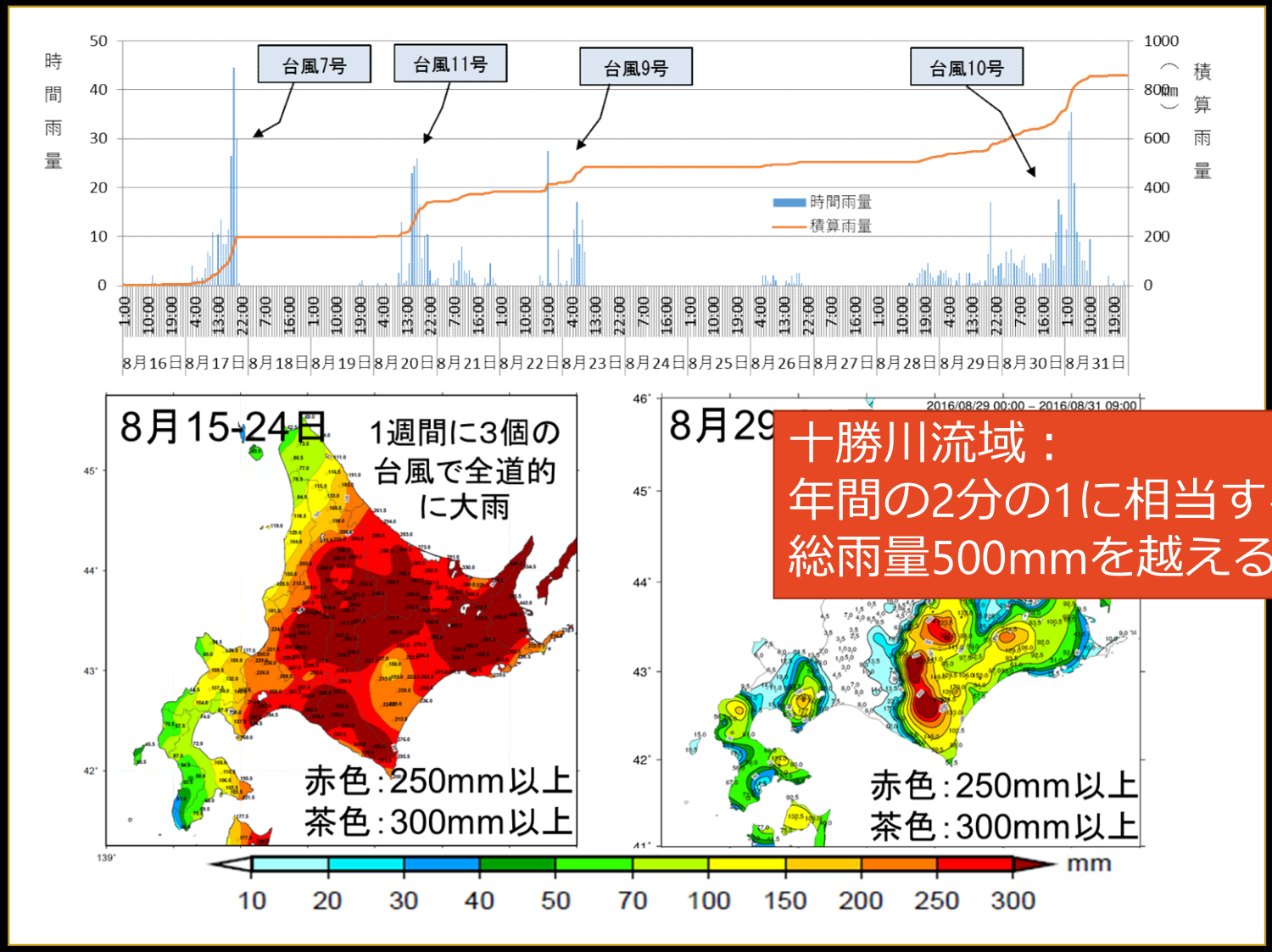
十勝川水系の状況

北海道大学工学研究院
河川・流域工学研究室
泉　典洋

2016年8月北海道豪雨



十勝川流域：
年間の2分の1に相当する
総雨量500mmを越える雨量を観測

松岡直基（日本気象協会）作成

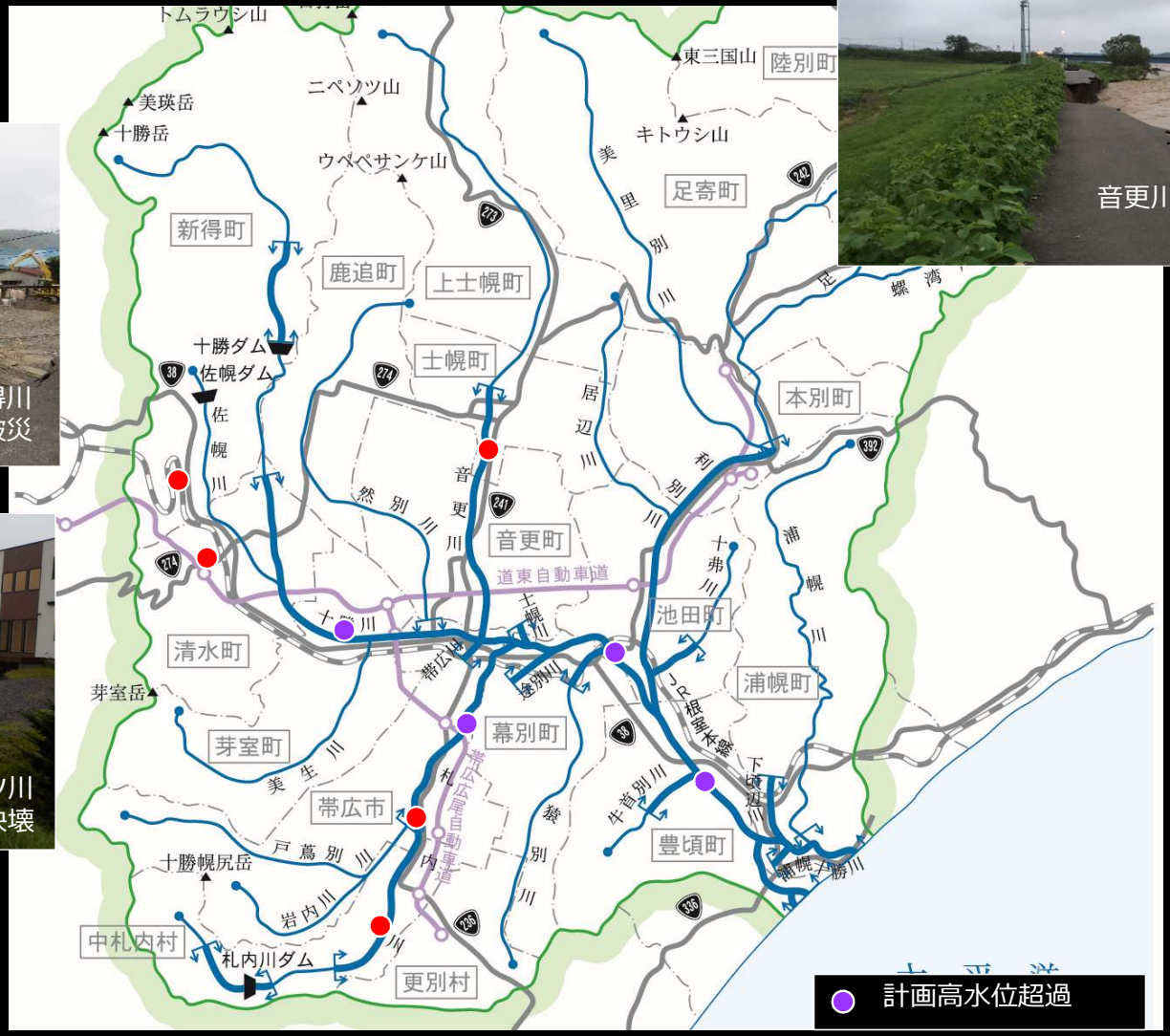
十勝川水系の被害の概要（台風第１０号）

国管理区間では２河川４観測所で計画高水位を超過
（十勝川～芽室太、千代田、茂岩、札内川～南帯橋）

十勝川水系の被害の概要（台風第１０号）

パンケ新得川
落橋，JR橋被災

ペケレベツ川
落橋，住宅流出，堤防決壊

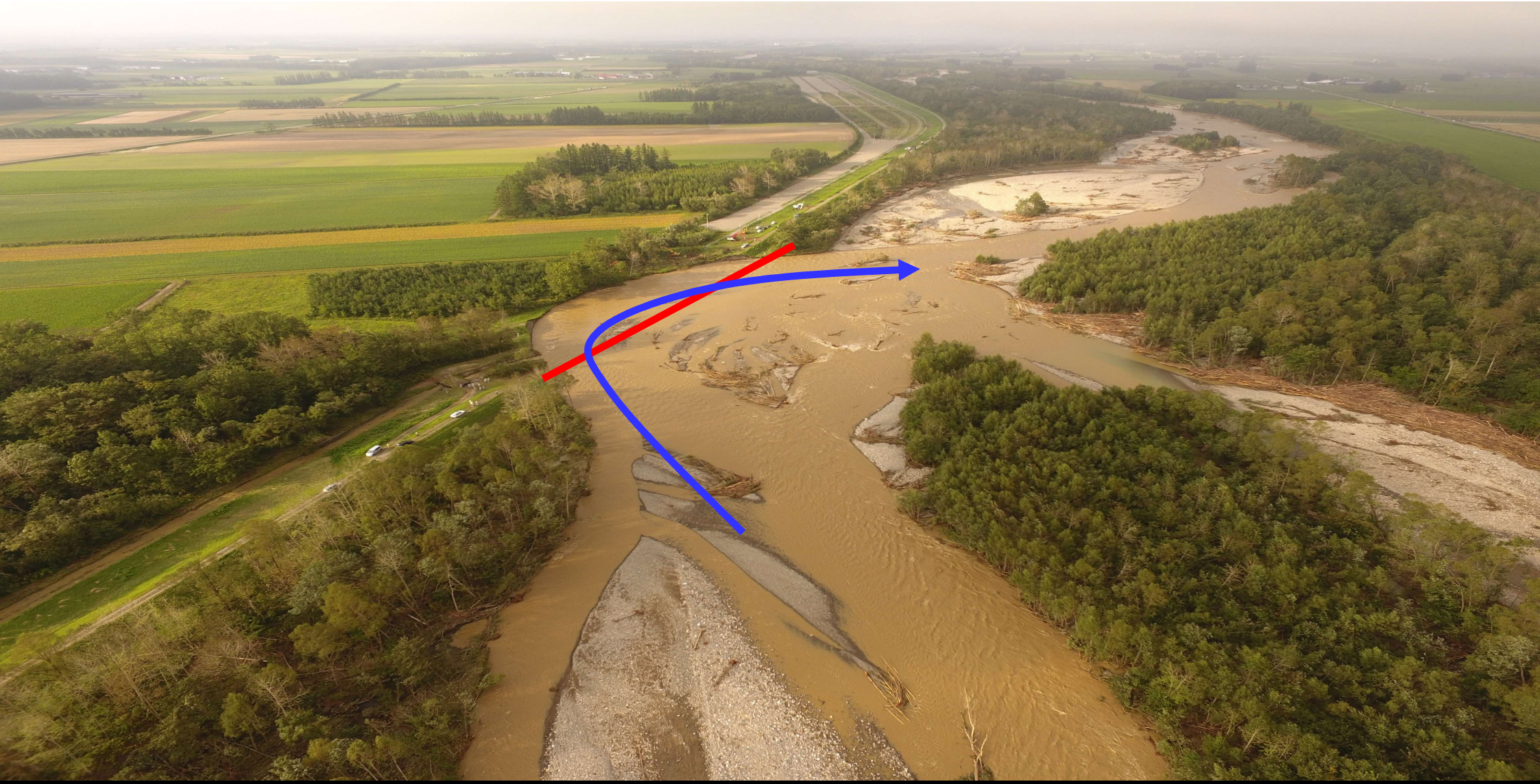


音更川KP21.2付近
堤防決壊

札内川KP25.0付近
堤防決壊

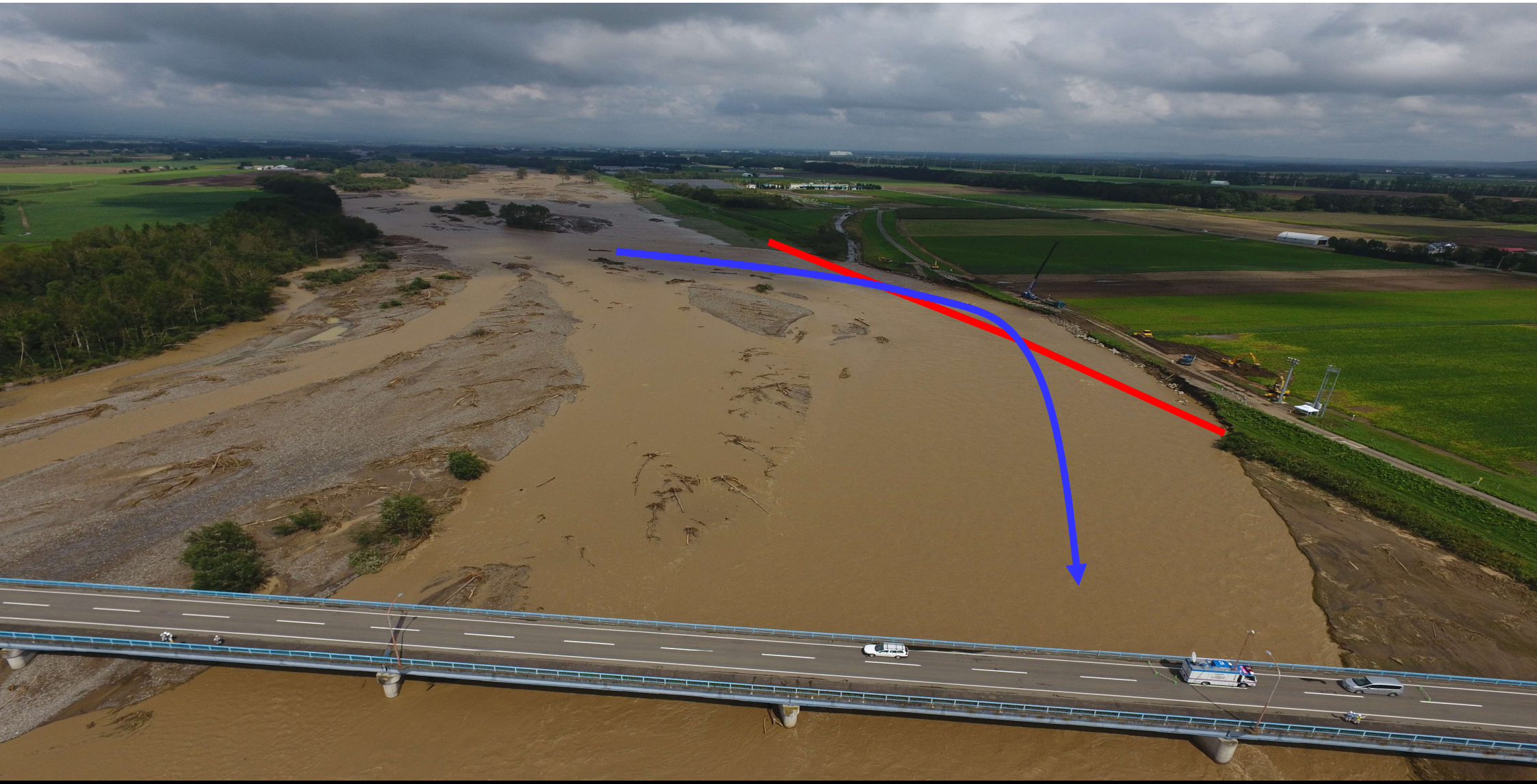
