

## オーガナイズドセッション 2 (OS2)

### 大規模洪水時の水理現象把握と今後の研究の方向性

2019 年 6 月 13 日 (木) 14 : 30 ~ 16 : 10

#### <趣旨説明>

- ・ H30 年小田川, H27 年鬼怒川, H24 年矢部川をはじめ, 近年の大規模洪水時には多く河川で破堤に至り, 大規模な被害が発生している.
- ・ 破堤・氾濫に至る条件には, 堤防整備状態 (暫定堤防等), 堤体や基礎地盤の条件 (耐浸透、耐侵食、耐越水), 河道整備状態・流下能力不足等, 河道水理条件 (水位・継続時間・流速等), 土砂供給や侵食などによる河床地形変化などの様々な要因が考えられるが, この OS では大規模洪水時の河道水理現象を中心に議論したい.
- ・ 大規模洪水時の河道水理現象には, 高水位, 高水位の継続時間, 高流速・流向・水衝部などがあるが, 水位や流速を適切に分析・評価するためには, 実際に生じる現象の影響を把握しておくことが重要である.
- ・ 本セッションでは, まず, 近年の実洪水の現象分析の例として, H29 年 7 月洪水 (九州北部豪雨) の赤谷川 (土砂供給の大きい河川), 平成 18 年 7 月洪水の千曲川 (盆地・狭窄部を含む縦断的に特徴変化のある河川) について論文投稿者から発表をいただく.
- ・ 次に, 背水区間の堤防決壊現象として, 事例の特徴整理と決壊口拡幅現象の数値解析による検証について発表していただく.
- ・ 最後に, 行政的な課題, 減災のための河川技術について発表いただく.

2019年度 河川技術に関するシンポジウム

H30年小田川, H27年鬼怒川, H24年矢部川をはじめ, 近年の大規模洪水時には多く河川で破堤に至り, 大規模な被害が発生している。



図1: 文部省HPより

2019年度 河川技術に関するシンポジウム

■破堤・氾濫にいたる条件

- ・ 堤防整備状態 (暫定堤防の状態など)
- ・ 堤体や基礎地盤の条件  
耐浸透、耐侵食、耐越水
- ・ 河道整備状態・流下能力不足など
- ・ 河道水理条件 (水位・継続時間・流速等)
- ・ 土砂供給や侵食などによる河床地形変化

↓

いろいろな側面はあるが, ここでは大規模洪水時の河道水理現象を中心に議論

2019年度 河川技術に関するシンポジウム

■大規模洪水時の水理現象を把握

- 高水位
- 高水位の継続時間
- 高流速・流向・水衝部など

↓

水位や流速を適切に分析・評価するためには, 実際に生じる現象の影響を把握しておくことが重要

- ・ 対象範囲や空間変化・時間変化
- ・ 流水抵抗の変化  
(植生・樹木の倒伏や流失、小規模河床波)
- ・ 地形変化 (堆積・洗掘、砂州や河岸の侵食等)

2019年度 河川技術に関するシンポジウム

■近年の実洪水の現象分析

- ・ 赤谷川 H29年7月洪水 (九州北部豪雨)  
(土砂供給の大きい河川)
- ・ 千曲川 H18年7月洪水  
(盆地・狭窄部を含む特徴変化のある河川)

■背水区間の堤防決壊現象

- ・ 事例の特徴整理
- ・ 決壊口拡幅現象の数値解析による検証

■河川整備の課題・方向性

- ・ 行政的な課題
- ・ 減災のための河川技術

## <話題提供>

### (話題提供 1)

#### 平成29年九州北部豪雨を外力とした赤谷川流域の地表面流と洪水氾濫流のダイナミック解析 (九州工業大学 重枝未玲)

- ・赤谷川, 土砂・洪水氾濫というキーワードが出ているが, 本件は被災前後のLP標高に降雨を与えて流域レベルの雨水の挙動を把握したのもある。
- ・近年, 九州北部では5年に1回は豪雨が発生している。平成29年7月九州北部豪雨では局地的な短時間豪雨により, 中小河川流域で水・土砂・流木の複合災害が発生し甚大な被害が生じた。

- ・被害形態は, 流水による浸水被害①, 大量の土砂・流木による河道埋塞に伴う流水被害②, 大量の流木が橋梁に集積した浸水被害③の三つに分類できる。
- ・赤谷川流域では被害形態②であり, 土砂の流出・河道の変動, 側岸侵食による家屋の倒壊が発生している。

