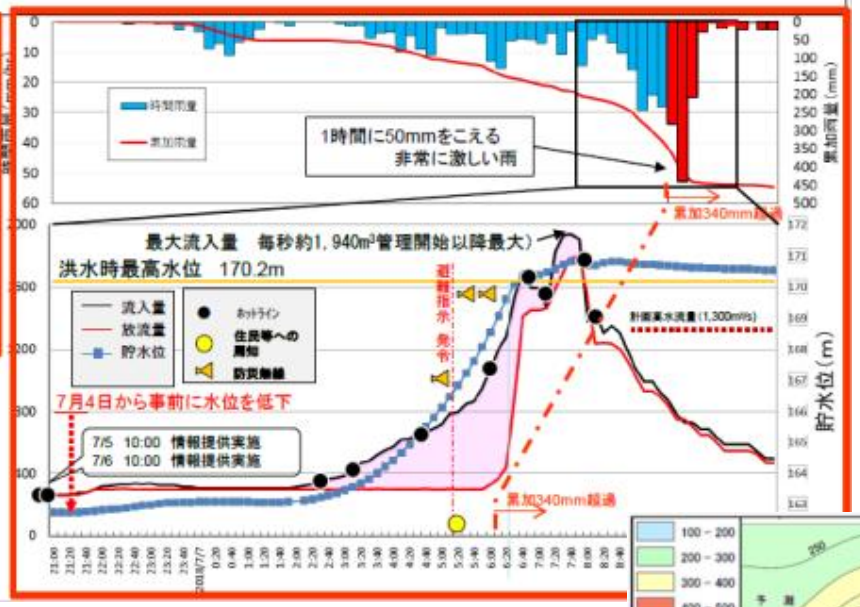
愛媛，次に兵庫，さらに京都，広島，岡山の順で比流量が大きい

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。



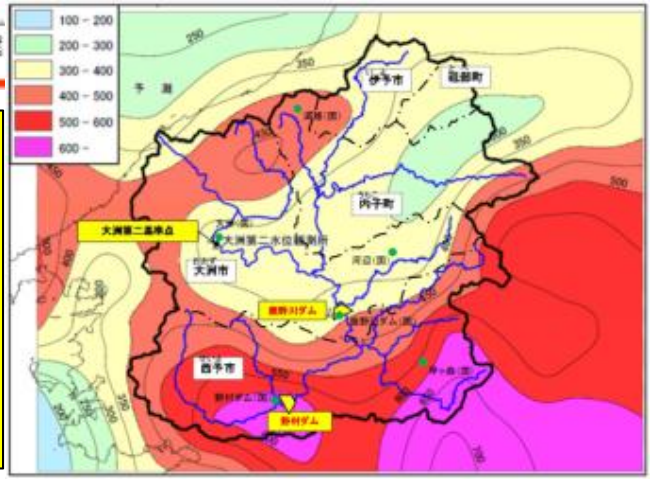
降雨パターンが非常に厳しい（後期集中型，雨域が南西から北東（流域の下流方向）に移動（洪水波が重なる）

- 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

（350万m^3 ＋ 250万m^3=600万m^3）／168km^2
洪水調節容量　事前放流量

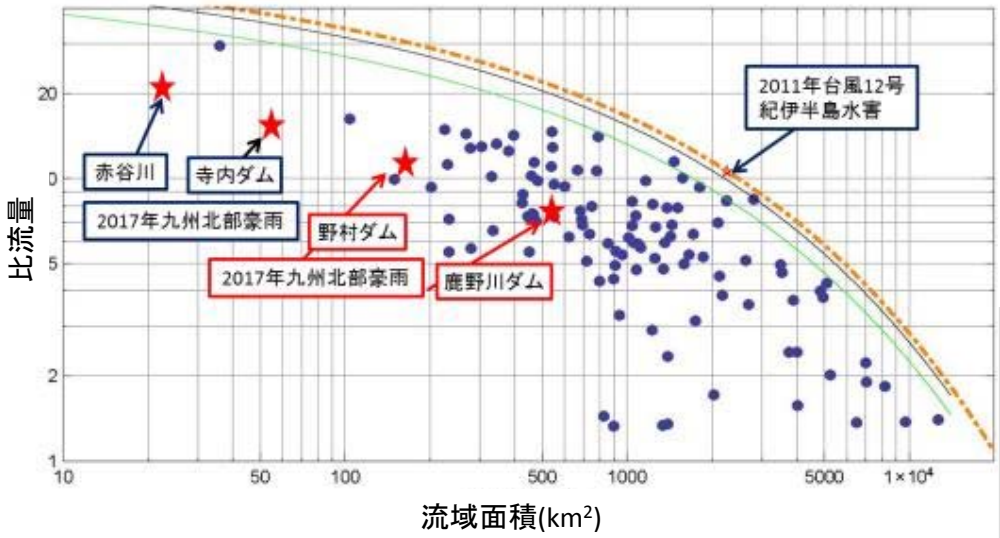
= 相当雨量(mm)　36mm
vs.　実績総雨量531mm

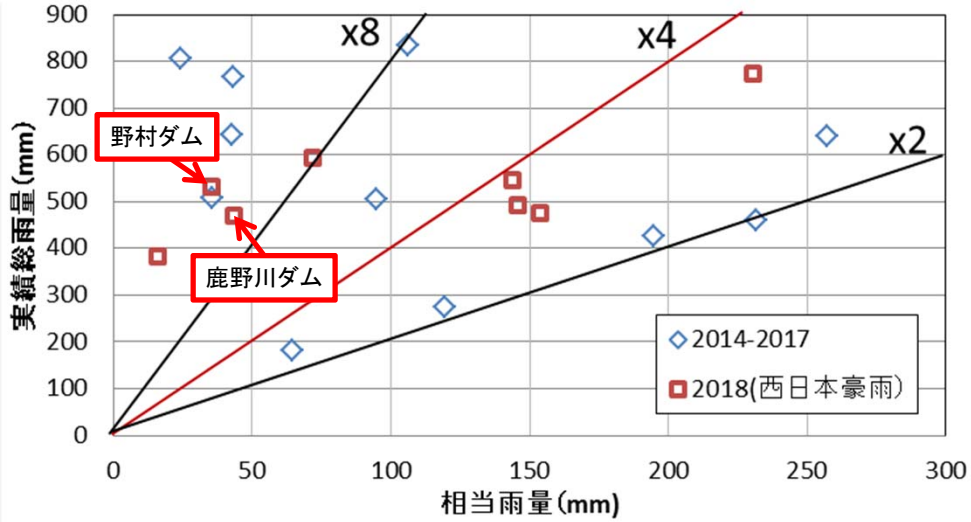
531/36=25倍



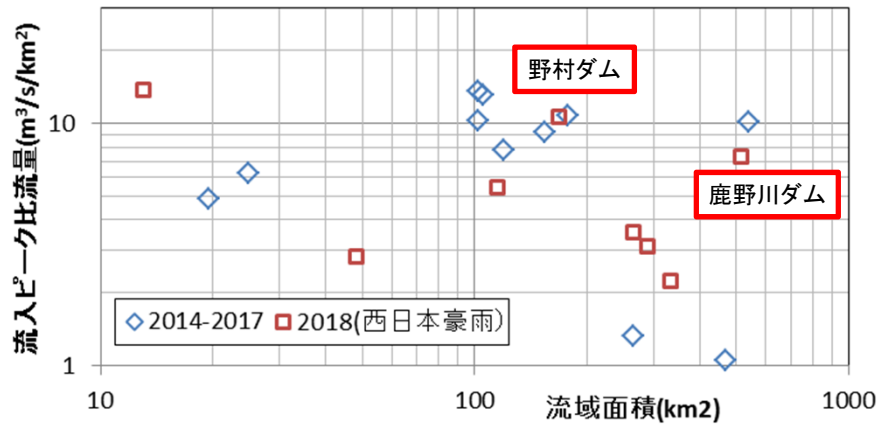
異常洪水時防災操作を実施したダムの状況(2014-2018)