札内川KP40.5付近
堤防決壊

十勝川水系・札内川（戸蔦別合流点）



十勝川水系・札内川（上札内観測所）

調査団撮影（9月2日）



十勝川水系・音更川

撮影：東和工研

北開水工コンサルタント撮影（9月13,14日）

清水撮影（10月19日）

十勝川水系・音更川（上士幌町）

十勝川水系・ペケレベツ川(石山橋)

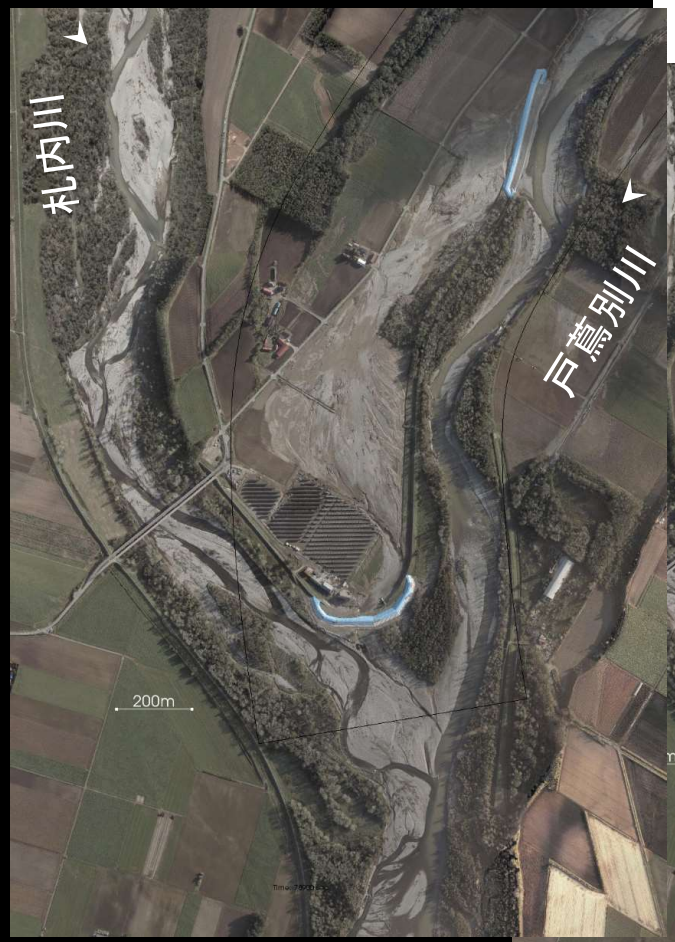
十勝川水系・パンケシントク川(JR橋）

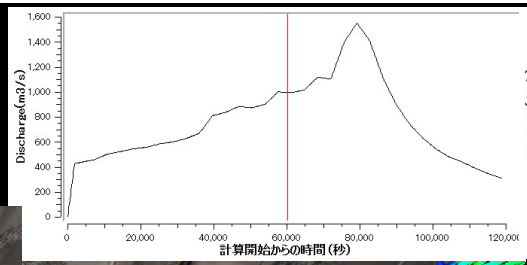
北海道河川財団撮影

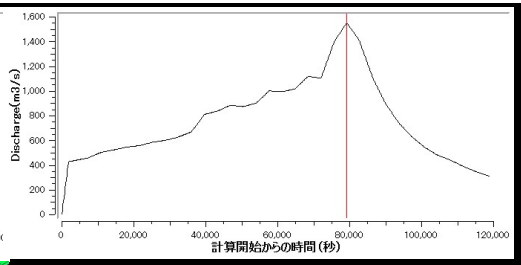
札内川
札内川・戸蔦別川合流点
戸蔦別川
PASCO
World's Leading Geospatial Group
2016年9月1日（木）　撮影：株式会社パスコ