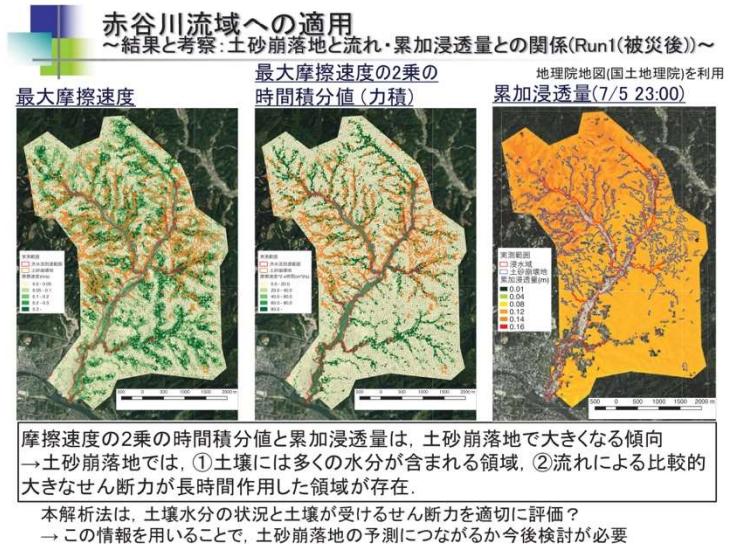


- ・赤谷川のような中小河川では一般的に洪水到達時間が短く, 河川水位・流量に関するデータが少ないといった課題があるため, 降雨量から斜面崩壊・土石流・洪水氾濫の現象を予め把握し, 流域レベルで複合災害リスクの評価・分析する危機管理対策が重要と考える。
- ・そのためには, ①流域から河道への降雨流出, ②河道での洪水流および氾濫原での氾濫流の挙動, ③斜面崩壊から土石流～掃流状集合流動～掃流砂・浮遊砂と遷移する流域から河道・氾濫原への土砂移動, ④斜面からの河道への流木の流入, 河道・氾濫原での輸送・堆積や構造物による捕捉 といった一連の現象を降雨の時空間分布から把握できるツールが必要である。
- ・これに基づいて, どの程度の雨量がどこで降ったら, いつ・どこで水・土砂・流木の複合災害が発生するのか, 避難のためのリードタイムはどの程度あるのか, 被害状況・被害額はどれくらいに及ぶのかを知ることが危機管理上必要である。
- ・著者らが開発した降雨流出・洪水氾濫ダイナミック解析モデルに, 雨水の土壌への浸透を新たに組み込み, 平成29年7月九州北部豪雨時の赤谷川流域での土壌への浸透, 土砂堆積が浸水域や浸水プロセスに及ぼす影響を検討した。
- ・浸水域については Run1-GA (被災後の地形), Run2-GA とともに大体再現できているが, 痕跡水位については Run1-GA は再現できているが, Run2-GA は標高が低い分, 過小に表現している。
- ・赤谷川流域は谷底平野で地形に沿って氾濫流が流れるため, 一定以上の水位になると, 被災前後の地形変化が最大浸水域に及ぼす影響は小さい。
- ・Run1-GA (被災後の地形) の再現性が良いことから, ピーク水位時には土砂は河道に堆

積していたことが推察される。

- ・ピーク流量自体は変わらないが、その発生時刻は Run1-GA のほうが早くなっている。この理由は、増水時に雨水・洪水が流れやすくなるように河道が変動したことが考えられる。
- ・赤谷川流域での土砂の流出・堆積は、雨水・洪水の流下を促進させるよう河道を変動させたと考えられる。土砂が河道埋塞することで、流速の大きい範囲が氾濫原へ拡大し、家屋被害を拡大させたと考えられる。

- ・摩擦速度の 2 乗の時間積分値と累加浸透量は、土砂崩落地で大きくなる傾向にあり、土砂崩落地では①土壌に多くの水分が含まれる領域、②流れによる比較的大きなせん断力が長時間作用した領域が存在すると考えられる。



- ・この情報を用いることで、土砂崩落地の予測につながるか今後検討が必要である。
- ・本来は土砂・洪水氾濫プロセスを把握する必要があるが、そのためには土壌中の流れ、土砂輸送等を考慮する必要があるが、そのモデルの構築には時間を要する。その間に対応できることとして、本検討のように流域レベルの雨水の挙動の把握は有用な情報になると考えている。

#### (話題提供 1 に対する質疑)

- ・(会場) 上流から計算をしていけば、氾濫域の埋まり方を含めて評価できると考えているのか。上流(出すほう)と下流(貯まるほう)の関係、海への流出を含めて、逐次見直しながら計算・研究を進めるべきではないか。
- ・(重枝) 河道の情報から流量等を算出することも重要である。水面形に基づく河道解析手法は、その一つと考えている。同手法と流域の情報に基づく流出解析手法とで流量が推定でき、両方の手法でチェックできるようになれば良いと考えている。最終的には河道と流出の両方の手法を統合して、両方の観点から考えるシステムを作りたいと考えている。

#### (話題提供 2)

狭窄部と盆地部が連続する千曲川における大規模洪水時の河道貯留・堤防破壊危険性の評価と今後の治水整備のあり方(中央大学研究開発機構 田端幸輔)

