

# 平成28年8月北海道豪雨災害について

## ～主に堤防決壊と流路変動に焦点を当てて～

土木研究所講演会  
2017年10月19日(木) 一橋講堂  
寒地土木研究所 寒地水圏研究グループ 上席研究員  
前田 俊一

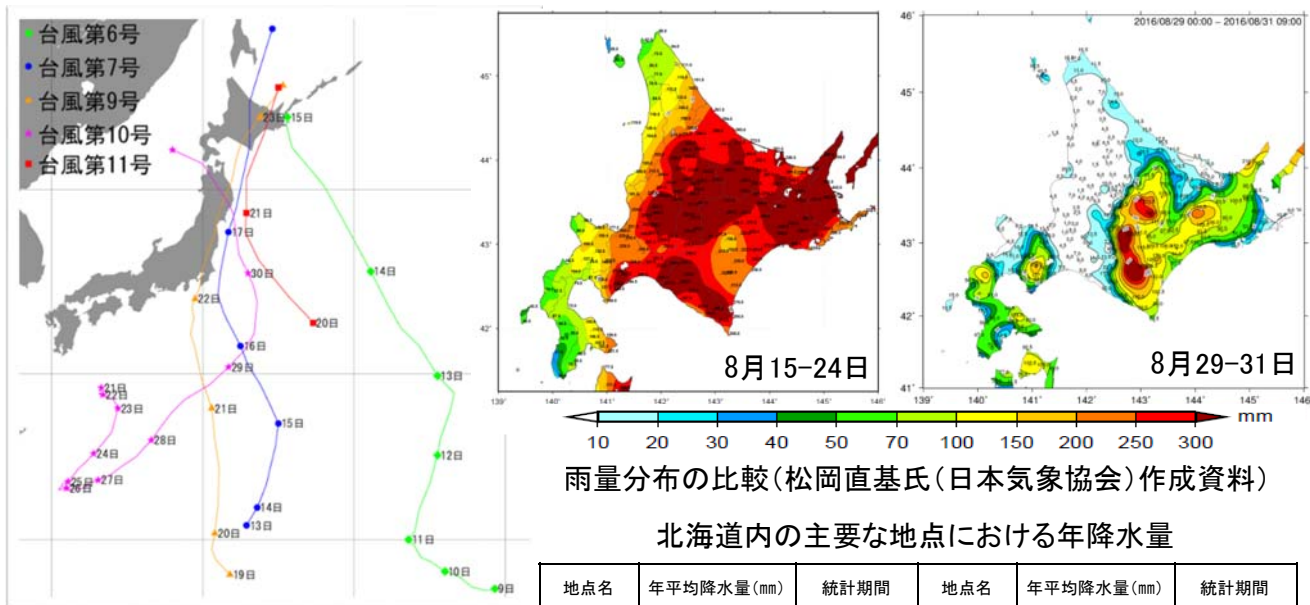
1

### 本日のお話

1. 平成28年8月北海道豪雨災害の概要
2. 堤防決壊箇所の概要  
(石狩川水系空知川、十勝川水系札内川及び音更川)
3. 越流による堤防決壊についての考察(空知川、札内川)
4. 侵食(流路変動)による堤防決壊についての考察(音更川)
5. まとめ

2

# 大雨をもたらした気象の概況について



2016年8月の北海道の天候に影響を及ぼした台風の経路  
(札幌管区気象台HP)

北海道内の主要な地点における年降水量

地点名	年平均降水量(mm)	統計期間	地点名	年平均降水量(mm)	統計期間
札幌	1,097	1876~2015	釧路	1,077	1890~2015
函館	1,170	1873~2015	帯広	934	1892~2015
小樽	1,241	1943~2015	網走	829	1889~2015
旭川	1,097	1888~2015	北見	766	1976~2015
室蘭	1,183	1923~2015	留萌	1,244	1943~2015

- ・1年で3個の台風の北海道上陸は統計開始以来初めて
- ・台風の太平洋側から三陸地方への上陸も統計開始以来初めて

## 国管理河川の主な被害状況

■国管理河川では、石狩川水系空知川、十勝川水系札内川等で堤防が決壊するなどの被害が発生。北海道での国管理河川の堤防決壊による氾濫は、昭和56年洪水以来。



## 北海道管理河川の主な被害状況(台風第11号、第9号)

■石狩川水系辺別川及び常呂川水系東亜川で堤防が決壊する等、17水系44河川で浸水被害等が発生。

石狩川水系:22 河川  
【床下浸水16戸、床上浸水1戸、浸水面積370.1ha】



石狩川水系辺別川(被害状況)H28.8.23撮影

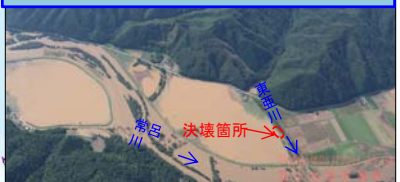


石狩川水系ペーパン川(被害状況)H28.8.21撮影

渚滑川水系:1河川  
【床下浸水1戸、浸水面積12.0 ha】

湧別川水系:1河川  
【浸水面積21.8 ha】

常呂川水系:3河川  
【床下浸水11戸、床上浸水1戸、  
浸水面積117.5ha】



常呂川水系東亜川(被害状況)H28.8.23撮影

網走川水系:2河川  
【浸水面積19.1ha】

藻琴川水系:1河川  
【浸水面積29.0ha】

鷲川水系:1河川【床下浸水1戸、浸水面積25.1ha】



鷲川水系穂別川(被害状況)H28.8.25撮影

真沼津川水系:1河川  
【浸水面積19.3ha】

入鹿別川水系:1河川  
【浸水面積26.9ha】

地理院地図  
(電子国土Web)