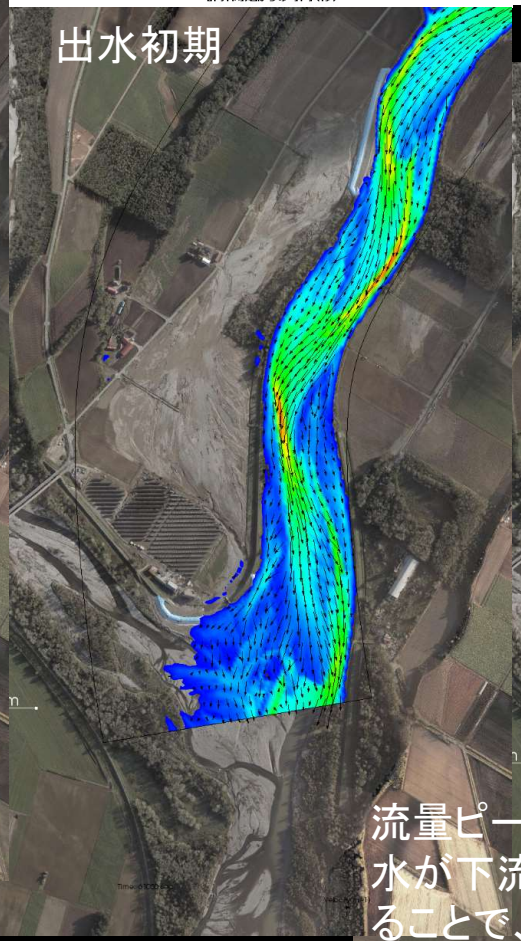
氾濫現象の再現

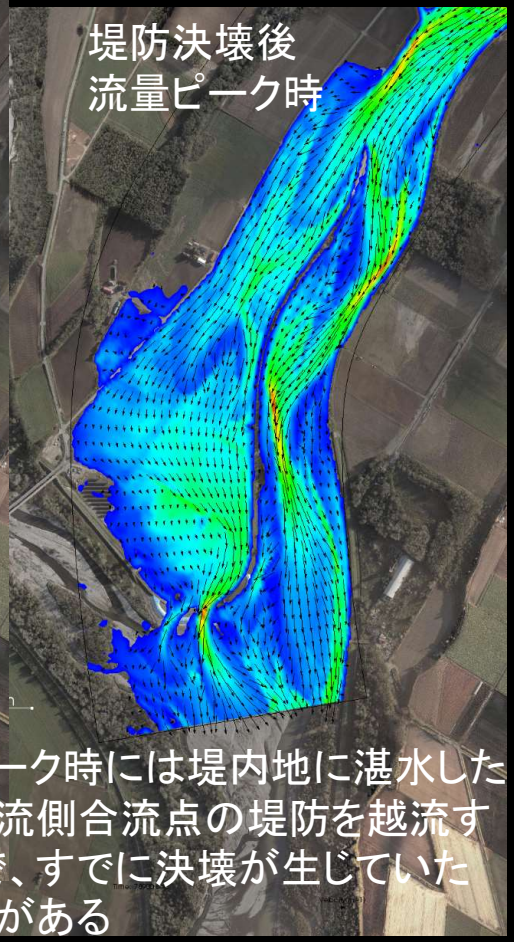
平面2D河床変動計算











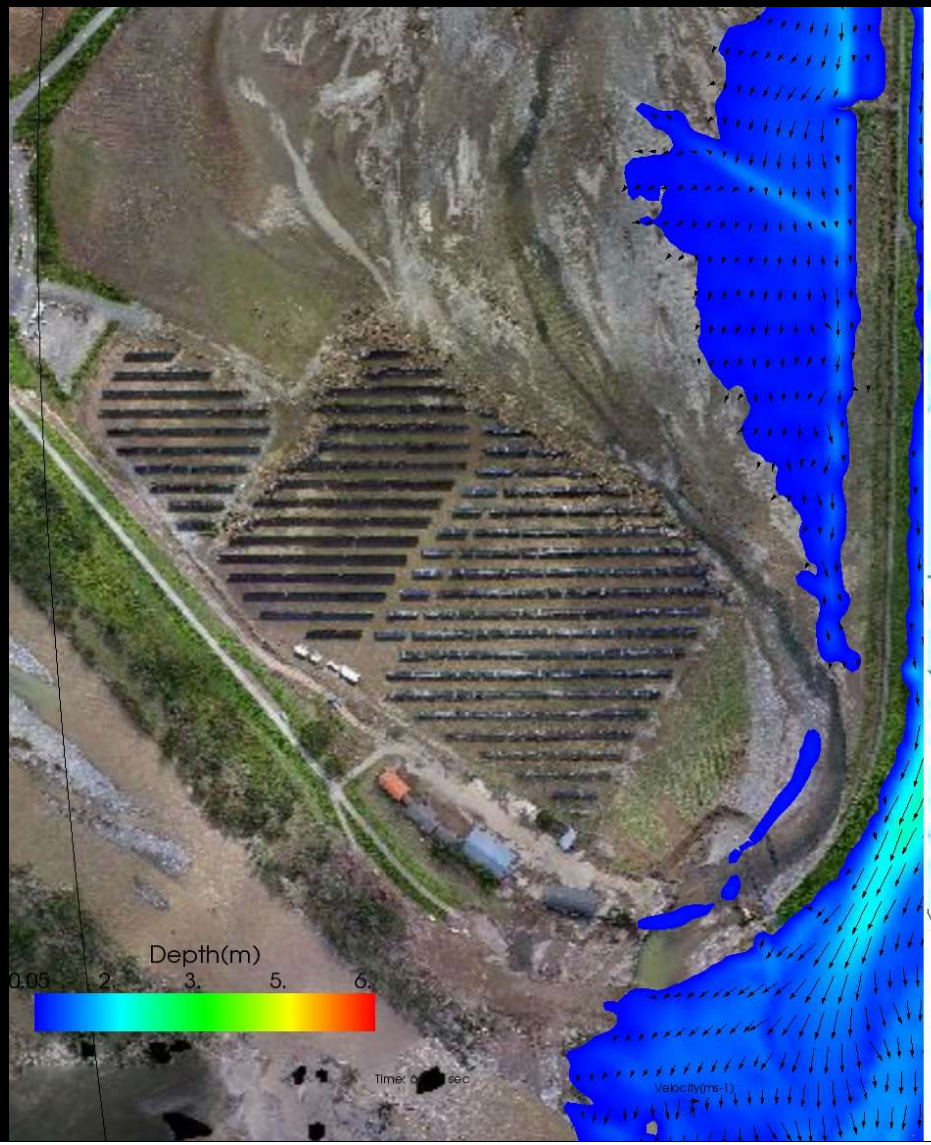
流量ピーク時には堤内地に湛水した水が下流側合流点の堤防を越流することで、すでに決壊が生じていた可能性がある