- ・千曲川の貯留を活かし、ゆっくりと洪水を流して、なるべく下流側の信濃川への流入量を低減するような「現状の治水ストックを活かした治水」について検討している。



・背景として、千曲川の狭窄部には、立ヶ花狭窄部、その下流に戸狩狭窄部の二つがあり、その上流側に盆地部がある。立ヶ花狭窄部の中には無堤部があり、自然氾濫域も存在している。

・本研究の目的としては、戦後第二位の水位を記録したH18.7洪水を対象に、観測水面形情報に基づいた千曲川全体の洪水流解析を実施し、河道特性と河道貯留効果の関係を明らかにすることである。

・もう一つの目的は、堤防脆弱性指標  $t^*$  を用いて、千曲川の堤防浸透破壊危険性を明らかにすることである。

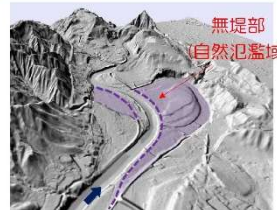
・観測水位を縦断的に再現するように洪水流解析を実施した水面形を見ると、立ヶ花狭窄部の直上流の長野盆地では低水位の水位は河床にほぼ平行であるが、流量が上がってくると貯留が起きて水面勾配が緩くなっている。

・洪水流解析で得られた各地点の流量ハイドログラフから1km 区間毎の河道貯留量を算出すると、盆地部や無堤部で河道貯留量が局所的に大きくなっており、これら自然の遊水効果により、その下流側の流量低減に大きく寄与していることが分かる。

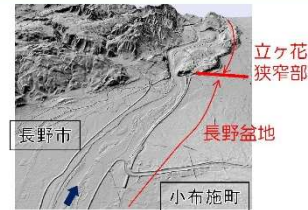
・このように河道貯留は下流側の流量低減に対して効果を発揮する一方で、河道貯留区間の水位を高めてしまうこと、それを長時間継続してしまうことが起こり、堤防越水や浸透破壊に対する危険性が高まる。

・無次元力学指標である堤防脆弱性指標  $t^*$  には、場所的な水位ハイドログラフの特徴、堤防の質的な情報、堤防形状の特性が入

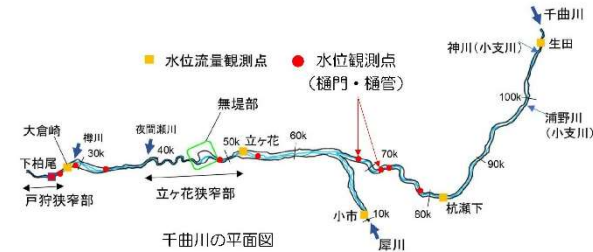
## 背景（千曲川の河道特性）



立ヶ花狭窄部の無堤部付近 (48k)



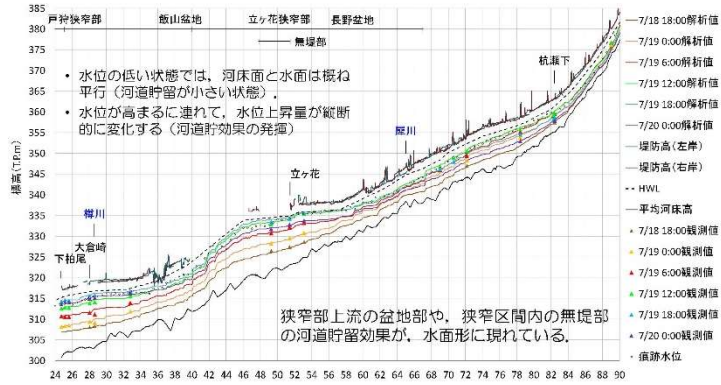
立ヶ花狭窄部付近 (53k)