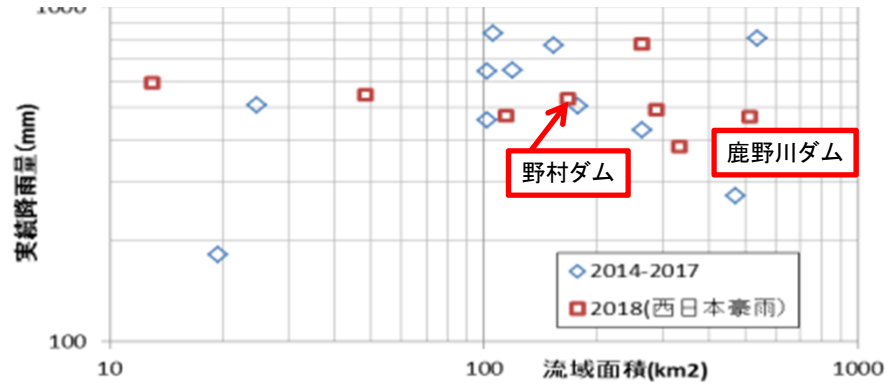
一級水系の基本高水の比流量全国図





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

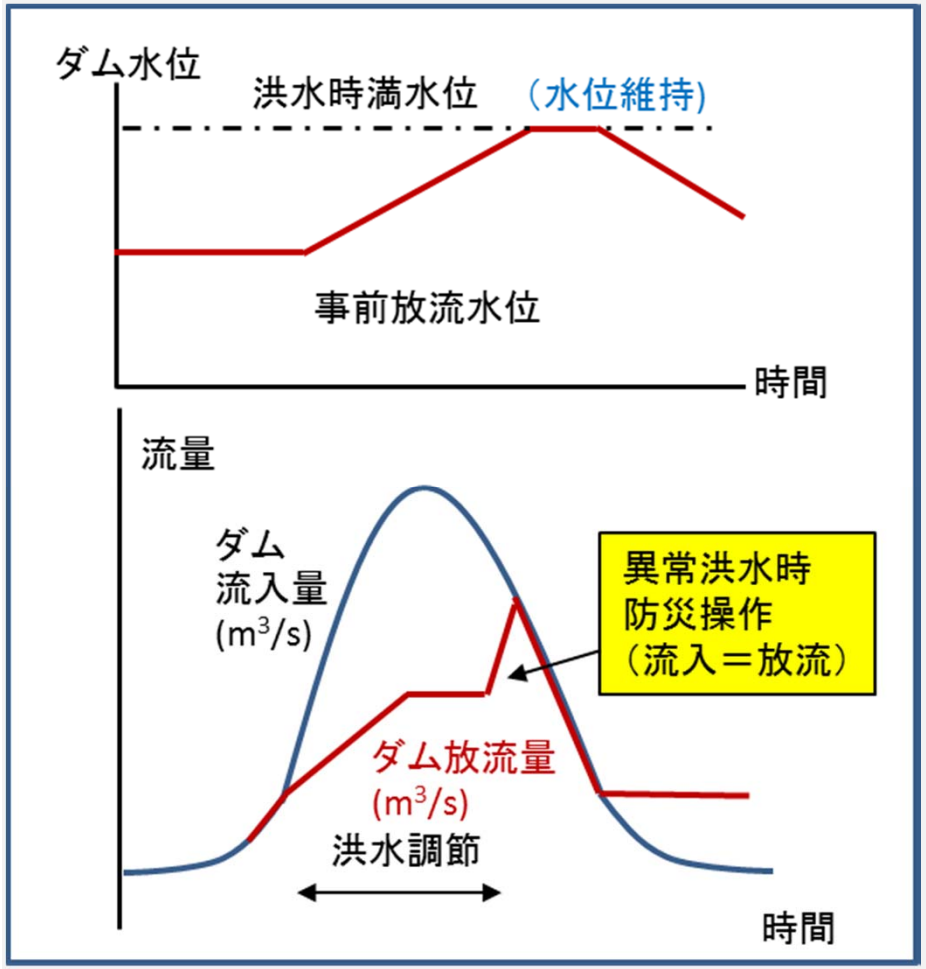




- 西日本豪雨では大きな流域面積でも異常洪水時防災操作を実施
- 流入ピーク比流量は3～10まで幅広い
- 実績総雨量は400～800mm
- 相当雨量に対して4～8倍以上
  (既往研究(倉橋ら2018)では4倍以上で容量不足)
- 8倍超はそもそも相当雨量が小さすぎる

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

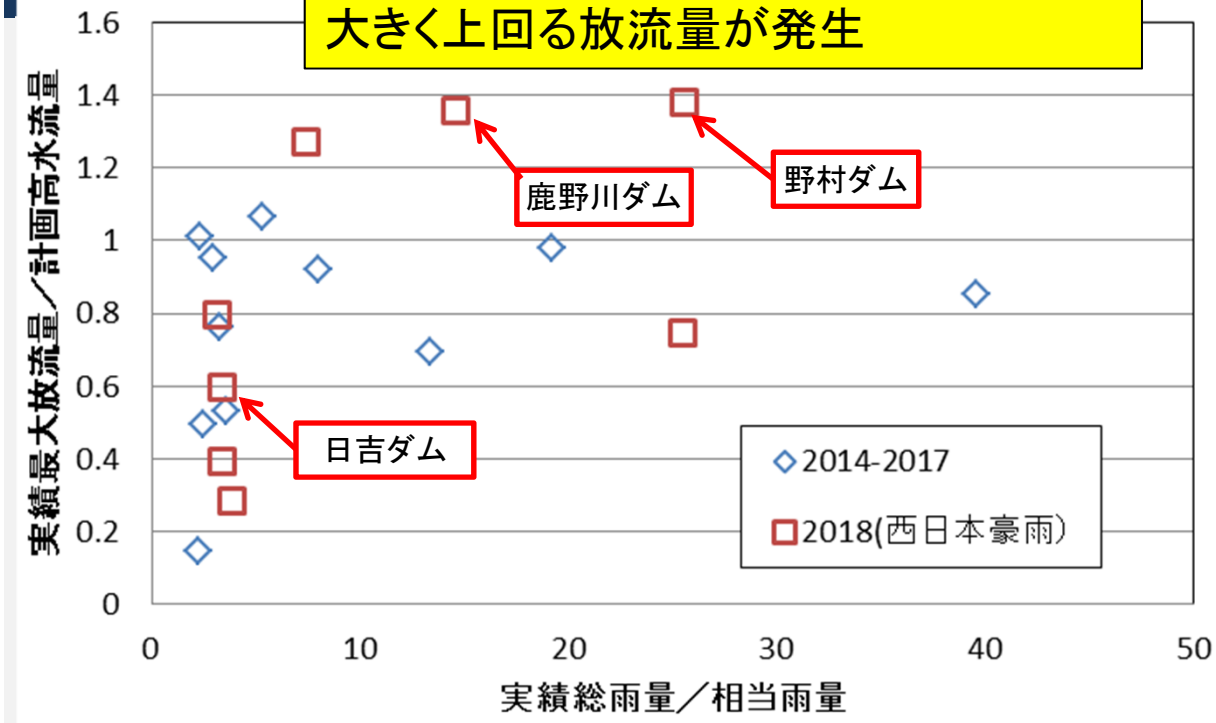
異常洪水防災操作の誤解(1)