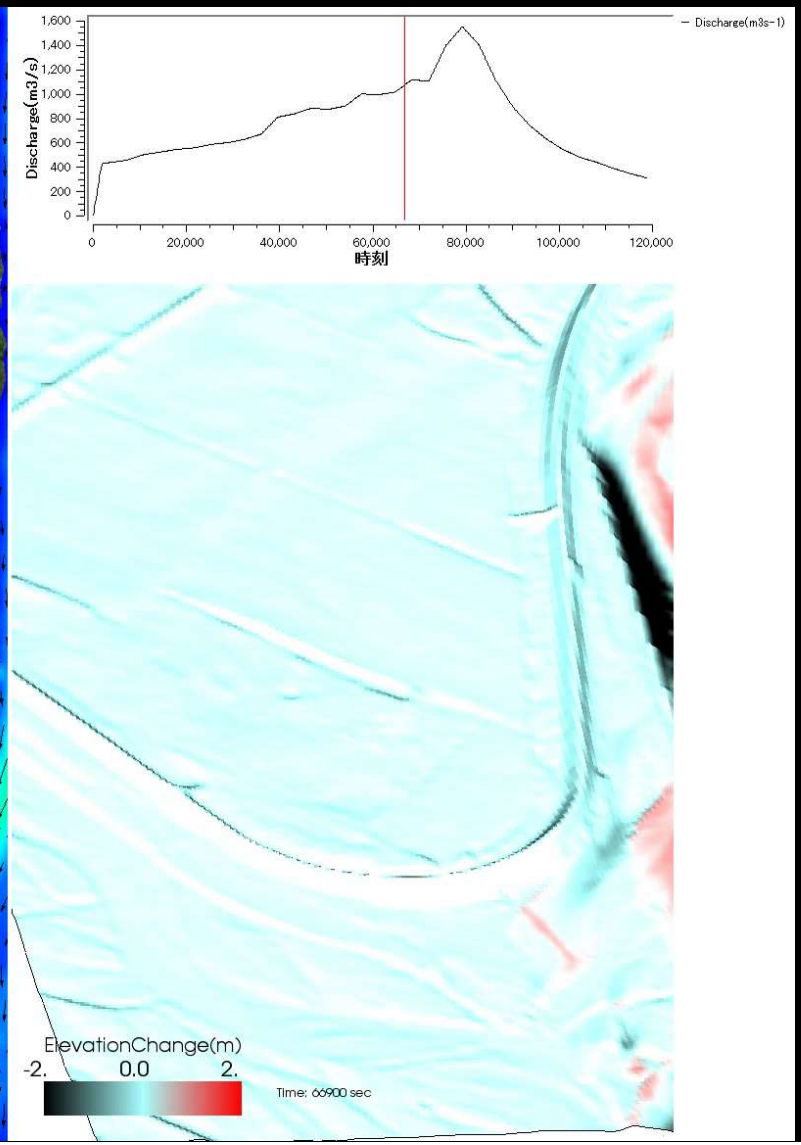
協力： 寒地土木研究所 川村里実氏

iRIC Nays2D

下流側合流点での決壊の再現

iRIC Nays2D





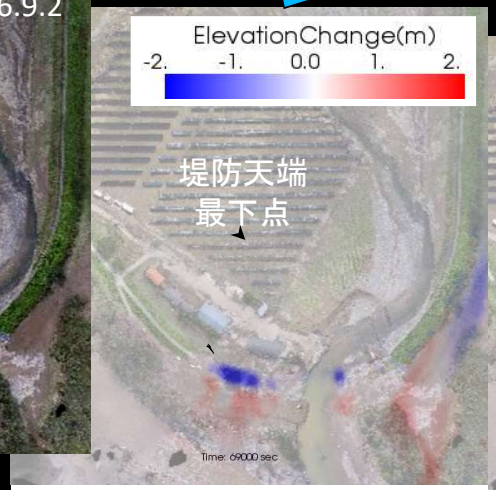
協力：寒地土木研究所 川村里実氏

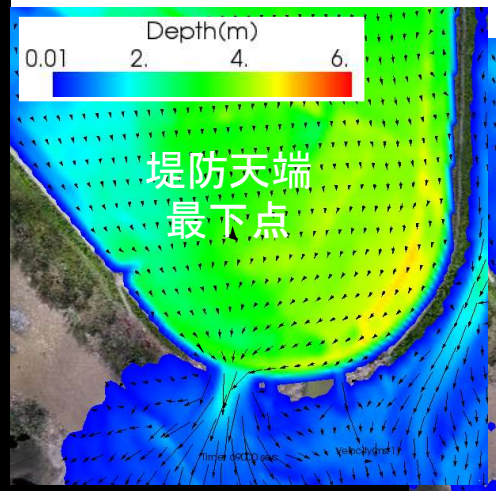
下流側合流点での決壊の再現

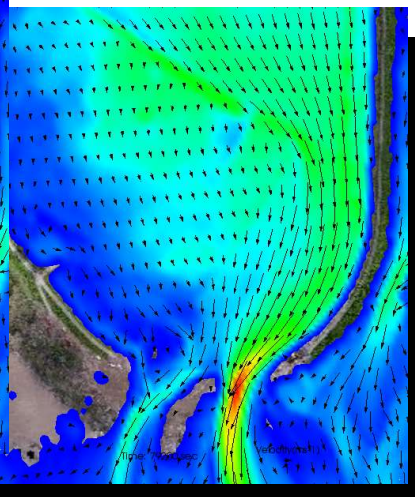
越流開始直後は、
天端最下点で流速大、
堤防侵食発生

堤内に湛水していた水が流れ出すと、その流れが集中する箇所で流速大、堤防侵食発生

土木学会調査団
ドローン空撮画像から
オルソ画像を作成





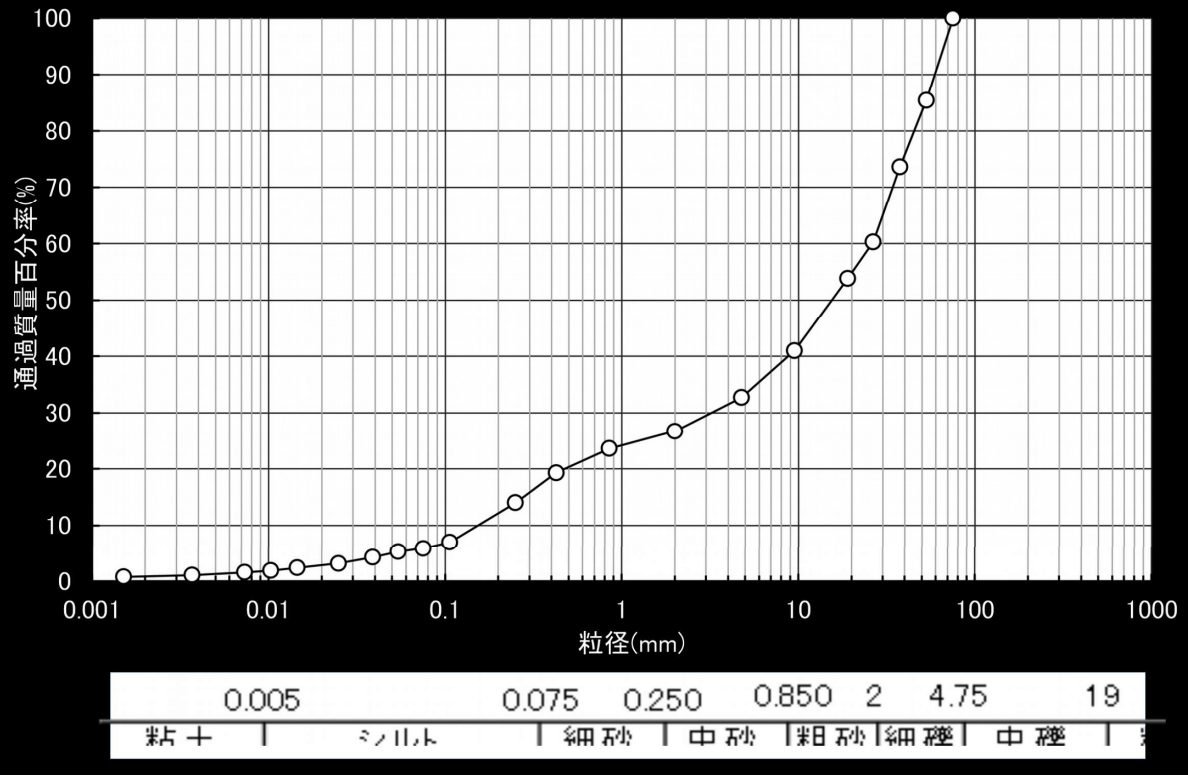


侵食域が上流側へ拡大

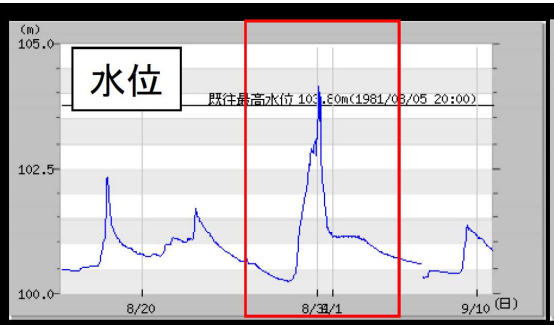
協力：寒地土木研究所 川村里実氏

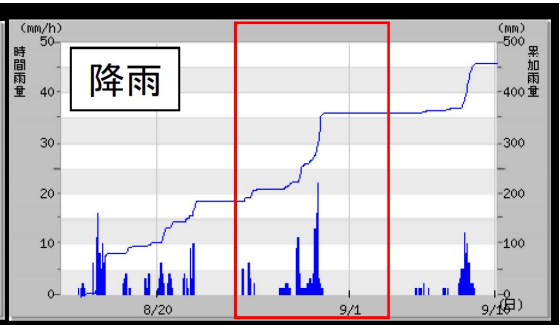
iRIC Nays2D

試料名	土粒子の密度 ρ_s (g/cm^3)	含水比 w_n (%)	粒度特性								コンシステンシー特性			地盤材料の工学的分類		締固め試験						
			含有率(%)				細粒分含有率 Fc (%)	最大粒径 D_{max} (mm)	均等係数 Uc	曲率係数 Uc'	液性限界 w_L (%)	塑性限界 w_P (%)	塑性指数 Ip	分類名	分類記号	試験条件		試験前	含水比 w (%)	乾燥密度 ρ_d (g/cm^3)	最適含水比 w_{opt} (%)	最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm^3)
			礫分	砂分	シルト分	粘土分										方法	モールド径 (cm)	含水比 w (%)				
No. 1	2.757	5.2	73.3	20.8	4.6	1.3	5.9	75	158.8	2.8	NP			粘性土まじり砂質礫	(GS-Cs)	B-c	15cm	7.0	3.7	2.064	7.3	2.204
																			4.2	2.100		
																			5.2	2.135		
																			6.0	2.158		
																			7.0	2.201		
																			7.9	2.198		
																			8.3	2.187		
																			8.8	2.179		