千曲川の平面図

## 観測水面形情報に基づいた洪水流解析

千曲川、犀川を考慮して、広域の観測水面形情報に基づいた洪水流解析を実施。河道特性と洪水流下特性の関係を分析した。



水面形の時間変化の解析値と観測値の比較（千曲川24～90k）

## 水位上昇～下降までの一連の洪水波形に対する堤防脆弱性指標の算定

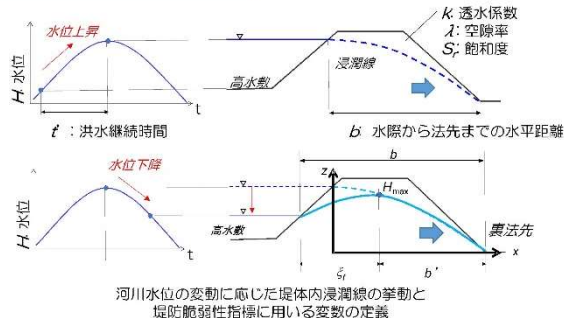
### 堤防脆弱性指標

$$\text{水位上昇期} \quad t^* = \frac{5 k H t^*}{2 \lambda b^2}$$

$$\text{水位下降期} \quad t^* = \frac{5 k H_{\max} t^*}{2 \lambda b^2}$$

堤防脆弱性指標の値と破壊形態の関係

$t^*=0.01 \sim 0.1$  : 裏法滑りの発生危険性大  
 $t^*=0.1 \sim 1$  : 堤防決壊の危険性大



っている。なお、水位下降期では浸潤線頂部が堤体内に現れ、これが法先に移動していくことで、裏法先から頂部までの浸透路長が短く( $t^*$ の分母が小さく)なっていく。このため、水位下降期においても  $t^*$ 値が急激に小さくなることはなく、危険な状態が維持され続けることになる。本検討ではこの影響も考慮して  $t^*$ の時空間変化を算定している。

- $t^*=0.01\sim0.1$  は裏法滑りの発生危険性大、 $t^*=0.1\sim1$  は堤防決壊の危険性大となることがこれまでの研究から分かってきている。
- 千曲川に適用すると、高い水位が長時間継続する狭窄部上流では  $t^*$ が上昇し続け、浸透破壊の危険性が高まる。さらなる大規模洪水時には越水の危険性もあることから、堤防強化対策の必要性が高い。
- 千曲川では、地形的特徴に起因する河道貯留機能を活かし、洪水をゆっくりと下流に流すことを基本とした川づくりが有効である。このためには、流下能力に余裕のある区間の河道貯留量を高め、狭窄部上流部の水位を低減できる河道対策、越水や浸透による堤防被災危険性を軽減するための堤防強化対策を検討していくことが重要である。

#### (話題提供 2 に対する質疑)

- (会場) 立ヶ花狭窄部の上流側は無堤なのか？有堤にした場合にリスクがあるということなのか。
- (田端) 狭窄部の中に無堤があり、かなり貯留される地点になっている。脆弱性の検討は、狭窄部上流の堤防があるところで行っている。この無堤の箇所は河川整備計画の中でも無堤のまま残す計画になっており、貯留の効果があることが認められる。

#### (話題提供 3)

堤防決壊の事例をもとに考察した背水区間の堤防の決壊現象について (寒地土木研究所 前田俊一)

- 背水区間の堤防決壊は、例えば、平成 28 年北海道豪雨でも複数個所で発生しており、決して珍しい現象ではない。また、支川の背水区間での堤防決壊は、本川堤防の決壊と遜色ない氾濫被害をもたらした。
- しかし、背水区間の堤防決壊を扱った研究はほとんど無く、その特徴は明らかになっていない。
- 本研究では、背水区間での堤防決壊の事例を収集して特徴を整理・分類し、整理した事例や数値計算から決壊口の拡幅機構の検討を行っているが、最終的な目標は、背水区間での決壊口の拡幅機構を明らかにするとともに、背水区間での締切作業の効率的な実施方法や留意事項をとりまとめることである。
- 自流区間の堤防決壊については、これまでの検討結果から留意事項等を「堤防決壊時に行う緊急締切作業の効率化に向けた検討資料 (案)」としてまとめているが、これに背水区間における留意事項等も追加してまとめたい。

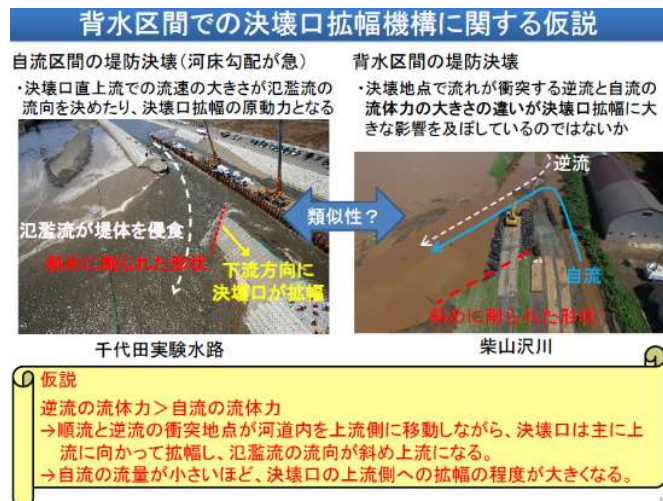
(上記検討資料 (案) : <http://river.ceri.go.jp/contents/tool/chiyoda2.html>)