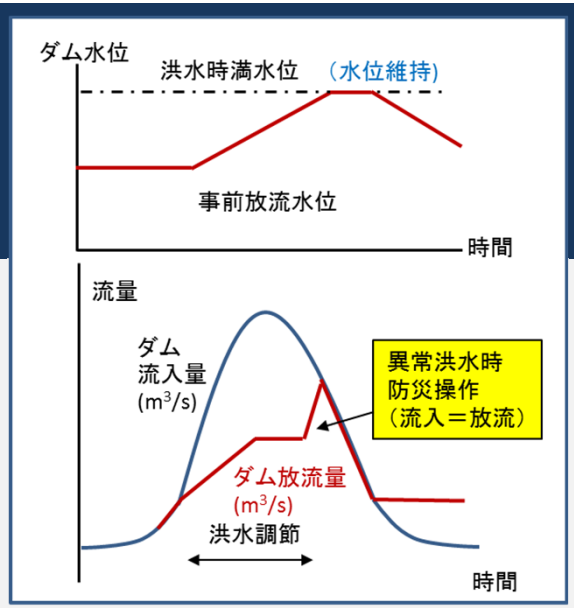


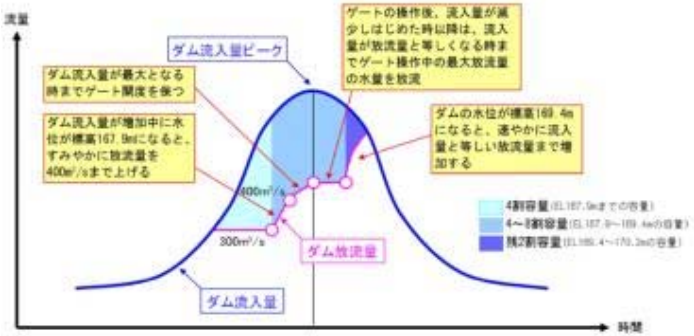
- 異常洪水時防災操作はダムの決壊を防止？
  - ダムの危機管理操作
  - ダムが天端を越流すると不測の事態が想定 （ゲートの損傷，堤体両脇の地山（アバットメント）浸食，フィルダムなどでは決壊リスクあり）
- 異常洪水時防災操作時にダム水位は低下？
  - 洪水時満水位を超えて、ダム設計洪水位に到達する可能性がある場合に開始
  - 開始時にはダムはまだ貯留している
  - 最終的には貯水位維持（過放流ではない）