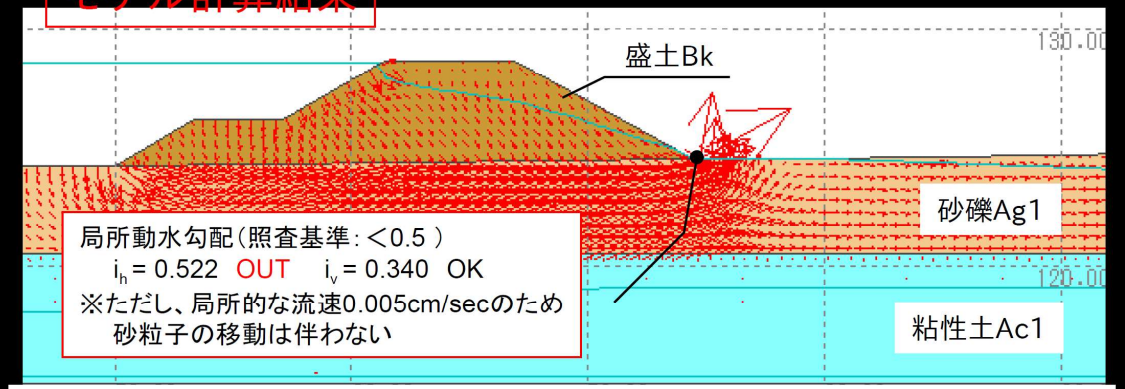
協力:日本工営株式会社

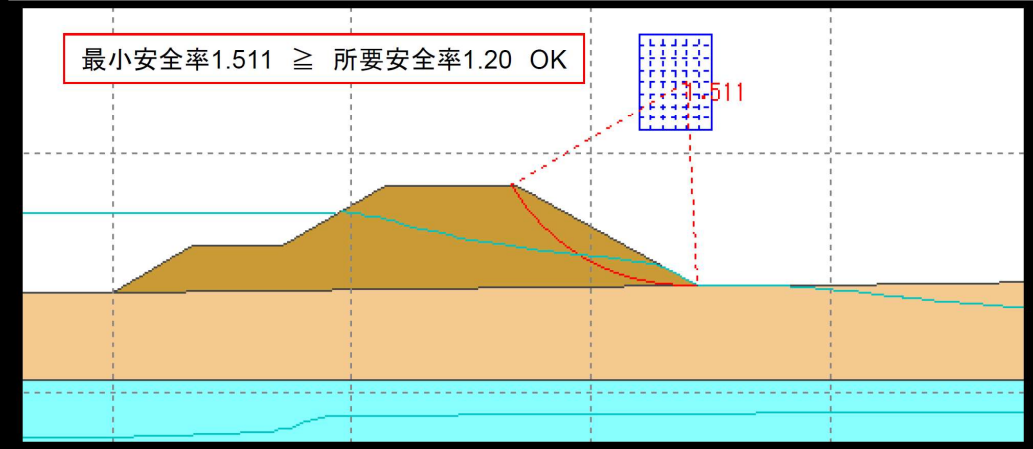




*）国土交通省　水文水質データベース（第二大川橋）

モデル計算結果

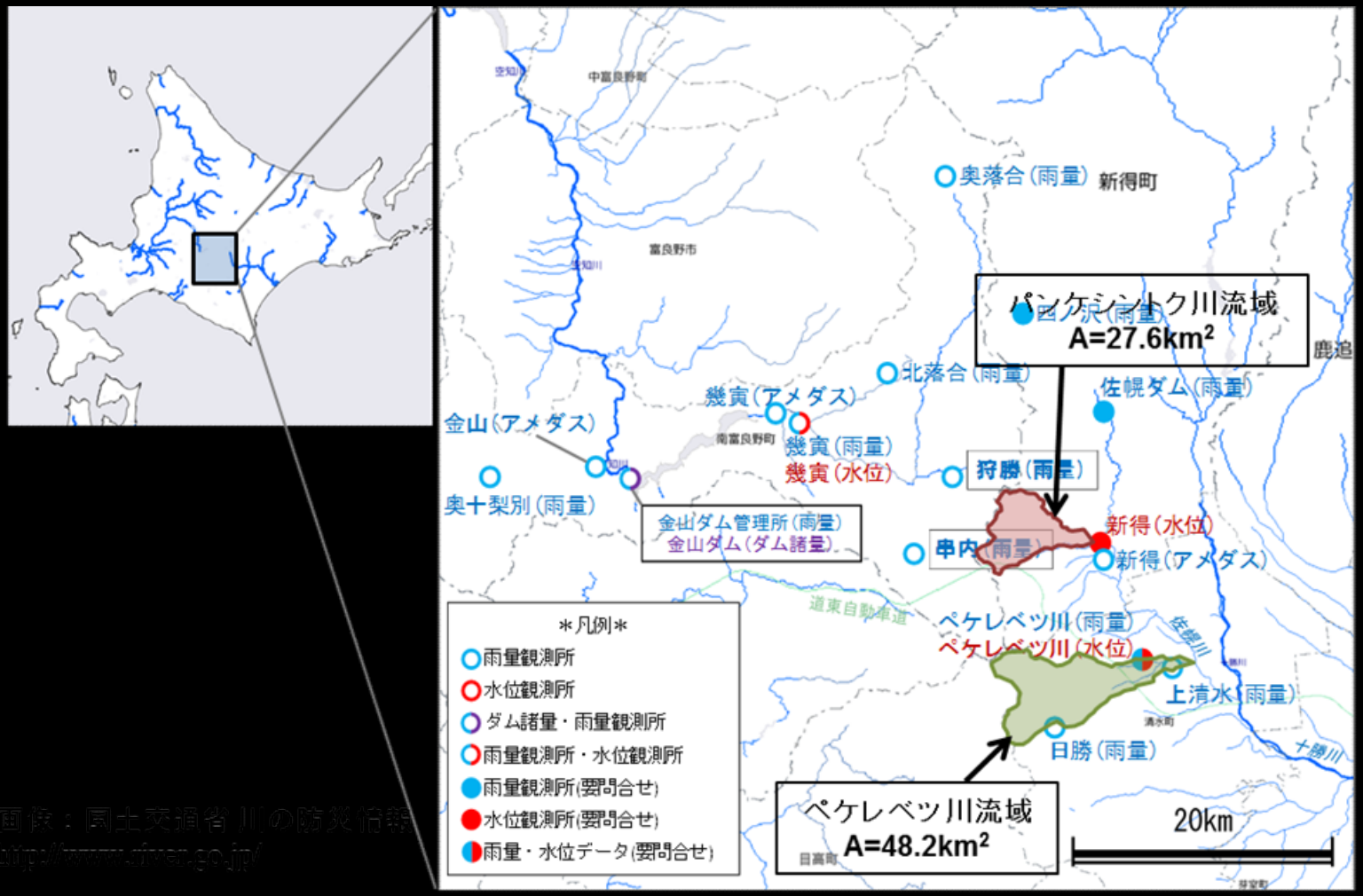




協力:
日本工営
株式会社

- 数値シミュレーションによって、次のような堤防決壊過程が再現された。
  1. 洪水ピークの5時間余り前に、流路変動に伴う側岸侵食によって戸蔦別川の堤防が決壊した。
  2. 決壊口から堤内地に流れ出した水が札内川と戸蔦別川に挟まれた堤内地に湛水した。
  3. 洪水ピークの２時間半前に、湛水した水が堤防を越流することで、札内川、戸蔦別川合流地点付近の堤防が決壊した。
  4. 流量減少時に、決壊口に生じた局所侵食が上流側へ拡大することで、堤内地地盤が大きく侵食された。
- 札内川、戸蔦別川の堤防・基盤の材料は、砂礫質が多く透水係数が大きいため、局所動水勾配はあまり大きくならず、パイピング破壊を起こしにくい。また今回は法すべりに対しても十分な安全度が確認された。このことからも戸蔦別川の堤防決壊が側岸侵食であったことが示唆される。