- 背水区間での堤防決壊事例は、①氾濫流の流向が堤防法線に対して斜め上流のパターン

(柴山沢川, 東垂川, 高馬川), ②氾濫流の流向が堤防法線に対して概ね直角のパターン(小貝川, 幾品川, 小田川)がある。

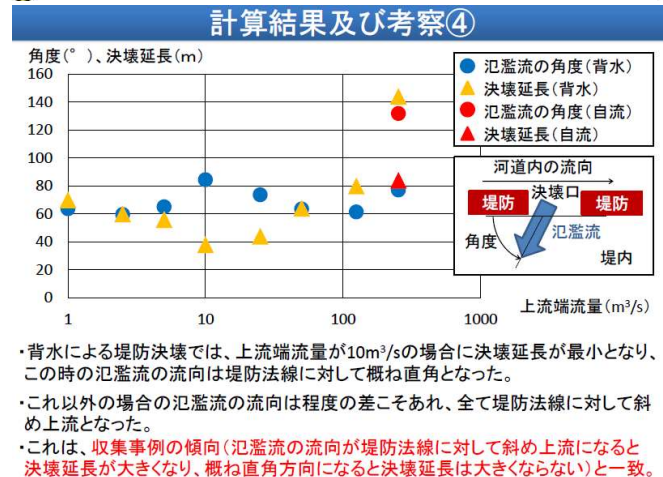
- ・背水区間での決壊延長と川幅の関係を整理すると, 上記①では決壊口の拡幅が進み, 上記②では決壊口の拡幅はあまり進まない。この傾向は自流区間での堤防決壊と同じである。

- ・背水区間での決壊口拡幅機構に関する仮説として, 逆流の流体力が自流の流体力よりも大きい場合, 順流と逆流の衝突地点が河道内を上流側に移動しながら決壊口は主に上流に向かって拡幅し氾濫流の流向が斜め上流になるのではないかと考えた。



- ・この仮説を検証するため, 決壊口の拡幅計算が可能な iRIC Nays2D Breach による数値計算を行った。

- ・計算結果は, 背水による堤防決壊では, 自流量が小さいほど決壊口の上流側への拡幅延長が大きくなる傾向にあり, この部分は仮説と整合している。一方, 自流量と下流側への拡幅延長の関係は明瞭ではなく, 自流量が小さくても



- 下流側への拡幅は一定程度進んだ。これは流速の大きな逆流の主流部が決壊口の下流側堤防の先端近傍を通過していること, 逆流の主流部から分派する流れにより侵食が進んでいること等が効いているものと推測している。

- ・自流量が 125m³/s 以上になると, 順流と逆流の衝突地点が決壊地点よりも下流に移動することにより, 下流側への拡幅が大きく進んでいる。
- ・自流量が 10m³/s の場合に決壊延長が最小となり, この時の氾濫流の流向が堤防法線に対して概ね直角となった。これは収集事例の傾向(氾濫流の流向が堤防法線に対して斜め上流になると決壊延長が大きくなり, 概ね直角方向になると決壊延長は大きくならない)と一致している。
- ・氾濫流の流向については, 自流量の変化によって一定の傾向が見える部分もあるが, 傾向が見えない部分もあり, 順流と逆流の流体力の大小関係だけでは決まらない可能性があるものと推測している。



### (話題提供 3 に対する質疑)

- ・(会場) 次元量で議論しているが、流量の数値自体に一般性はないため、無次元量で議論すべきではないか。
- ・(前田) 今後、結果を無次元量で整理することを考えている。
- ・(会場) 本川と支川の大きさの差や、順流と逆流の影響の大きさの差が重要なので、そのようなことを意識した無次元化を考えてほしい。

### (話題提供 4)

近年の水害を踏まえた河川整備の方向性～堤防強化の観点から～（国土交通省 高畑栄治）、  
減災のための河川技術（国土技術政策総合研究所 福島雅紀）

#### 1) 高畑

- ・近年では毎年のように全国各地で水害が頻発し、甚大な被害が発生しており、これまで台風の水害が少なかった地域でも発生している。
- ・平成 29 年 7 月九州北部豪雨では、筑後川右岸流域において、短時間に記録的な雨量により同時多発的な斜面崩壊が発生し大量の土砂や流木が流下してきた。

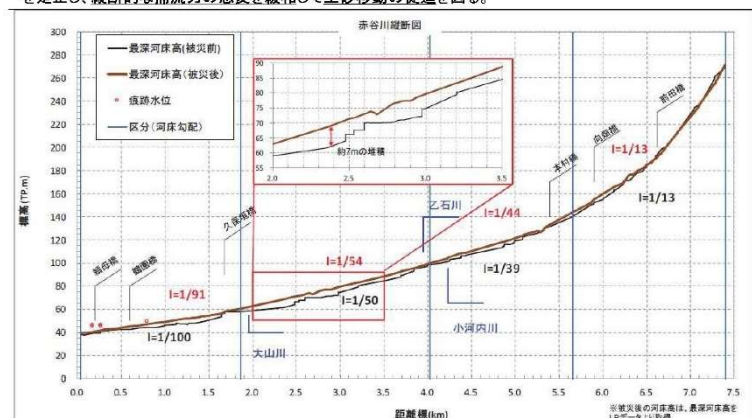
- ・赤谷川では大量の土砂により約 7m の堆積も見られ、当時の委員会での復旧方針としては、被災前の河道の河床高、縦断勾配等を基本として設定し、縦断的にも土砂が貯まりにくい構造を目指そうとするものであった。