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

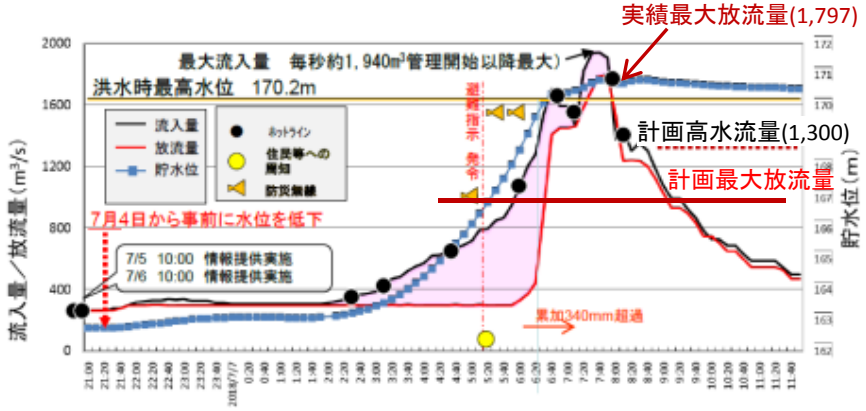
実際の放流量は大きく抑制（300m³/s一定）

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

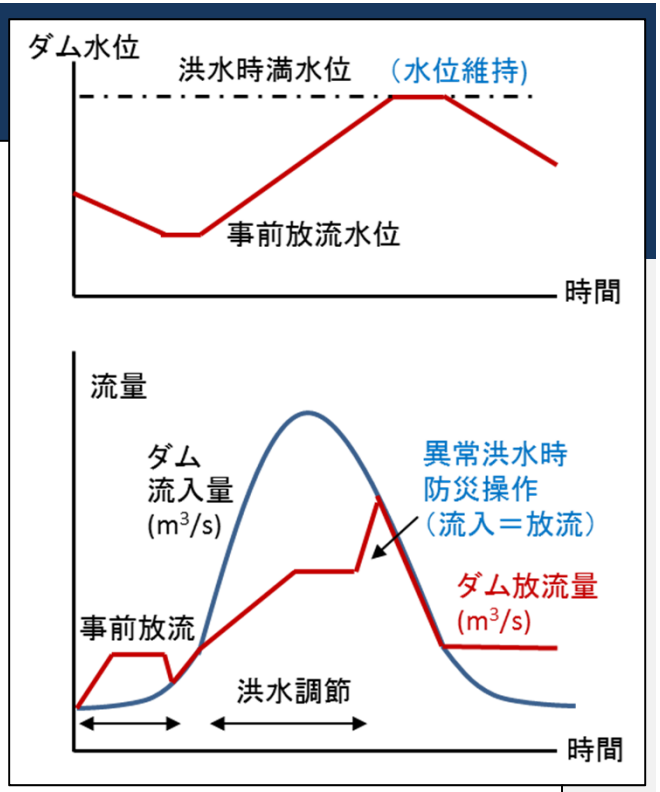
計画最大放流量の 約1．8倍（=1,797/1,000）

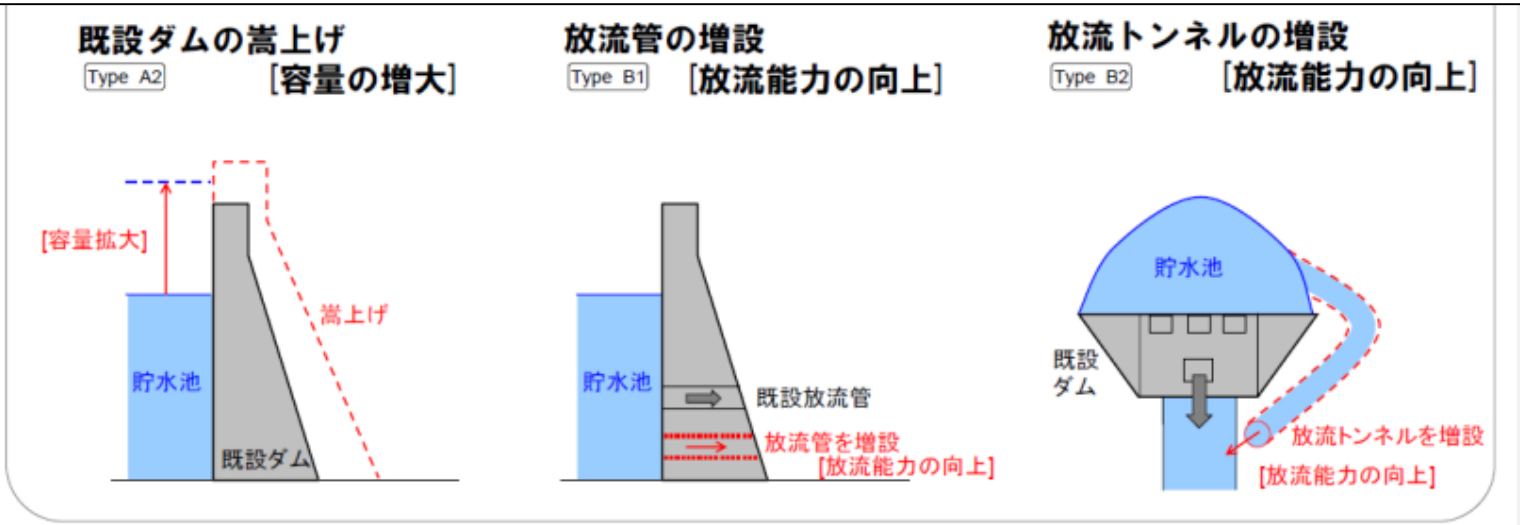
計画高水流量の　約1．4倍（=1,797/1,300）



ダムの洪水調節機能の向上

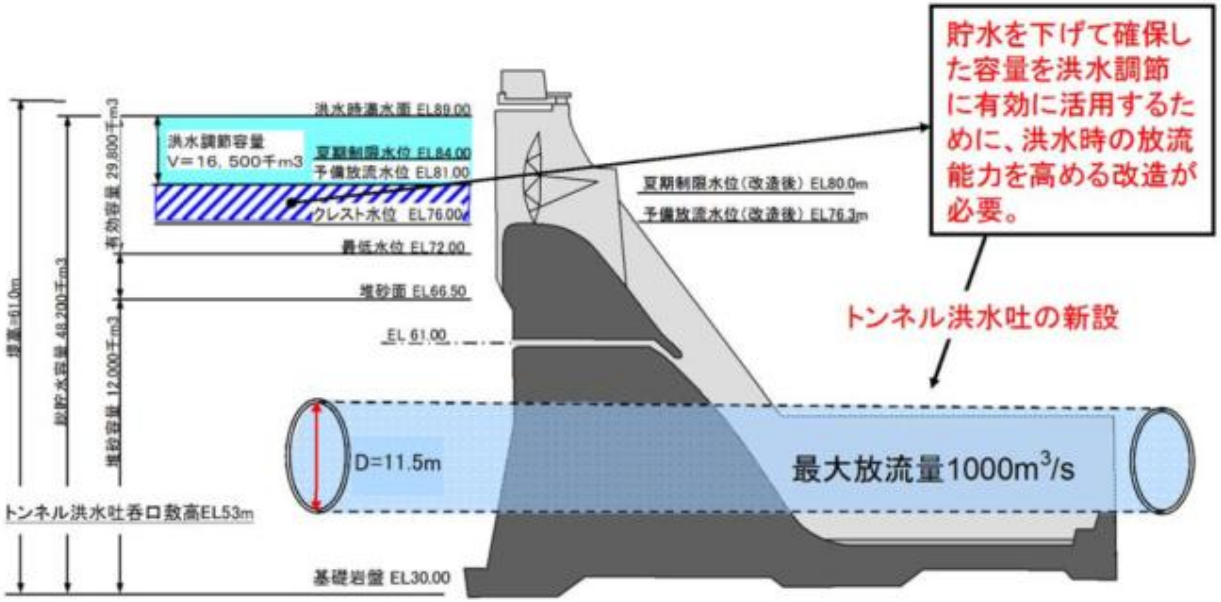
- ハード対策
  - ダムの再開発
    - 堤体嵩(かさ)上げ → 洪水調節容量増大
    - 放流設備強化など
      - ・低い貯水位で大きな放流が可能
      - ・洪水初期に無駄に貯水しない
        → ピークカットのための容量が温存可能
- ソフト対策
  - 降雨・流出量(洪水量)予測手法の高度化
    → 事前放流の精度向上
    洪水調節容量の効率的使用 (異常洪水時防災操作、特別防災操作)