ペケレベツ川

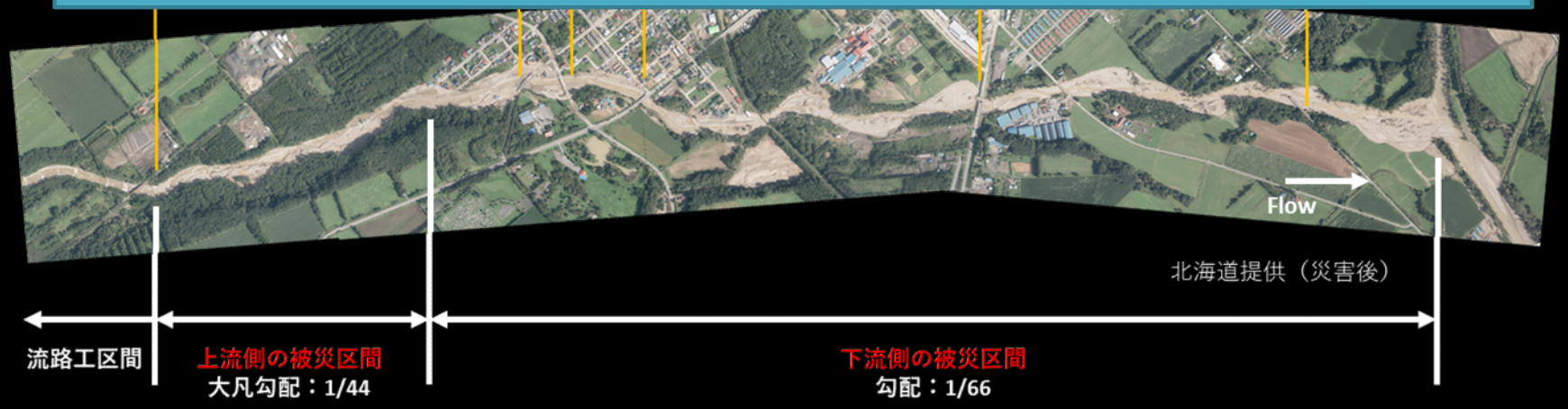


出典：国土交通省 川の防災情報
http://www.river.go.jp/

開発局資料より引用

ペケレベツ川における災害状況

- 流路工区間の下流から流路変動
- １晩で川幅が3～5倍程度まで拡幅（約35mから約150mなど）



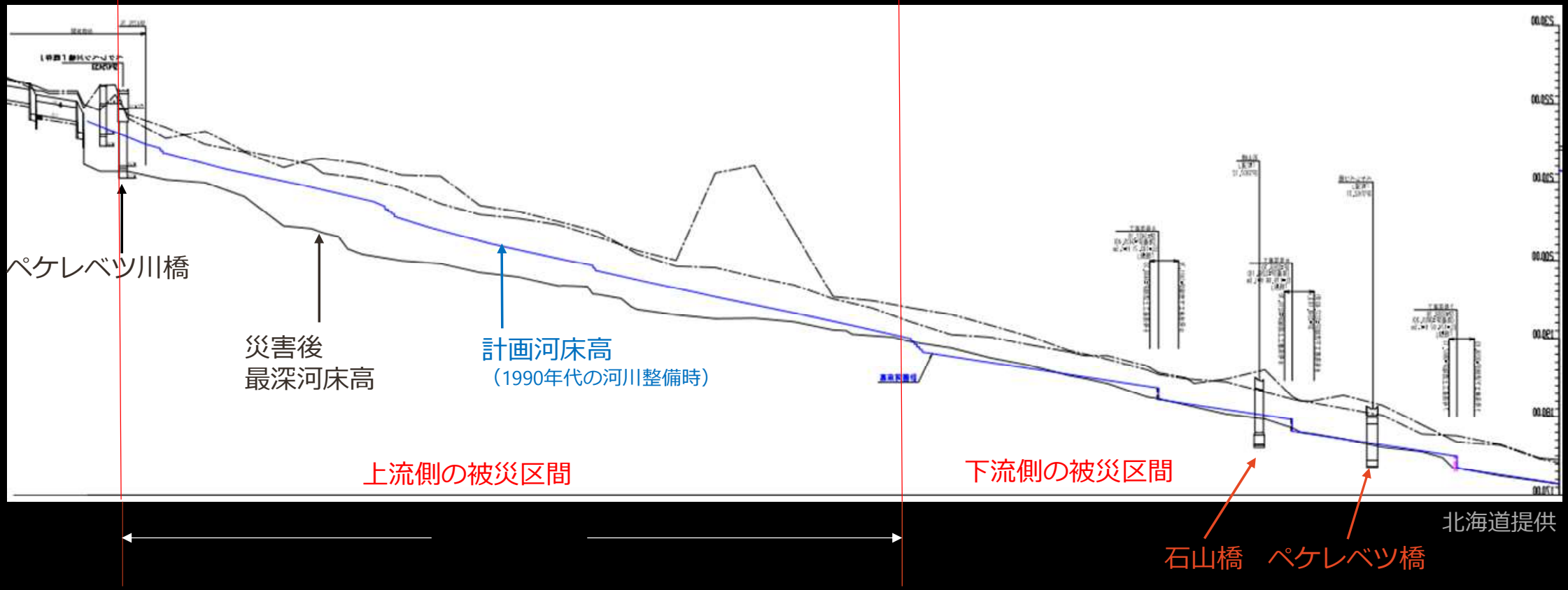
ペケレベツ川における災害状況

北海道提供（1992年撮影）

ペケレベツ川における災害状況

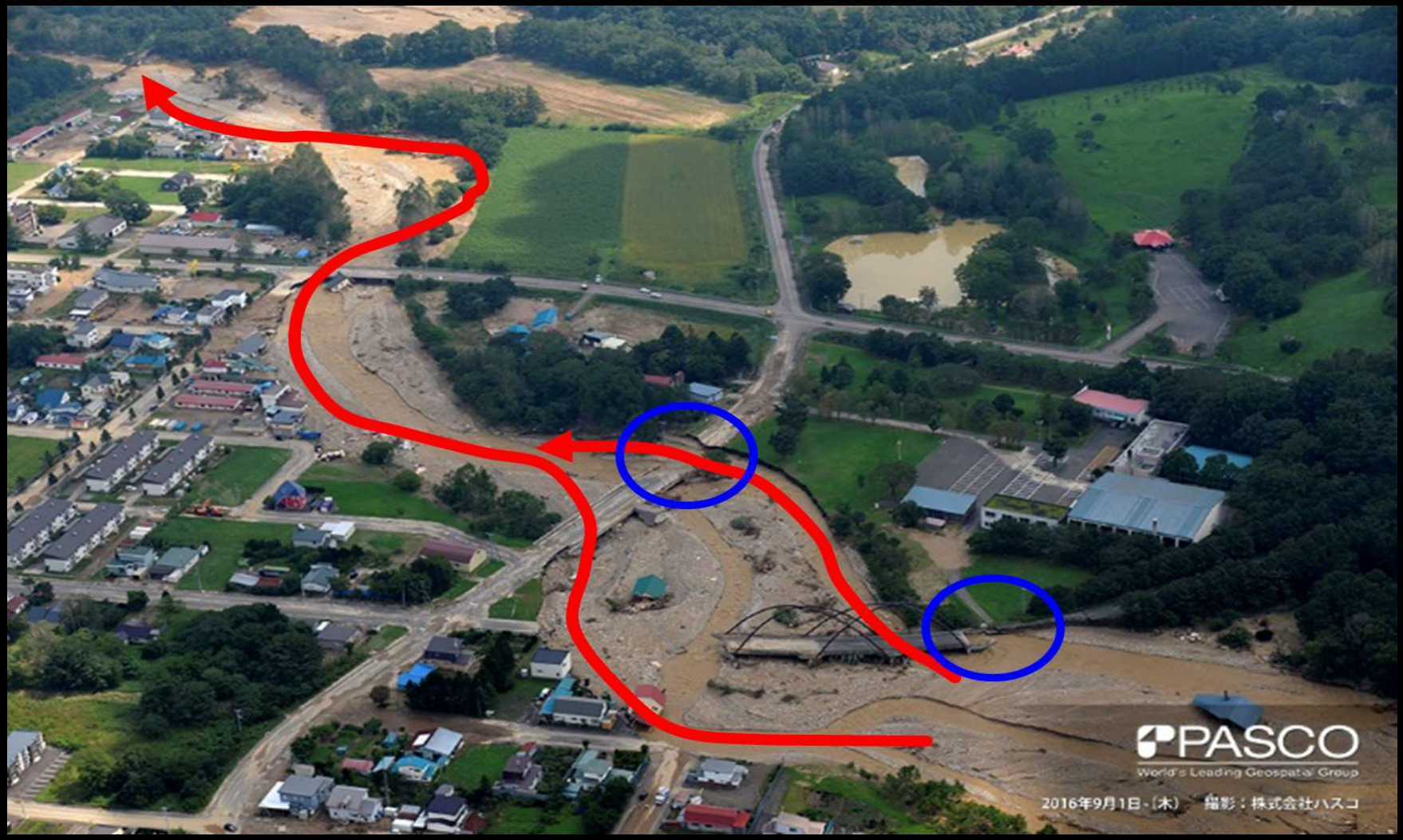
調査団撮影 (2016年11月17日)