北海道開発局作成資料を一部加工

## 北海道管理河川の主な被害状況(台風第10号)

■十勝川水系芽室川で堤防が決壊する等、7水系19河川で浸水被害等が発生。

石狩川水系:2河川  
【床下浸水24戸、床上浸水5戸、  
浸水面積69ha】



沙流川水系沙流川(被害状況)H28.8.31撮影

湧別川水系:2河川  
【浸水面積20ha】

斜里川水系:2河川  
【浸水面積66ha】

奥薬別川水系:1河川  
【浸水面積36ha】

北海道開発局作成  
資料を一部加工

十勝川水系:10河川  
【家屋流出15戸、床上浸水58戸、  
床下浸水111戸、浸水面積912ha】



十勝川水系芽室川(被害状況)H28.8.31撮影



十勝川水系パンケ新得川(被害状況)H28.9.1撮影



十勝川水系ペケレベツ川(被害状況)  
H28.9.1撮影



十勝川水系ペケレベツ川(被害状況)  
H28.8.31撮影

地理院地図  
(電子国土Web)

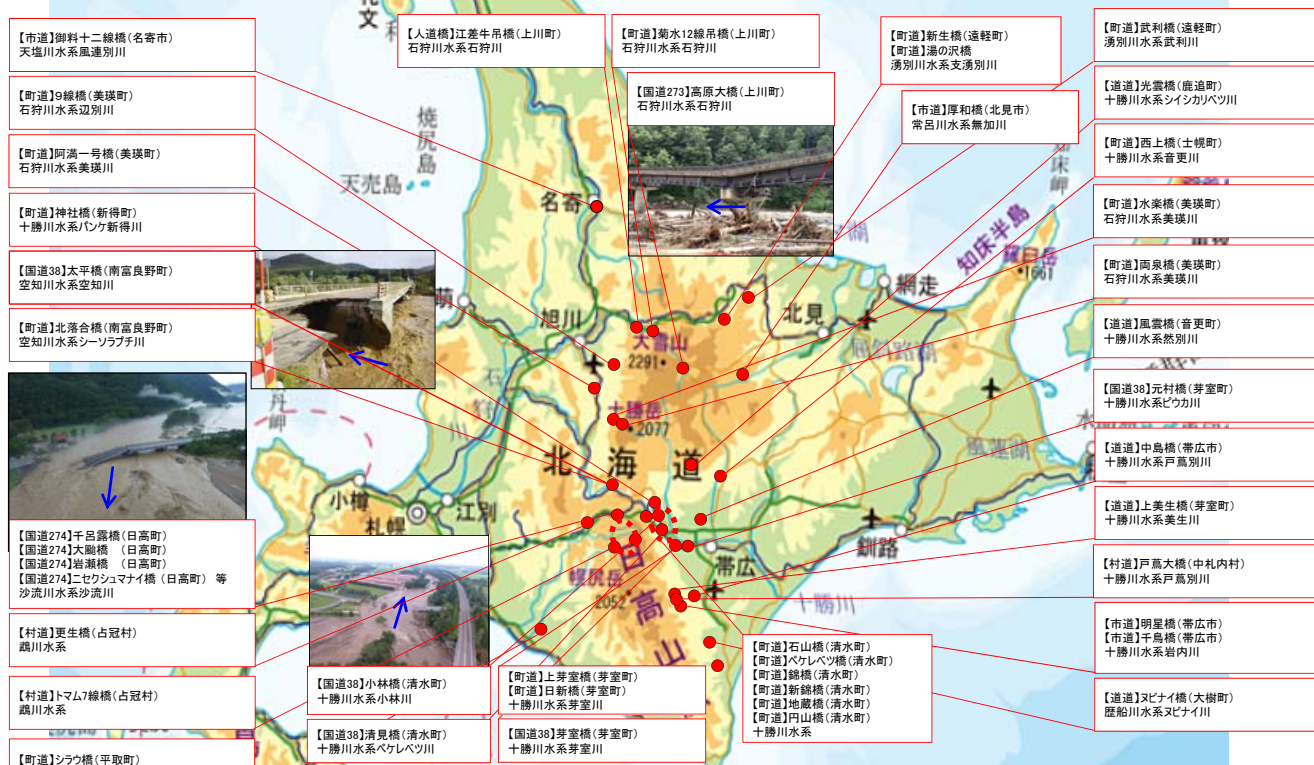
# 国道の被災状況

■十勝地方を中心に多くの道路が被災し、国道では、38号、273号、274号等、合計160.2km区間が通行止めとなった。



# 主な道路橋梁被災について

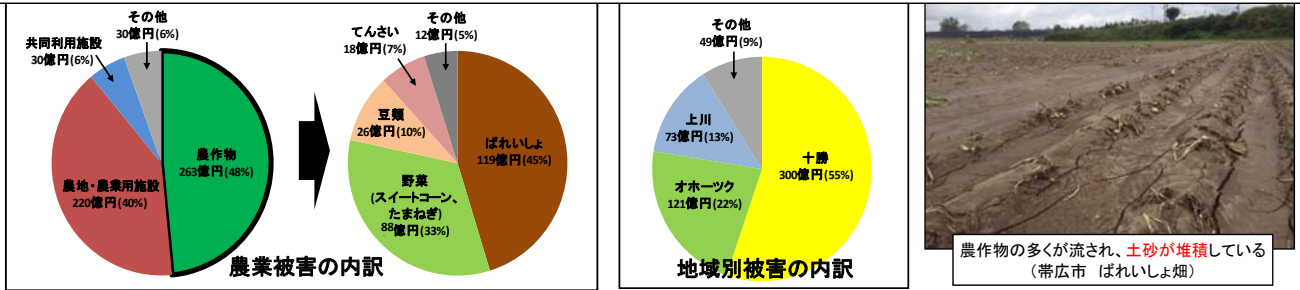
■国道・道道・市町村道で、橋台背面の洗掘等による多数の橋梁の被害が発生。



北海道開発局作成資料を一部加工

# 農業被害状況

- 被害面積38,927ha、被害金額543億円(9/27 北海道発表)。北海道東部の畑作地帯での被害が大きく、ばれいしょやスイートコーン、たまねぎなどの野菜類が被害額の大部分を占める。
- 農作物の浸水等により、収穫できない・収穫が遅れる等の被害が発生。作物や土壌の流出、土砂流入が発生。食品加工場の被災で、受入予定であった農作物の生産者等にも影響。