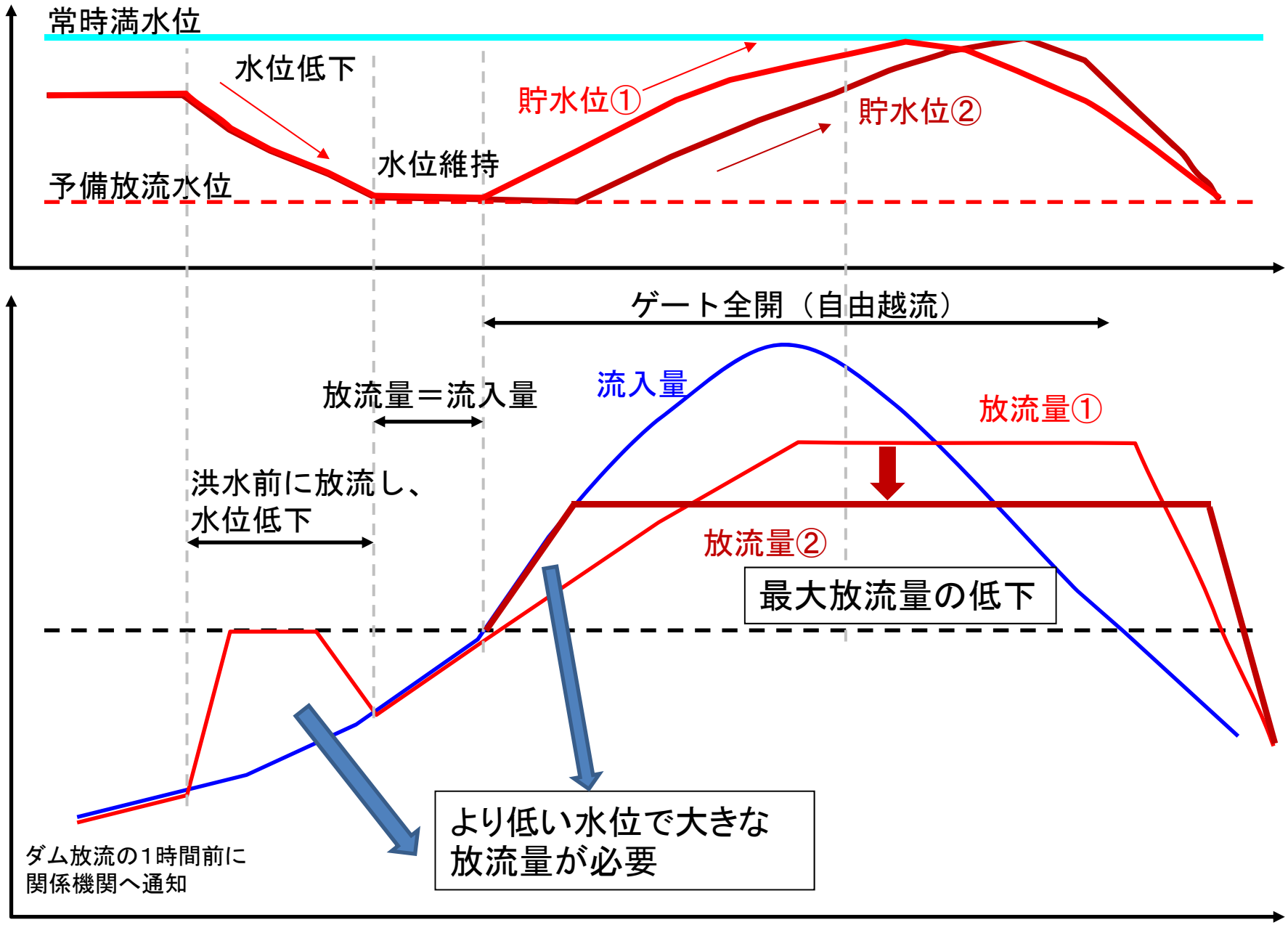


日吉ダム

鹿野川ダム

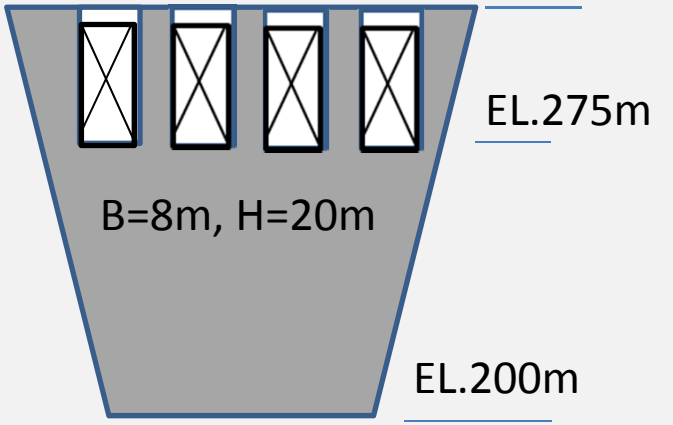

貯水を下げて確保した容量を洪水調節に有効に活用するために、洪水時の放流能力を高める改造が必要。
トンネル洪水吐の新設
洪水時満水面 EL89.00
洪水調節容量
V=16,500千m3
夏期制限水位 EL84.00
予備放流水位 EL81.00
クレスト水位 EL76.00
最低水位 EL72.00
堆砂面 EL66.50
EL 61.00
夏期制限水位(改造後) EL80.0m
予備放流水位(改造後) EL76.3m
有効容量 29,800千m3
総貯水容量 49,200千m3
堆砂容量 12,000千m3
堤高=61.0m
D=11.5m
最大放流量1000m3/s
トンネル洪水吐呑口敷高EL53m
基礎岩盤 EL30.00