ペケレベツ川における災害状況



北海道提供

ペケレベツ川における災害状況



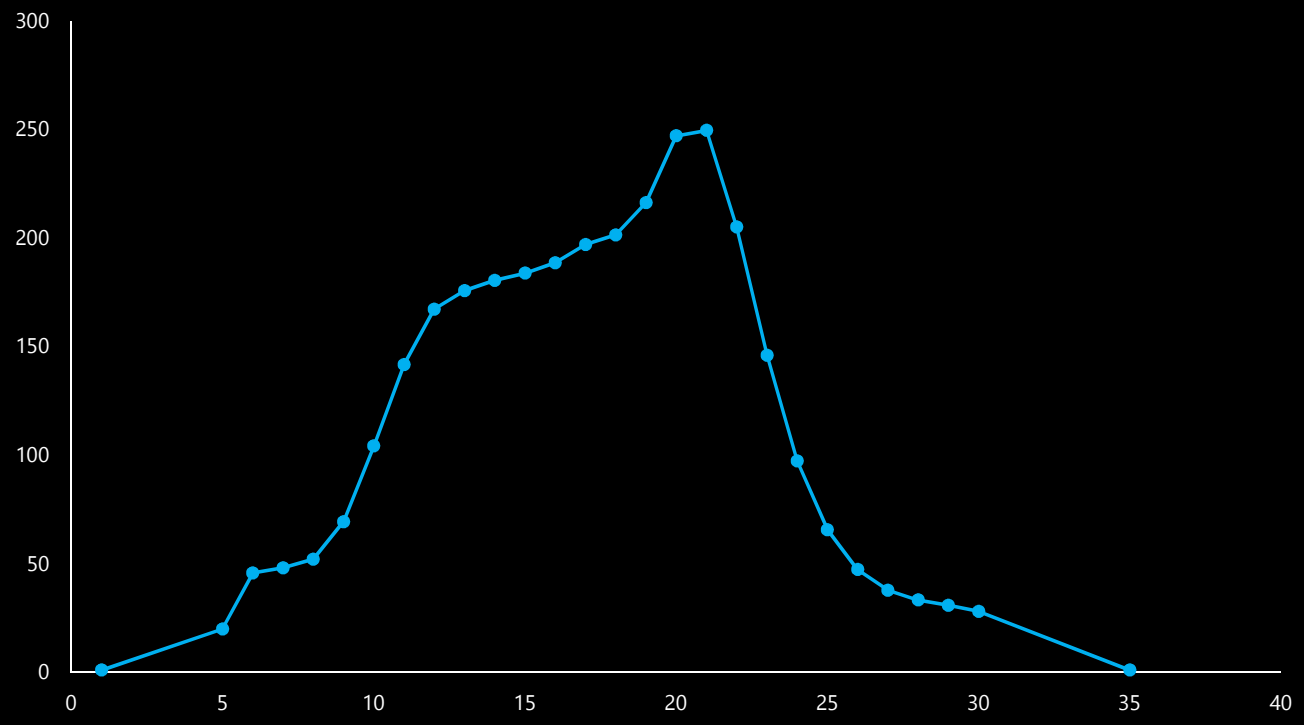
出水時における流路変動：iRIC Nays2DH（基岩埋没設定を追加）

	Case1	Case2
計算条件	流れのみ	土砂移動考慮
河床材料	–	90mm
堤防の構成材料	–	90mm
マニングの粗度係数	0.03	0.03
斜面崩落の安息角	–	0.3
基岩の埋没深	–	0.3m
上流からの給砂量	–	平衡給砂量の50%

スライド 28

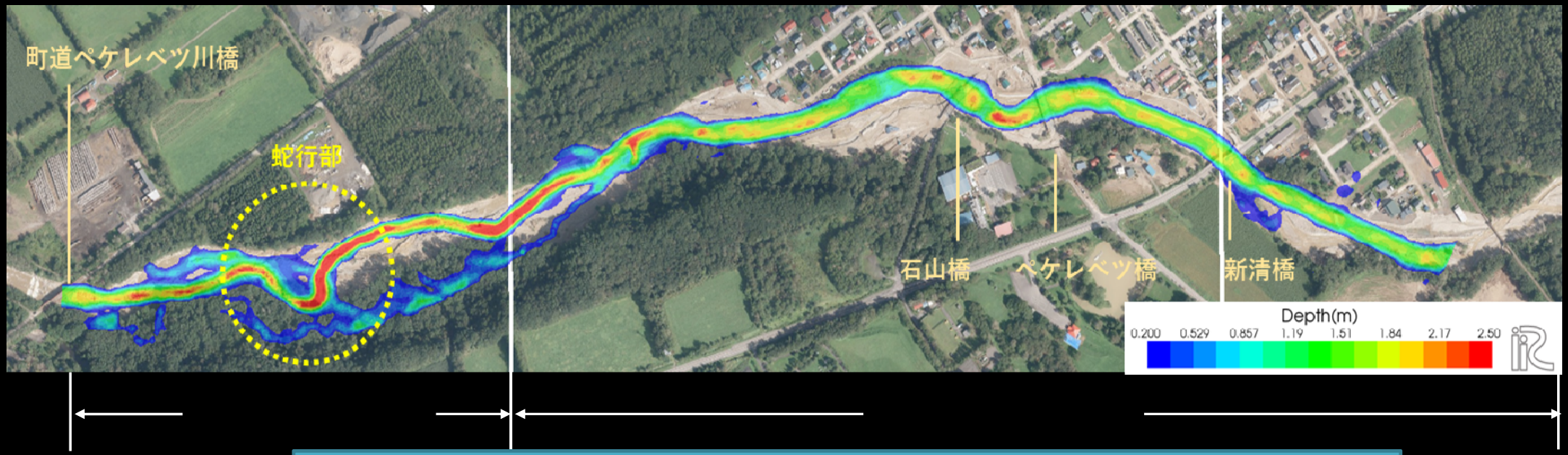
TK1 Tomoko Kyuka, 2017/04/26

出水時における流路変動：iRIC Nays2DH （基岩埋没設定を追加）



ペケレベツ川における災害状況

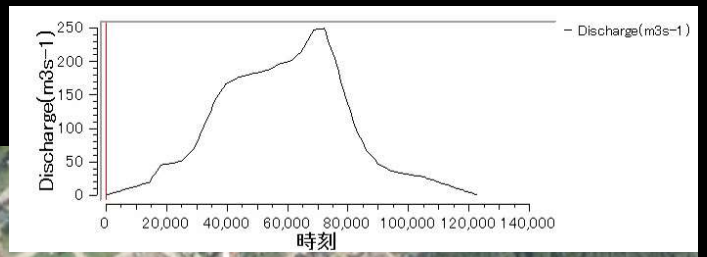
Case 1



- 流れのみを考慮した場合，
市街地付近の浸水等は殆ど生じず，被害規模を過小評価
- 実際には土砂の移動が生じる．．．

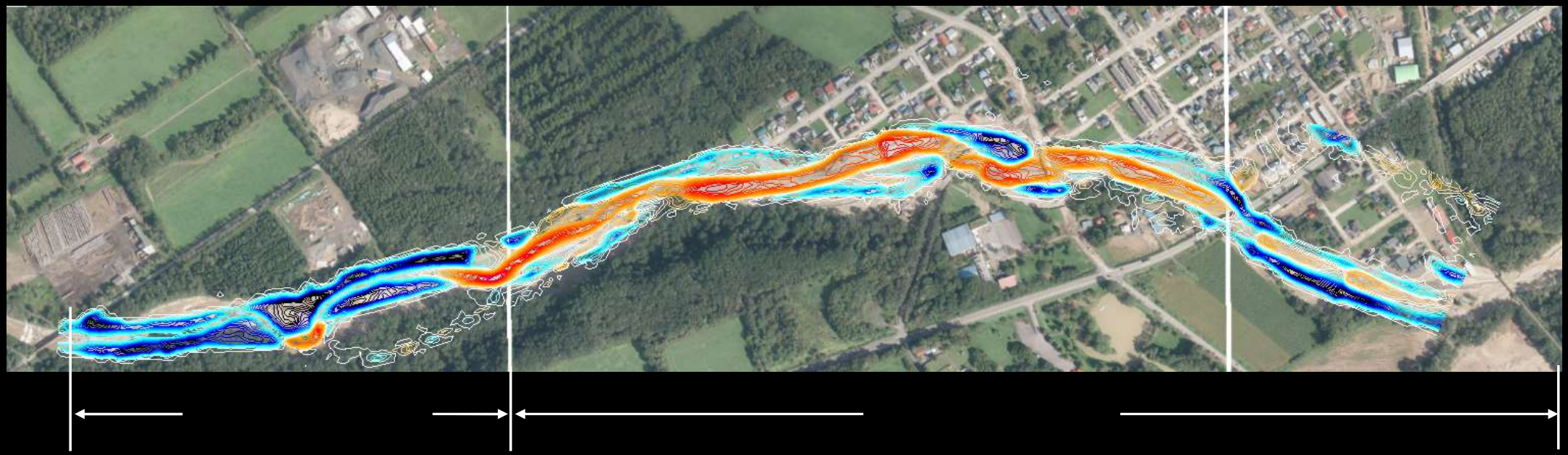
ペケレベツ川における災害状況

Case 2（土砂移動考慮，再現計算）



ペケレベツ川における災害状況

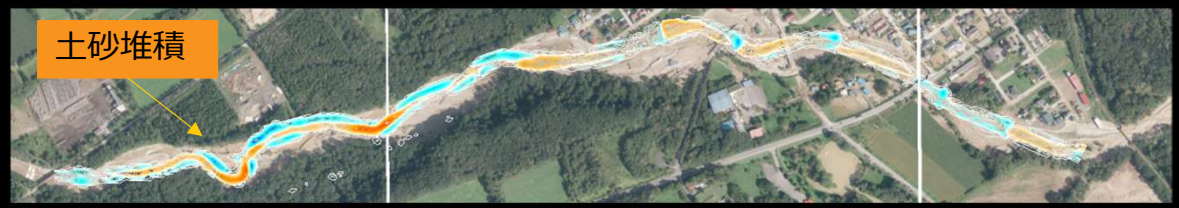
Case 2



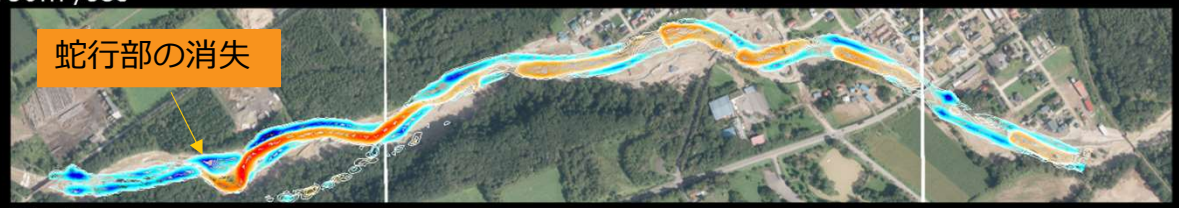
上流側：河道全面に渡って河床低下，
下流側：流路に土砂が堆積し，側岸が左右交互に侵食を再現