- 小麦、ばれいしょ、てんさいを中心とした輪作体系の確立した圃場で、(秋まき)小麦が作付できなかった場合、輪作体系のバランスが崩れ、その影響は翌年以降も続くことが懸念。



農作物ごと土壌が流出し、上流からは土砂が運ばれ堆積している(芽室町)



農作物が浸水被害を受け、収穫できない・収穫が遅れが生じている(芽室市 デントコーン畑)



国産スイートコーン缶詰の国内シェア80%を占める缶詰工場が被災。復旧のめどが立たず、2016年産のとうもろこし等を原料とした商品の製造を中止。契約畑において出荷ができない事態。

北海道開発局作成資料を一部加工

# 石狩川水系空知川の堤防決壊箇所の概要

- 8月31日の深夜から未明にかけて空知川の堤防が2箇所決壊。
- 上流箇所の決壊原因は越流と推定。ただし、侵食が堤防に及んだ可能性は否定できない。
- 下流箇所の決壊原因は、堤内から堤外への氾濫水の越流と推定。



下流決壊箇所

上流決壊箇所

## 十勝川水系札内川及び音更川の堤防決壊箇所の概要①

- 8月31日の深夜から未明  
札内川(KP25.0)の堤防が決壊  
(約50haが浸水)
- 8月31日の夜  
音更川(KP21.2)の堤防が決壊  
(浸水被害無し)
- 9月1日午前中  
札内川(KP40.5)の堤防決壊が  
河川巡視員により発見  
(浸水被害無し)

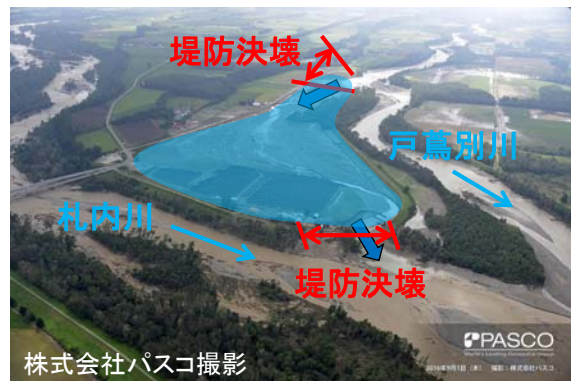


十勝川流域図と堤防決壊箇所(北海道開発局作成資料を一部加工)<sup>11</sup>

## 十勝川水系札内川及び音更川の堤防決壊箇所の概要②

札内川(KP25.0)

- 決壊原因は、戸蔦別川の堤防の決壊によって生じた氾濫水の堤内から堤外への越流と推定。
  - 堤内側からの氾濫流による侵食で決壊幅が拡大した可能性。
- ※戸蔦別川の堤防の決壊原因は、侵食と推定



戸蔦別川からの氾濫水が流下した堤内地の状況

# 十勝川水系札内川及び音更川の堤防決壊箇所の概要③

音更川(KP21.2)・札内川(KP40.5)