ハード対策（放流設備の増強）

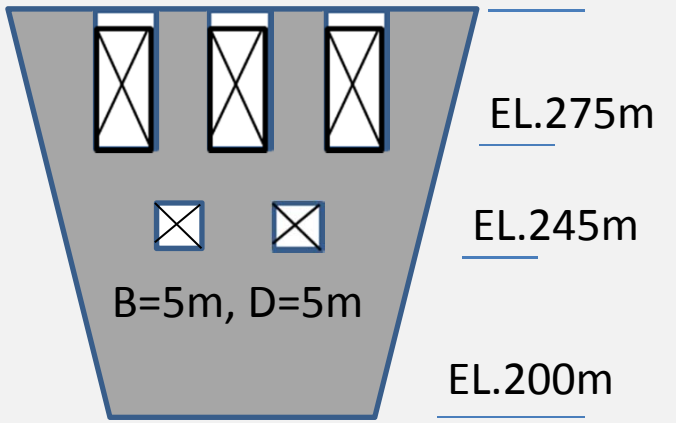


ダム洪水吐きの構成と放流能力

Aダム（クレストゲート4門）



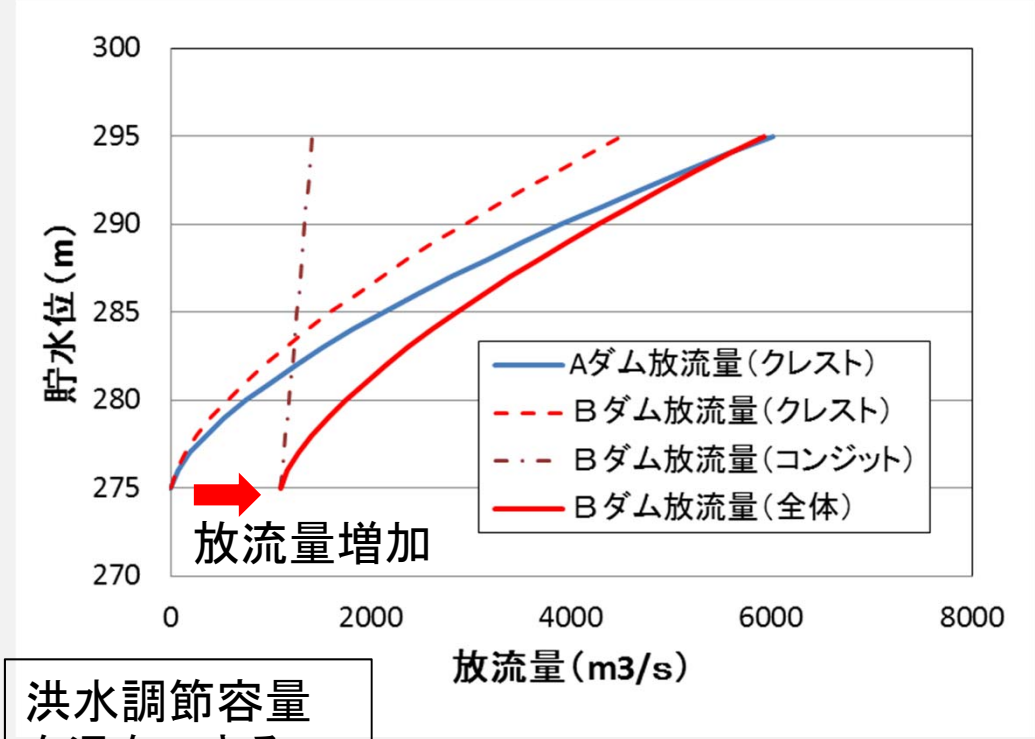
Bダム（クレストゲート3門＋コンジットゲート2条）



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）

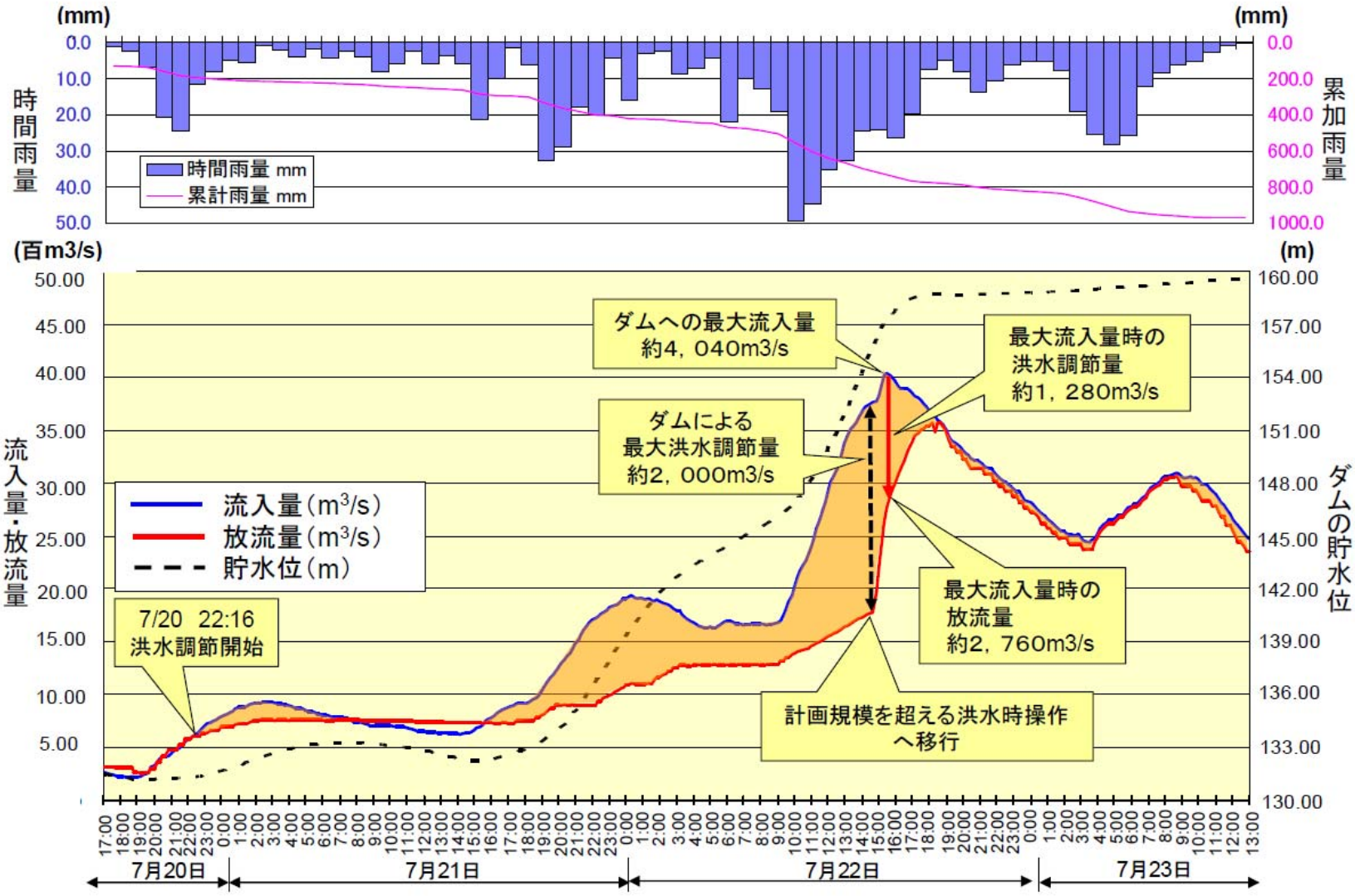
$$=0.9 * B * D * \sqrt{(2 * 9.8 * (\text{貯水位} - 245))}$$