- ・現在の赤谷川では、一定規模の降雨を流下させるため、被災前の断面を確保した段階である。今後は、流砂能力向上のための複断面形状を採用して、復旧に向けて動かしようとしている。なお、赤谷川は県管理河川であるが、河川法の権限代行適用の第一号であり、直轄で支援している。

- ・平成 30 年 7 月豪雨では、中国地方では昭和 47 年 7 月豪雨以来の記録的な豪雨であり、高梁川流域では多くの観測所で観測史上 1 位の雨量を更新した。
- ・小田川で決壊した左岸 3k400 付近、左岸 6k400 付近ともに、この 6 月中旬で復旧工事完了予定である。決壊した支川高馬川等では、被災前の堤防高さまでは復旧している状況である。小田川左岸 3k400 付近の復旧堤防では、地域の要望も踏まえて、堤内側に腹付けして大きくしている。
- ・高梁川水系小田川堤防調査委員会による被災要因分析では、決壊の主たる原因は越水であるが、浸透による堤体弱体化の可能性は排除できないとされている。

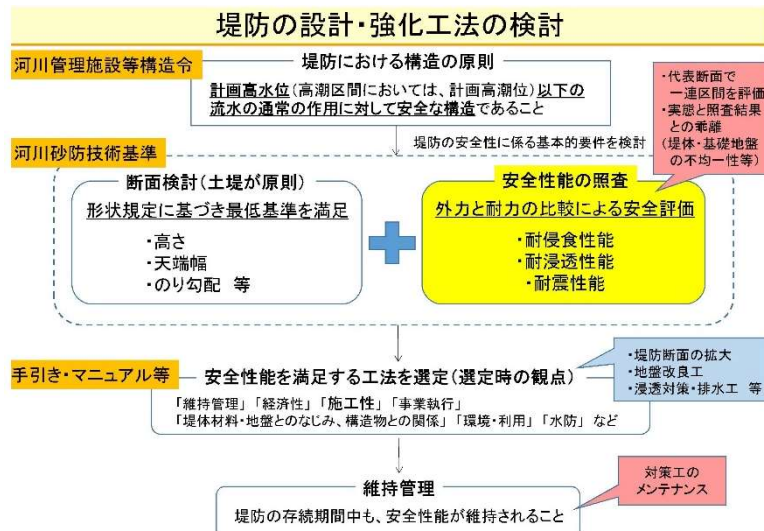
#### 赤谷川の河床縦断形の変化

○被災前の河道の河床高、縦断勾配等を基本として設定し、堰や落差工等の横断工作物の改築を図り河床勾配を是正し、縦断的な掃流力の急変を緩和して土砂移動の促進を図る。



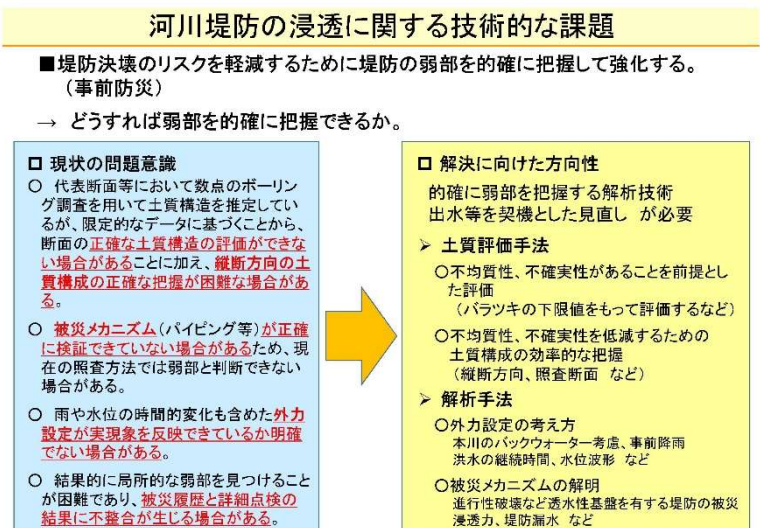
国土交通省九州地方整備局 筑後川右岸流域 河川・砂防復旧技術検討委員会資料より

・堤防の設計・強化工法の検討においては、最低限の断面形状を確保することに加えて、その断面形状における安全性能が確保されているのかについて技術的に可能な範囲で照査を行い、断面形状だけでは評価できない不足分を補うことになっているのが現状である。



・バックウォーターに対する安全性能は耐浸透性能の一つに該当するが、現行の浸透照査の考え方の中で、バックウォーターが考慮されていない場合があることは課題として認識しており、バックウォーターを見込んだ外力設定等についても検討を進めている状況である。

・近年多くの水害を受ける中で、河川堤防の浸透の事例が数多く見られる。事前防災の観点から、堤防決壊のリスクを軽減するために浸透に対する堤防の弱部を的確に把握して強化することを考えている。