写真・画像は北海道開発局提供

■決壊原因は侵食と推定。



音更川(KP21.2)の堤防決壊



札内川(KP40.5)の堤防決壊

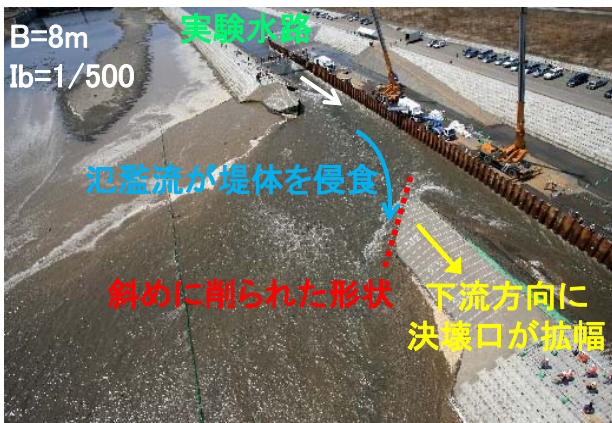


音更川の堤防決壊確認時(緊急復旧工事着手時)のCCTV画像

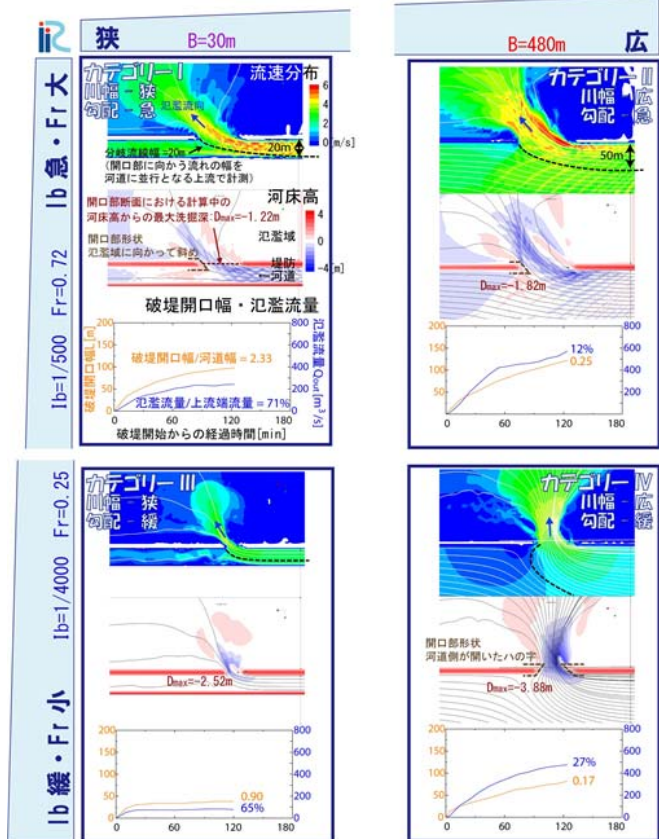
## 越流による堤防決壊に関する研究成果

■急勾配河川の堤防決壊

- (1) 氾濫流の主流部は決壊口内の下流側に位置
- (2) 決壊口の拡幅は下流方向に卓越
- (3) 下流側堤体の先端が斜めに削られた形状



千代田実験水路における決壊口の拡幅状況



数値計算による河道形状に応じた堤防決壊現象の分類 (島田ら(水工学論文集 第61巻)を一部加工)

## 越流による堤防決壊についての考察(空知川上流決壊箇所)①

■堤防決壊後に、決壊口は下流方向に卓越して拡幅したと推測。

→決壊地点は決壊口の上流端近傍。

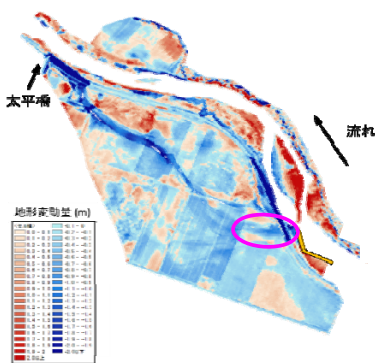
実際に、決壊口の上流端近傍では、

- ・明瞭な越流の痕跡が見られた。
- ・落掘と思われる侵食域が形成されていた。
- ・再現計算でも越流位置は決壊口の上流端近傍。

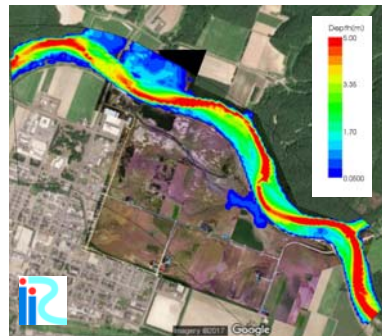
決壊口の上流端近傍の越流痕跡



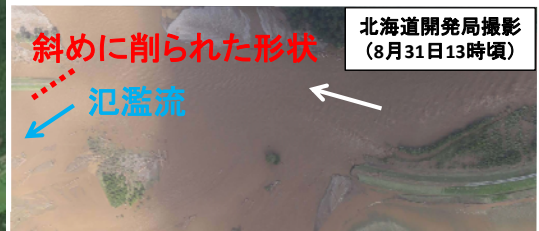
■洪水減水期の空撮写真では、下流側に残っている堤防の先端が斜めに削られた形状になっている。