洪水調節容量を温存できる

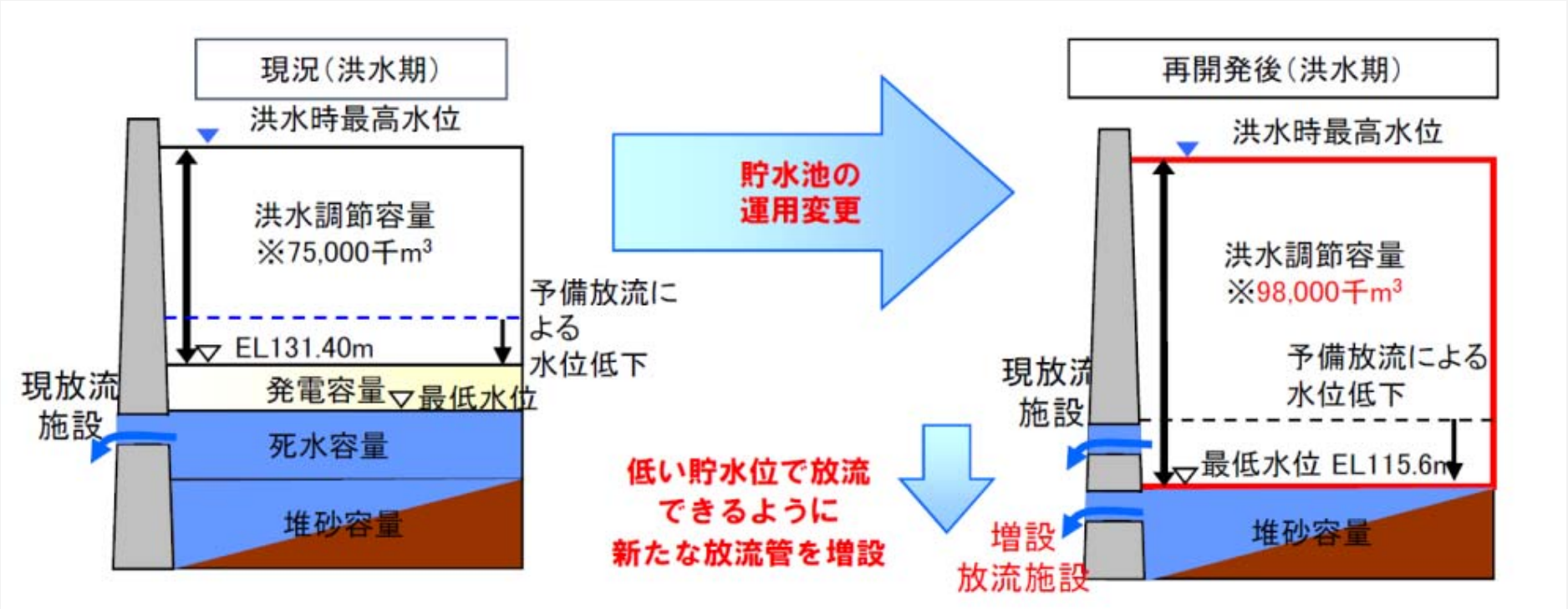
川内川鶴田ダムの再開発

出典:国土交通省



川内川鶴田ダムの再開発

出典:国土交通省

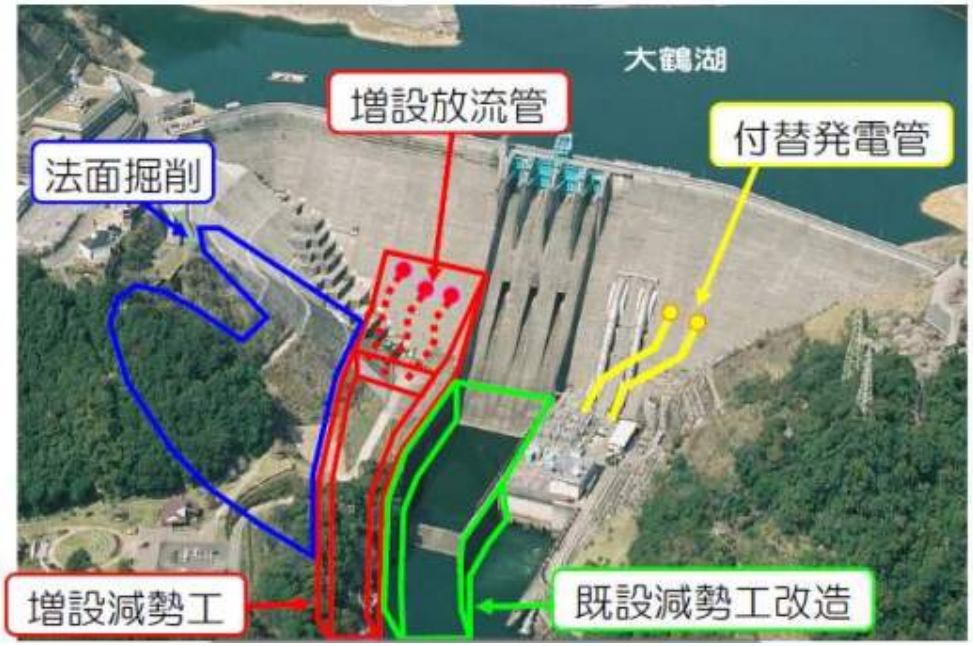


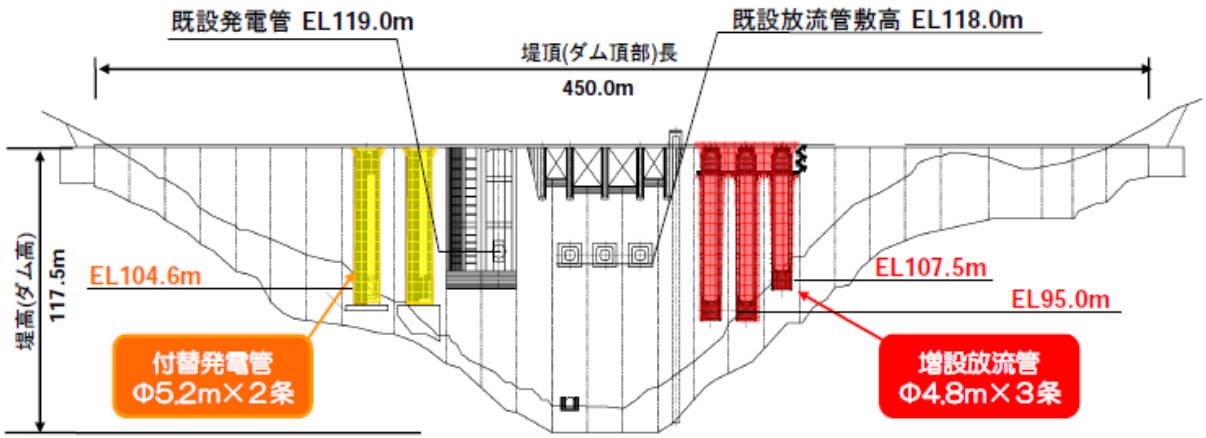
出典:国土交通省

川内川鶴田ダムの再開発

出典：国土交通省

●計画イメージ

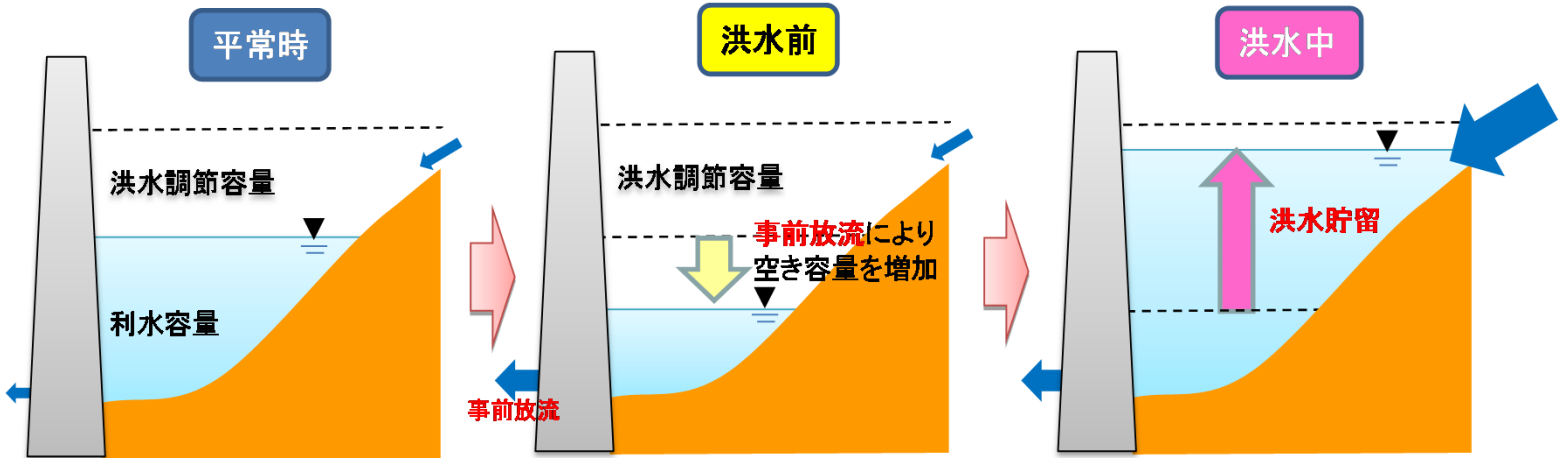




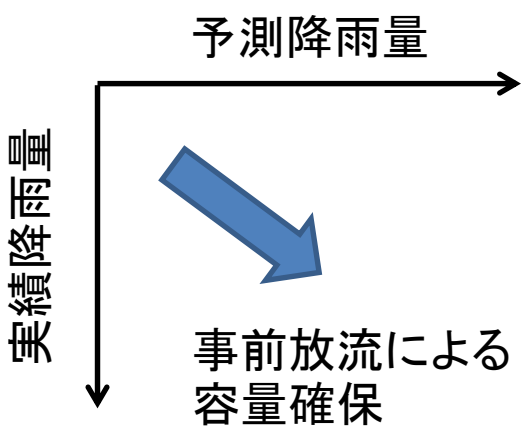
発電容量を洪水調節容量に、ダムの空きブロックに放流管3条を増設（ダム堤体の穴あけ工事）、同時に、ダム堤体の下流面の補修

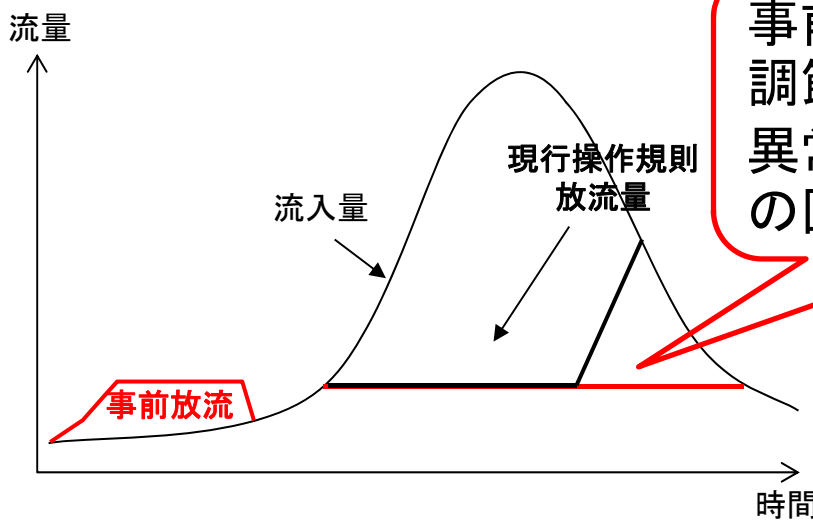