Case 2

Q≒100m³/sec



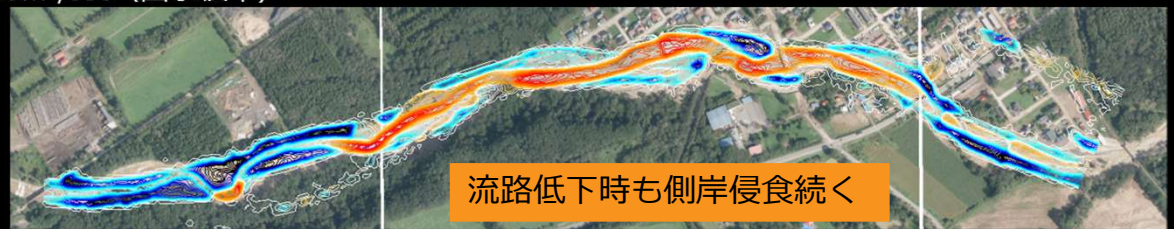
Q≒180m³/sec



Q≒200m³/sec

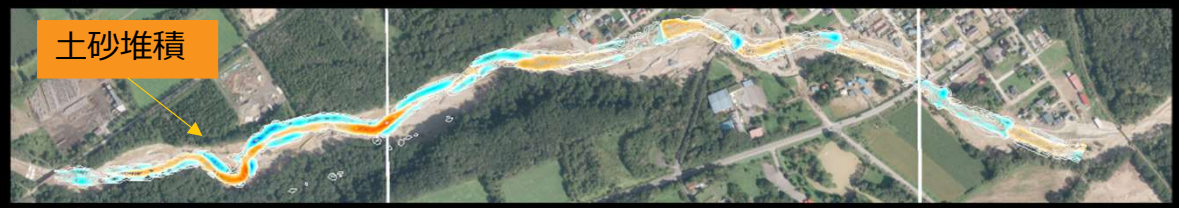
Q≒250m³/sec（ピーク流量）

Q≒50m³/sec（出水後半）



Case 2

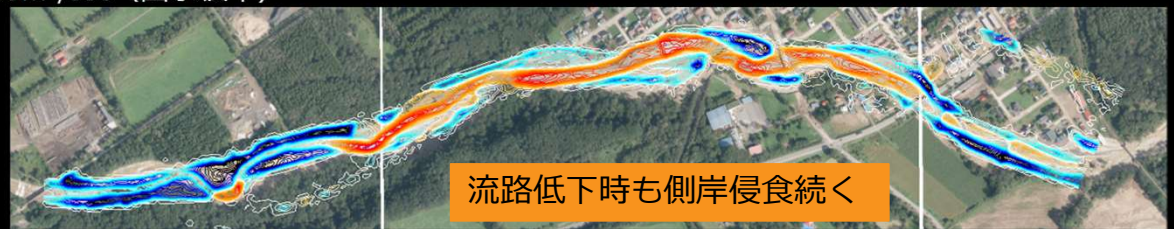
Q≒100m³/sec



Q≒180m³/sec

- 上流側の被災区間では、想定以上の流量が流れたにも関わらず、上流からの土砂供給が少なかったため、大規模な河床低下が生じたと考えれる。
- 下流側の被災区間では、土砂の堆積に伴い上流から進行してきた河床低下が止まったと考えられるが、想定以上の流量に伴い大量の土砂が移動したことによって、外力に耐えられず河道が拡幅したと考えられる。

Q≒50m³/sec（出水後半）



- 今回の出水では、砂防ダム下流の流路工区間ではほとんど河床変動等は起きておらず、被害も発生していない。
- 上流側の被災区間では大規模に河床が低下した。一方、下流側の被災区間では、河道内に土砂が堆積し、流路の横移動に伴う側岸侵食が生じ、住宅地や橋梁に大きな被害が発生した。
- 数値シミュレーションによると、土砂の移動と堆積が活発な流路変動および側岸侵食の引き金になること、流量の減少時にも側岸侵食は活発に発生することが確認できた。
- 下流側の被災区間では、土砂の堆積に伴い上流から進行してきた河床低下が止まったものの、想定以上の流量に伴い大量の土砂が移動したことによって、外力に耐えられず河道が拡幅したと考えられる。
- 今後、想定以上の流量に対しても、このような土砂の移動と流路変動の性質を踏まえた上で、河岸の護岸を強化するなど、流路の横方向への移動を抑止するような対策が望まれる。

今後に向けて

- 札内川や音更川等の十勝川水系の河川では，それらが作り上げた扇状地面の全てが旧河道であり，現河床より10 m近い深さまで広く砂礫が分布している．したがってこれらの河川では，材料の現地調達が原則である堤防は砂礫で作るしかない．
- 砂礫質の多く含まれた材料で作られた堤防では，浸透によって漏れだす外水量は多いが，透水係数が大きくせん断にも強いためパイピングや法すべりなどの浸透破壊に対してかなりの抵抗力を持つことが期待できる．
- 一方で粘着力が弱く，側岸侵食や越流侵食に対する抵抗力を期待することはほとんどできない．
- このように侵食に弱いため，札内川や音更川，ペケレベツ川で見られたような減水時における側岸侵食，堤防決壊が発生したと考えられる．
- 砂礫質の多く含まれた堤防の場合，護岸や水制を効果的に使うことによって侵食を防ぐ方策が必要となる．

十勝川の主な水害

大正11年水害時の十勝川．池田町清見の方から利別・千代田地区を望む（帯広開発建設部HPから）

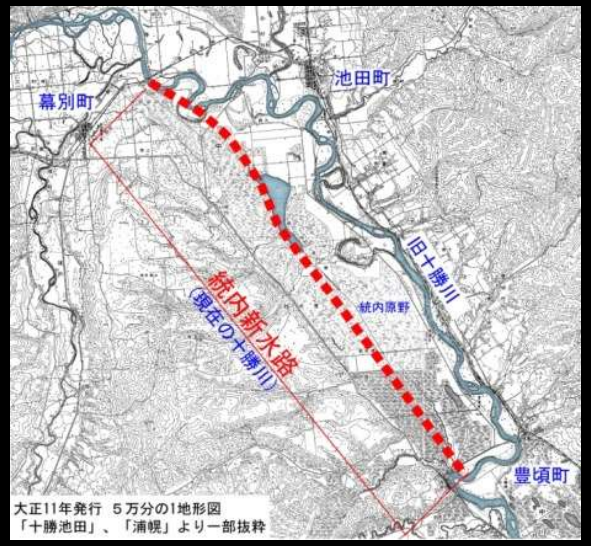
昭和32年水害時の十勝太，豊北，朝日，養老，愛牛（浦幌町史HPより）

昭和37年水害時の茂岩橋（帯広開発建設部HPより）

昭和56年水害時の然別川紅葉橋（鹿追町HPより）

発生日	発生原因	被災市町村	被害状況
明治31年9月	大雨	十勝地方	死者21人、家屋全壊128戸
大正11年 8月	台風	豊頃村外	死者9人、家屋全壊240戸
昭和11年 7月	低気圧	十勝管内	死傷者2人、家屋流出倒壊968戸
昭和32年 9月	低気圧	幕別町、池田町、豊頃町外	死者1人、家屋浸水644戸
昭和37年 8月	台風9号	帯広市、音更町、豊頃町	死傷行方不明者6人、河川決壊309箇所
昭和39年 6月	低気圧	音更町、本別町、浦幌町外	死者2人
昭和51年10月	低気圧	池田町、本別町外	負傷者6人、河川決壊88箇所
昭和56年 8月	低気圧	帯広市、音更町、芽室町外	河川決壊407箇所
昭和63年11月	低気圧	池田町、本別町外	床上床下浸水383戸
平成 2年11月	低気圧	池田町、豊頃町外	床上床下浸水31戸
平成10年8月	低気圧	池田町、本別町、豊頃町外	床上床下浸水13戸
平成10年9月	台風5号	池田町、幕別町、豊頃町外	床上床下浸水285戸
平成13年9月	台風15号	豊頃町、浦幌町外	床上床下浸水 7戸
平成14年10月	台風21号	幕別町外	床上床下浸水21戸
平成15年8月	台風10号	本別町外	床上床下浸水51戸

十勝川の治水



統内新水路（昭和3年～12年）

十勝ダム（昭和48年～60年）

木野引堤（昭和60年～平成10年）

札内川の水制工群（昭和23年～）

札内川ダム
（昭和56年～平成10年）

千代田新水路（平成7年～18年）

水防災意識社会へ向けて

- 十勝川は，かっては水害が頻発する暴れ川
- 先人のたゆまぬ治水に対する努力によって，ほんの35年ほどおとなしくしていただけ
- どんなに治水安全度が上げても，それを上回る水害の頻度が下がるだけで，水害をゼロにすることは不可能
- また，気候変動によって雨量や豪雨の頻度が増加すれば，現在の治水安全度を上回る水害の頻度自体も将来的に増加（しかも厄介なことに水だけではなく山から土砂も）！
- 十勝川はもう安全，水害が起こるはずはないという先入観を捨てて，水害への備えを！
- 特に小さな支川でも大量の雨が降れば，いつでも荒ぶる神に変身することを忘れないで！