・そのための方向性としては、的確に弱部を把握する解析技術や出水等の経験を契機とした手法の見直しが必要である。具体には①土質評価手法に関すること、②解析手法に関することがある。①については情報量を増やし土質の不確実性を補うやり方がある一方で、土質の不確実性を前提として土質を評価する方法もあるのではないかと考えている。

・②については、堤防の内部構造の把握、決壊メカニズムの把握を基に、決壊メカニズムのモデル化し、対策工を検討していることが一般的である。一方で、被災後の追加調査結果をDBに追加・更新して、過去の調査結果も含めて傾向把握・分析する必要がある。

## 2) 福島

・平成30年7月豪雨は、個別災害として気候変動の影響を気象庁が初めて言及。

・気候変動があるとこれまで整備してきた治水効果が目減りしてしまうため、治水計画の見直しが必要であり、減災効果の高い対策を目指している。



- ・減災効果の高い対策には、①減災効果を考慮した河川整備メニューの選定、②施設の構造や運用の工夫による防災・減災対策、③方針規模を超える洪水を見据えた減災対策の三つがある。

- ・①については、これまでは、ピーク流量を流下させる河川整備の内容や順番を、上下流バランスやB/Cの観点から決定してきた。これからは、氾濫ブロック間

- ・②については、これまでの堤防設計は、構造令によると「HWL 以下の水位の通常の流水の作用に対して安全な構造」とすることとしている。これに対して、外力に幅があり気候変動も起きている状況下では、危機管理対策としての堤防強化対策や構造上の工夫があると考えている。すなわち、「HWL 以下の水位の通常でない流水の作用」や「HWL～堤防天端までの水位の流水の作用」に対して、決壊までの時間を少しでも引き延ばす構造上の工夫を考えている。

- ・一方で、少し低い箇所から溢れることがあるため、天端の不陸が無いか、法面植生がしっかり生えているかなど日々の維持管理も、越流に対して強くすることになり効果が出るため減災対策だと考えている。

- ・「HWL 以下の水位の通常でない流水の作用」については、長良川の事例のように、洪水は自然現象であるため、継続時間が異常に長いものが発生しないとは限らないことから、浸透対策として堤防断面拡大が大事である。また、対策ではないかもしれないが、堤防のリアルタイム状態監視は水防の観点から強化につながるのではと考えている。侵食については、河道法線形もしくは低水路法線形の是正、水制や巨石盛土等による洪水時の流況制御など、いざという時を考えた水衝部対策が大事である。

- ・「HWL～堤防天端までの水位の流水の作用」については、浸透、侵食に加えて、越水が入ってくる。浸透については、堤防断面拡大、ドレーン工設置があるが、複合的には高水敷にブランケット設置して耐侵食性能を向上することも浸透面で寄与する。侵食については、堤防天端までの護岸等による被覆、堤防表法面の建屋等を撤去して裏側に置く工夫も考えられる。越水については、波浪による一時的なものや小さな越流水深での越水では、危機管理型ハード対策、堤防断面拡大による浸透性能を上げておくことが越水破堤しにくくすること、事前に土のうを置くなどの確な事前水防が考えられる。

## 治水計画の見直しの必要性

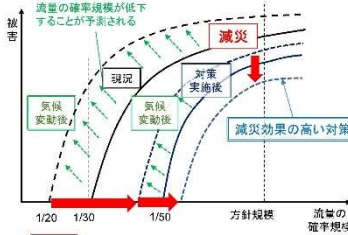
3

河川整備計画の規模を超える洪水の発生を踏まえ、整備目標の引き上げ等を検討するとともに、洪水に対する安全性の確保のみならず、治水施設の方針規模の整備目標や想定最大規模クラスの洪水の発生規模を見据えた対策への転換が必要。

【河川整備計画の目標】

○防災：計画規模(1/30)まで

○減災：計画規模～方針規模(1/100)（～想定最大）



○整備目標の引き上げ、整備メニューの充実  
○手戻りのない効率的な整備

国研研 国研研

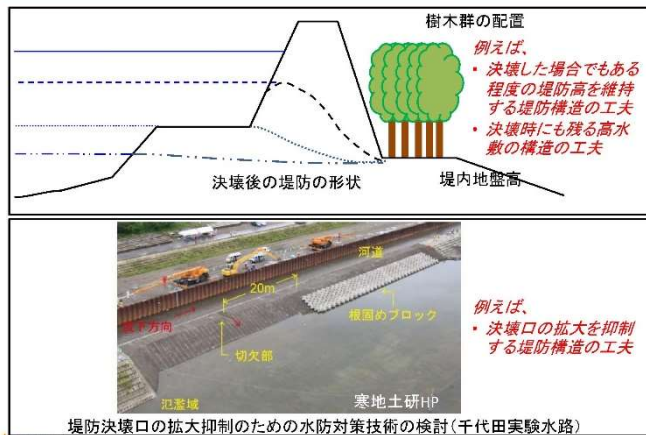
出典) 気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会資料