ソフト対策（事前放流操作）

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



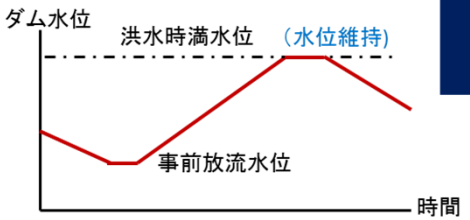
回復可能水位テーブル

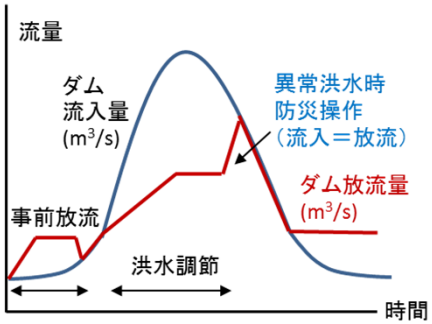




事前放流による洪水調節容量増加 →
異常洪水時防災操作の回避（放流量減）

アンサンブル予測情報を用いた事前放流

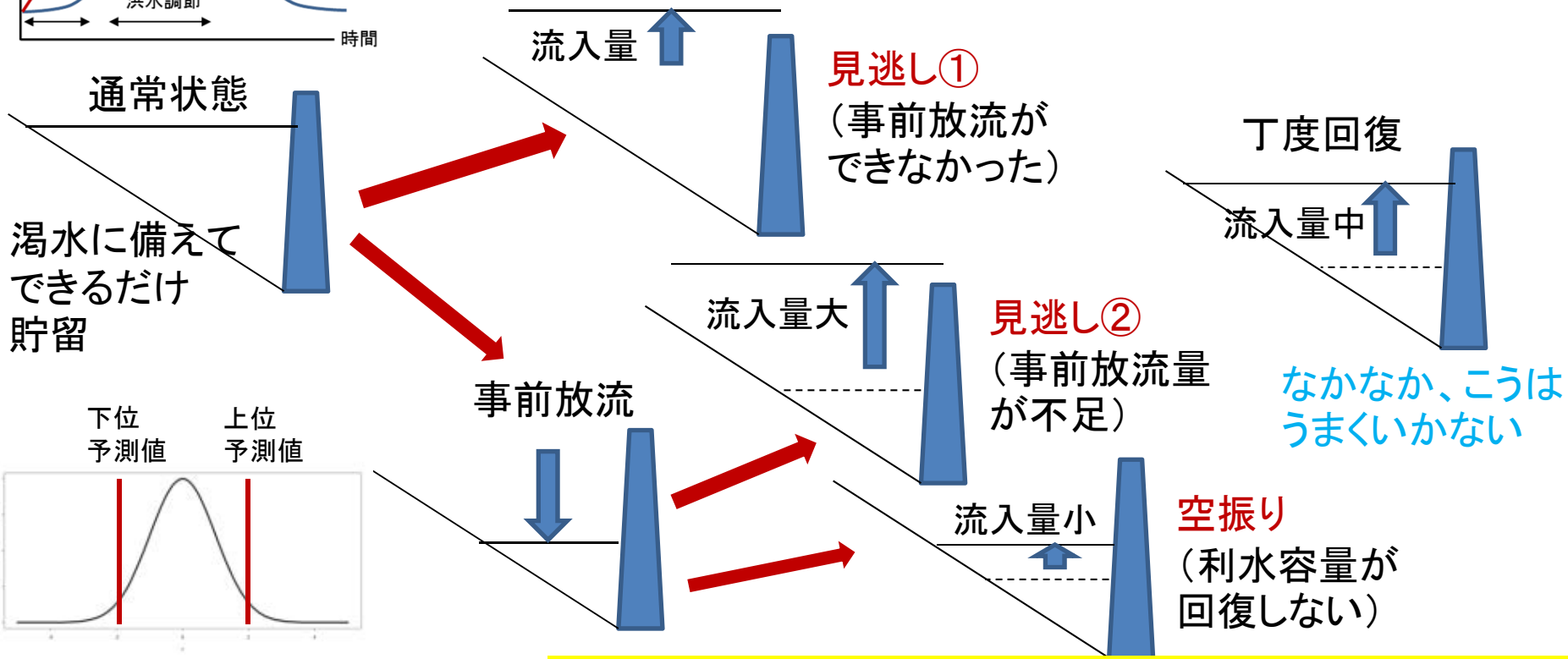




（課題）事前放流に伴う「空振り」、「見逃し」リスク

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

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）