落掘と思われる侵食域



空知川からの越流(再現計算)  
(土木学会調査団報告書より)



北海道開発局撮影  
(8月31日13時頃)

決壊部下流端の堤防の先端形状  
(赤の点線)

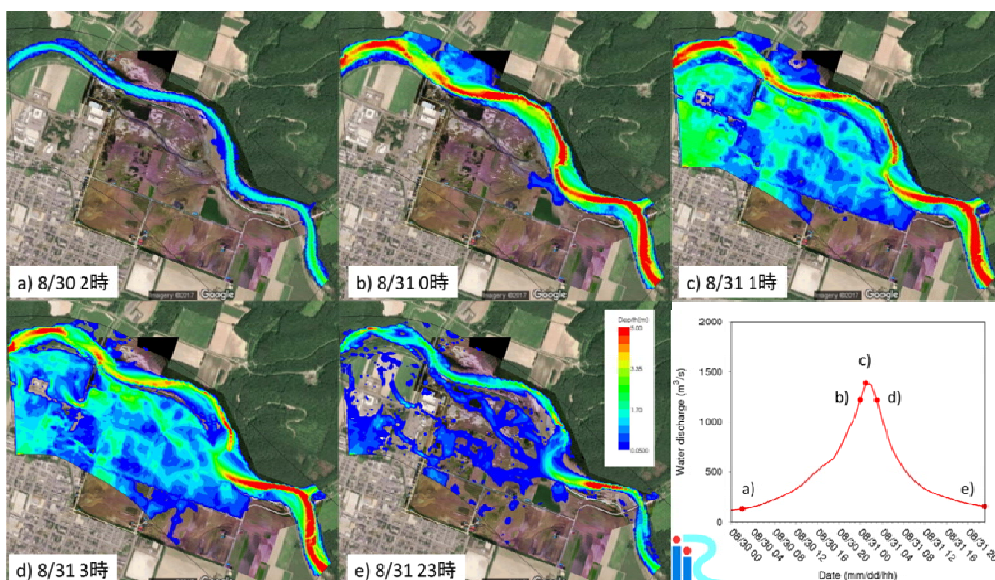
## 越流による堤防決壊についての考察(空知川上流決壊箇所)②

平成28年出水の再現計算(越流と流路変動の決壊への影響を考察)

■越流は、ピーク流量に達する前の8月31日午前0時頃に発生。

■越流位置は決壊口の上流端近傍。

■湾曲部内岸を流れていた低水路は、越流開始時点では堤防に接近しており、高水敷や堤防の侵食を引き起こしていたと推測。



平面二次元河床変動モデルによる氾濫計算結果(土木学会調査団報告書より)