- ①減災効果を考慮した河川整備メニューの選定
- ②施設の構造や運用の工夫による防災・減災対策  
○堤防強化対策や構造上の工夫  
(例) 越水対策、侵食対策、浸透対策  
○複数ダムでの洪水調節・利水容量再配分
- ③方針規模を超える洪水を見据えた減災対策  
○ダム等の操作  
・事前放流による容量確保  
・利水ダムにおける治水協力  
○洪水予測の高度化(リアルタイム)

- いざ決壊した時には、氾濫流量を低減するための構造の工夫として、破堤口拡大を抑制する堤防構造、堤内側の樹木群の配置、決壊後にも残る堤防や高水敷の構造が考えられる。

#### 決壊時の氾濫量を低減するための工夫

9



- 方針規模を超える洪水を見据えた減災対策としては、ゆっくりと浸水する状況、流下する塵芥を氾濫原に進入させない状況など、氾濫ブロックにおける溢れ方の想定が挙げられ、その中から対策を選んでもらうことを考えている。

#### ゆっくり溢れ、塵芥を進入させない状況

11

- 五ヶ瀬川水系北川の開口部では樹林帯を伴っており、それがフィルターになって、ごみ等を通さずにゆっくりと霞内の田んぼが浸水する。いざとなっても堤防が壊れずにゆっくり浸水・排水される対策であり、地域の方もこれを選択した。
- 谷底平野での想定ではあるが、開口部がある場合、二線堤として道路を高く上げておくことにより、開口部から浸水してきてもすぐには人家には浸水が及ばない工夫がある。もしくは、上流側が決壊しても下流側に開口部があることにより、二線堤までの堤内地を流路として洪水を流すことも、いざという時には考えられる。



#### (話題提供 4 に対する質疑)

- (会場) 堤防のリスクなどでは、ピーク流量が小さくても、2山3山と継続することで、破堤リスクが高まる可能性も考えられる。流量波形についても河川計画に位置づける必要があるのではないか。
- (福島) ハイドログラフはリスク評価において外力条件として組み込まれているところであるが、どのような洪水波形を対象とするかなどについては引き続き議論していく必要があると考えている。

## ＜全体討議＞

### 【パネラー】

前田俊一 寒地土木研究所

重枝未玲 九州工業大学

田端幸輔 中央大学研究開発機構

高畑栄治 国土交通省

福島雅紀 国土技術政策総合研究所

### 【オーガナイザー】 田村浩敏 株式会社建設技術研究所

- ・（会場）河道と堤防の問題．今の計画の欠点は，河道と堤防を分けていること．河川砂防技術基準についても，河道については安全に流れるように考え，堤防は線形について考える．大規模出水時には，河川技術者も堤体の中に水が流れることを認識し，河道と堤防の安全性について一体的に考えるべきである．
- ・（高畑）河川砂防技術基準計画編の変更の議論の中で，河道計画における「堤防」の位置付けが抜けているという指摘があり、計画編においても堤防を関連付けた．堤防は河道を構成する重要な構造物であり，計画編で設定する外力を受けて堤防の設計に反映していく必要がある．また，河道貯留の効果など，現在計画では考慮してない部分についても，今後検討していきたい．
- ・（田村）田端先生の発表にあったように，河道水理現象を解いた中で堤防の脆弱性を評価し，堤防の設計に結びつくようなこともある．また，堤防の設計において，どのような水理現象の評価が必要なのか見えていない部分もあると思われる．浸透破壊がクローズアップされているが，堤防の設計につなげていくためには，越水破壊やHWLを超えたときの評価は不要なのかも含めて，考える必要もあるのではないかな．
- ・（田端）局所的な現象はあるが，マクロ的には水面形を計算すれば外力も分かり，堤防の評価につながると思う．侵食がおきるような水衝部は急流河川を除くとそれほど多くない．まずは水面形に基づいてなるべく全体の洪水流下特性を評価する方を優先すべきと考える．
- ・（会場）破堤時に起きる危機的状況を如何にコントロールするかということを起点として考えれば，氾濫の方にも自ずと技術体系が行き，川の中のコントロールにも技術体系が行くと思っている．一番起こってはいけないことを出発点として，芋づる式に物事を考えるべきと思う．部会で具体的事例を挙げながら皆で考えることは非常に良いことだが，それぞれの発表をつなげればこういう見方ができるというものを，OSで示せるともっと良いと感じた．
- ・（会場）河道が長い時間をかけて形成されていることから分かるように，水理現象の把握では，目の前で起きていることだけでなく，時間軸を考えることも重要である．河川部会においても，そのときに起きた現象のみに着目するのではなく，時間軸を考慮して取り纏めると良いと思う．

以 上