## 越流による堤防決壊についての考察(札内川)①

平面二次元河床変動モデルによる再現計算

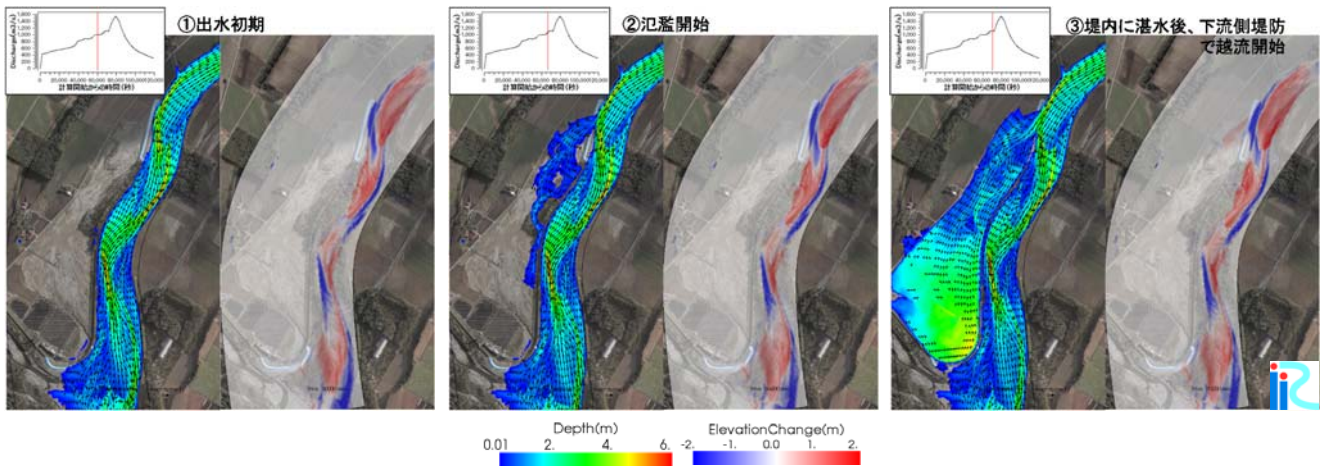
■戸蔦別川の堤防決壊から札内川の堤防決壊までの一連現象を検証

①側方侵食が戸蔦別川右岸堤防の位置まで進行。

②流量ピークの約3時間半前に氾濫開始。

③札内川の堤防の一番低い箇所からの越流開始

氾濫流が堤内に湛水し、流量ピークの約2時間半前に越流開始。



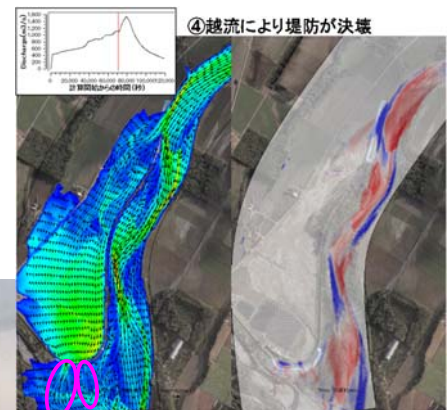
再現計算結果(①~③それぞれ左図:水深コンター図;右図:河床変動量)(土木学会調査団報告書より)

17

## 越流による堤防決壊についての考察(札内川)②

④越流により札内川の堤防が決壊

堤防の一番低い箇所の決壊に加えて、堤防天端の2番目に低い箇所からも越流が始まり2番目の決壊も発生。

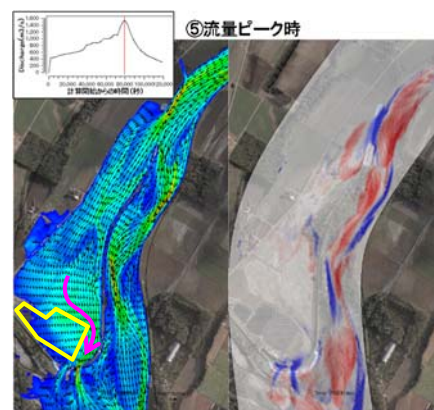


北海道開発局提供

18

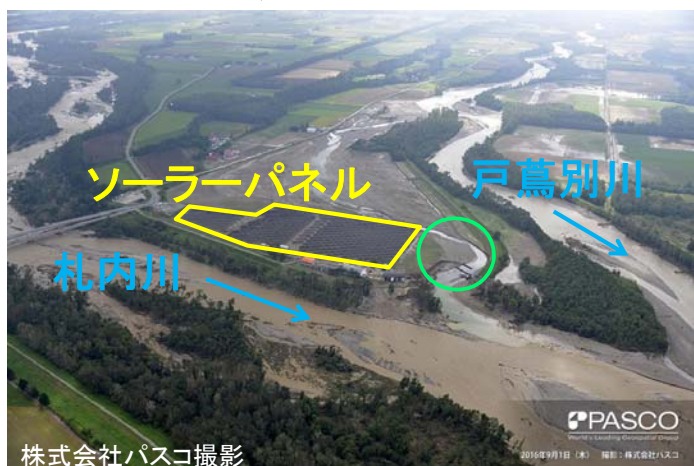
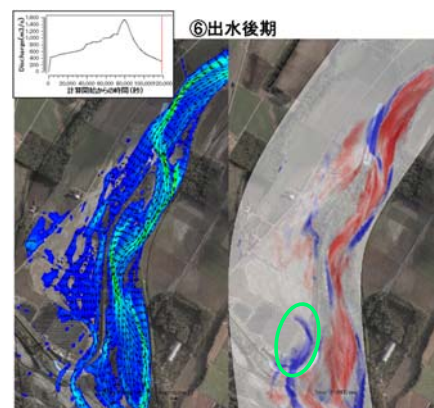
⑤流量ピーク時

ソーラーパネルを避けるように主流部が形成され、ソーラーパネル背後の最初の決壊箇所よりも2番目の決壊箇所に流れが集まり、2番目の決壊箇所周辺で侵食が急速に進行。



⑥出水後期の流量減衰後

決壊箇所の侵食域が堤内の上流側へ拡大している状況が良好に再現。



堤防の決壊や決壊部の拡幅に関する数値計算上の留意点

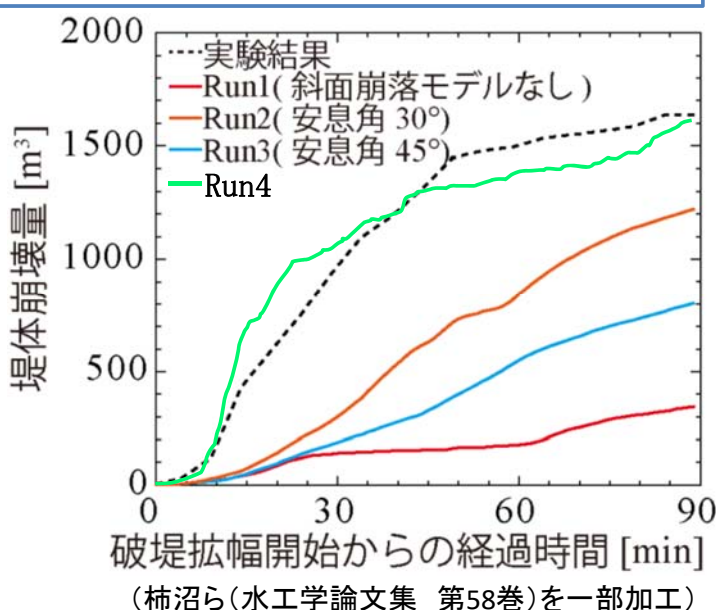
一般的に、堤防決壊を伴う氾濫現象を  
通常のパネル二次元河床変動モデルで良好に再現可能？

再現性を悪化させる要因

(1) 決壊口の拡幅現象

急流河川の決壊口の拡幅現象は、堤体下部が氾濫流の主流部がぶつかって侵食された後にオーバーハングした堤体上部が崩落するプロセスの繰り返し。(千代田実験水路)

→決壊口の拡幅推定モデルを組み込むことで、数値計算の精度向上が期待できる(—Run4)。



(柿沼ら(水工学論文集 第58巻)を一部加工)

(2) 越流時の堤防の侵食現象

築堤工事の際の締固めや堤防植生等により、現実の堤防は数値計算上の堤防よりも越流による侵食に強いはずで、再現計算では、実際の決壊時刻よりも早めに堤防が決壊する計算結果が出て来る可能性に留意。

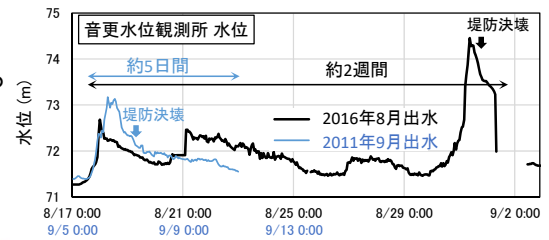
## 侵食(流路変動)による堤防決壊についての考察(音更川)①

### 音更川

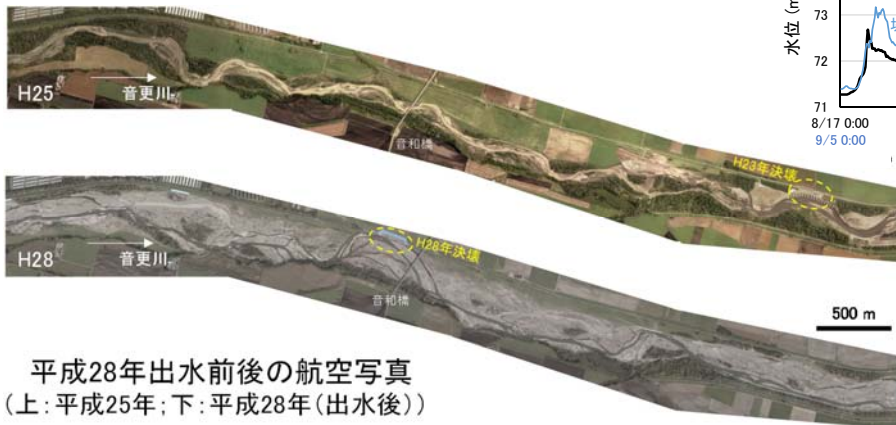
- 北海道内の代表的な急流河川の一つ。
- 元来は複列or網状の河道で、中小規模の出水でも著しい側方侵食の生じ得る。  
例)平成23年出水(約80mの側方侵食で堤防決壊)
- 平成28年出水は、平成23年よりも洪水継続時間がずっと長く、長い洪水期間中に大量の土砂が移動して約170mもの側方侵食が生じて堤防決壊に至ったと推察。



堤防流出状況(平成23年9月7日)



音更水位観測所データ  
(平成28年は暫定値)



平成28年出水前後の航空写真  
(上:平成25年;下:平成28年(出水後))

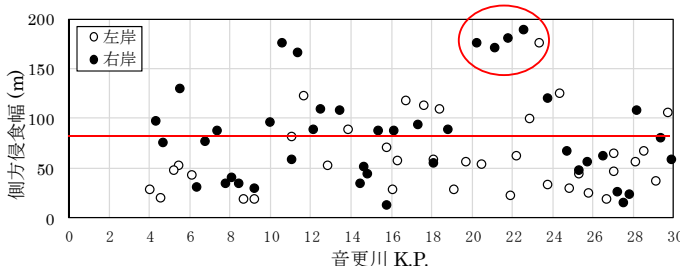
写真は北海道開発局提供

21

## 侵食(流路変動)による堤防決壊についての考察(音更川)②

- 堤防決壊箇所周辺で側方侵食幅が特に大きい、それ以外にも100mを超える側方侵食が多くの箇所が発生。
- 音更川では堤防防護の観点から必要な高水敷幅は80mと設定。
- 平成28年の堤防決壊箇所では出水前に十分な高水敷幅を確保していたものの、これまでにない大規模な流路変動により堤防決壊が発生。

→音更川の現在の堤防防護の考え方の見直しを検討する必要。



平成28年の出水における音更川の側方侵食幅

22

## 侵食(流路変動)による堤防決壊についての考察(音更川)③

平成28年出水の再現計算(堤防決壊に至った大規模流路変動を検証)

■堤防決壊位置をほぼ正確に再現。

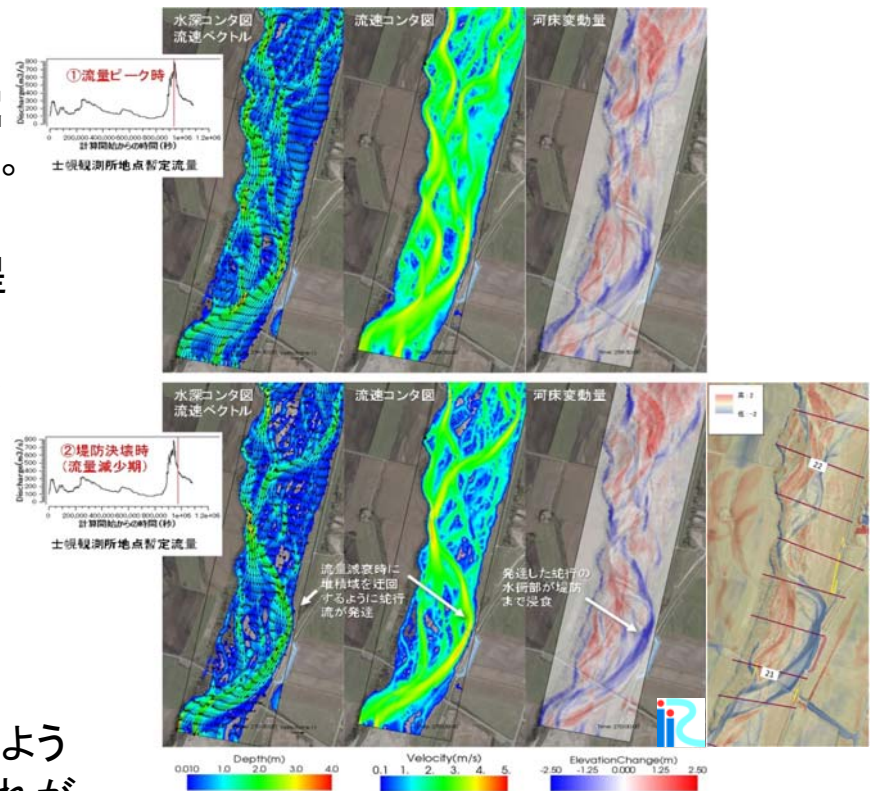
■河道全体の堆積・洗掘傾向も概ね良好に再現。

■流量ピーク時

- ・長時間の出水で既に堤防近くまで流路が移動。
- ・流れは堤防法線に対し比較的平行で直線的。
- ・同一断面内に複数筋の高速な流路が見られる他、河道全幅で比較的高速な流れが発生。

■流量減少期

- ・土砂堆積域を迂回するように蛇行流が発達して流れが一つの流路に集中。



河床変動計算(上:①流量ピーク時;下:②堤防決壊時(流量減少期))(左)とLPデータから算出した実際の河変動量(右下 北海道開発局提供)

23

## 急流河川における大規模流路変動に関連する課題

■出水中の大規模な流路変動(高水敷の側方侵食)は、数値計算によって、ある程度再現することが可能。

→例えば、大規模流路変動が近い将来に生じる可能性が相対的に高いと思われる箇所を数値計算で予測し、危険と予測される箇所に低水護岸を優先的に整備する方策が考えられる。

**<課題> 大規模流路変動のメカニズムは十分に解明されていない。**

数値計算で大規模流路変動がある程度予測できても、そのメカニズムの十分な理解無しでは効率的な対策が実施できない恐れ。

例1)土砂供給が流路変動に大きな影響を及ぼすならば、土砂の生産源(例:上流域、近傍の河岸等)の対策

例2)河道内樹木群が偏流を生じさせて流路変動を助長させるならば、原因となる樹木群を特定した上で樹木管理の改善・強化



「急流河川の大規模河岸侵食対策技術に関する研究」に着手。

24

## 平成28年8月北海道豪雨災害の特徴

- 急流河川での流路変動による堤防決壊が顕著。
- 中小河川でも大規模流路変動が数多く発生。流路変動で主流路が橋台背面まで移動し、背面盛土が流出して多くの橋梁が被災。
- 上流からの氾濫流により堤防が堤内側からの越流で決壊(2事例)。
- 「統計開始以来初めて」という特異な気象状況。



平成28年8月北海道大雨激甚災害を踏まえた水防災対策検討委員会  
「今回の北海道大雨激甚災害を踏まえ、気候変動の影響が現実のものになったと認識し、北海道から先導的に気候変動への適応策に取り組むべきである。」



北海道地方における気候変動予測(水分野)技術検討委員会  
気候変動の影響を最新の知見に基づき科学的に予測し、モデル流域における降雨の変化、洪水流出量の変化、リスクの変化を検討