



寒冷地の河川津波に関する研究

(独)土木研究所 寒地土木研究所 寒地河川チーム

東日本大震災報告会～震災から2年を経て～

平成25年3月19日(火)

中央合同庁舎2号館

River Engineering Research Team

河川の結氷状況(鷓川)



鷓川河口より上流方向を撮影(2011/12/21 11:00頃撮影)

津波により河川遡上した氷板の衝撃力による破壊



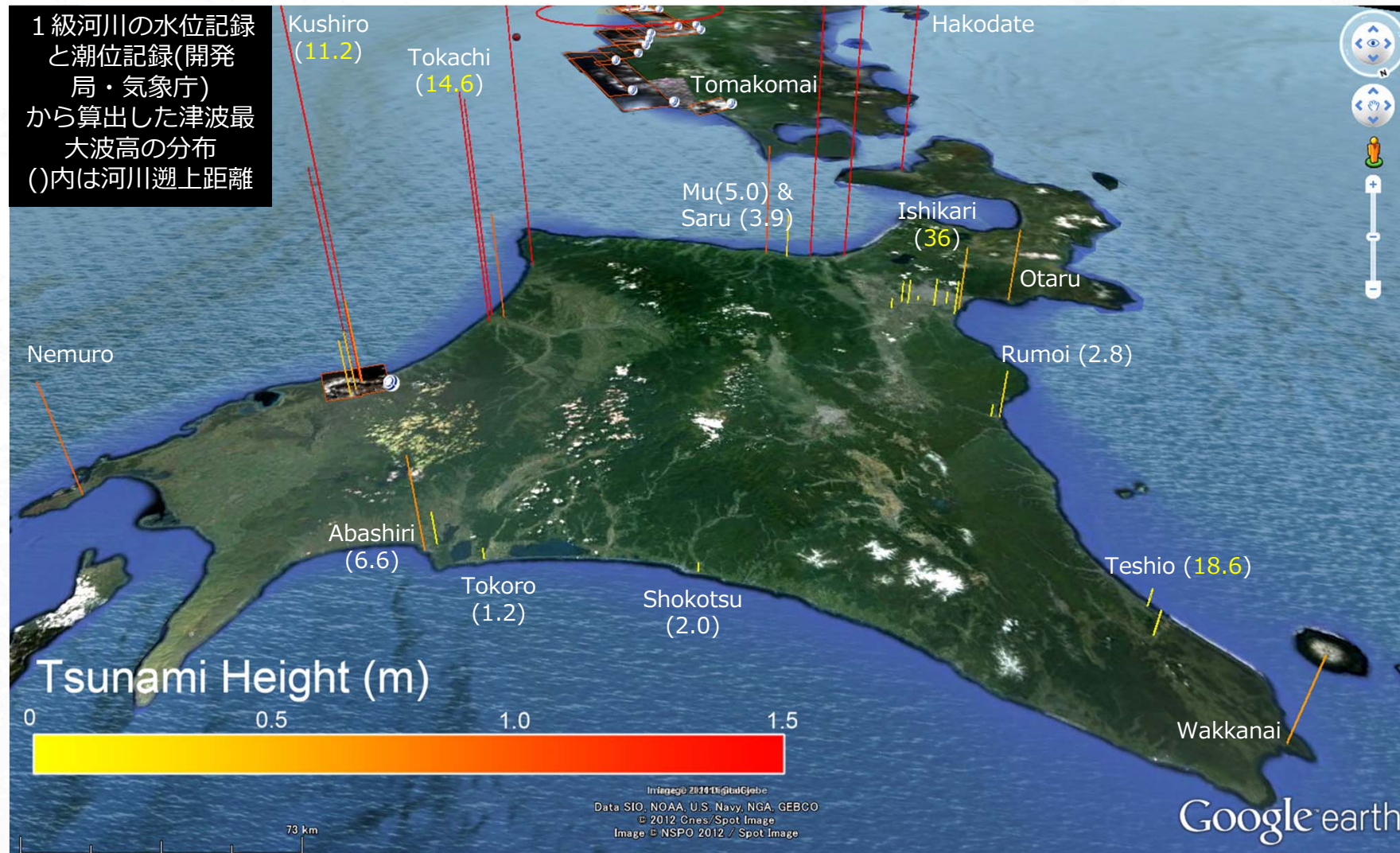
菅野順一氏撮影

1952年十勝沖地震(M8.2)による津波は春採川を遡上し、河川結氷を破壊し、氷板を伴う氾濫水は住宅に被害を及ぼした。

River Engineering Research Team

東北地方太平洋沖地震津波(2011年3月11日)

- 1級10河川・2級30河川で津波遡上を確認
- 遡上区間の河川構造物は津波と氷の影響を受ける



新釧路川における現地調査結果



- KP.4.5 愛国樋門吐き口
- 新釧路川で唯一顕著な氷板痕跡が確認された
- 氷板は大きいもので5m～7mで水路内に滞留、法面に堆積
- 3/12取得の衛星写真でも鮮明に確認された
- ピアを持つ歩道橋が本川の合流部前にあり、吐き口水路の結氷が漂流したと推定

氷板によるゲート閉塞(十勝川)



- 河口から3.3km地点、大津市街樋門吐き口
- 樋門水路から氷板が侵入、ゲートを閉塞



氷板による樋門吐口閉塞



写真(1) 浦幌十勝川

- 河口から4.2kmの樋門吐き口
- 無数の氷板が本川から侵入・堆積
- 水位痕跡から、高水敷が一部冠水
- 氷板サイズは数十cm～6m程度

写真(2)(3) 鷓川

- 河口から0.9km河口左岸樋門
- 無数の氷板が本川から侵入・堆積
- 氷板サイズは概ね数十cm～3m程度

寒冷地域特有の河川津波現象の災害防止・軽減に資する技術開発

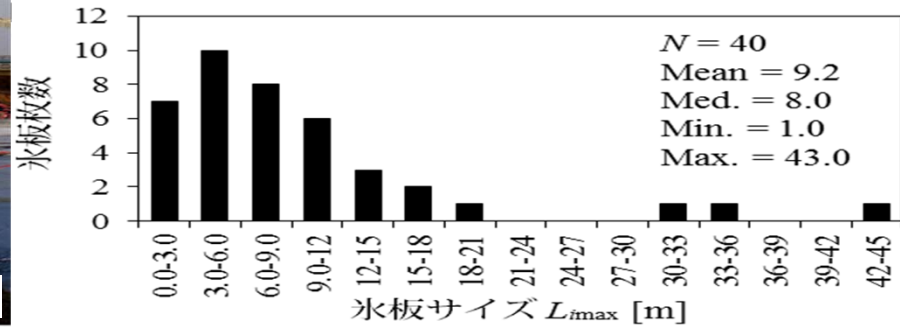
- (1) 漂流氷板の実態把握
- (2) 漂流氷板の実験と計算モデルの開発
- (3) 津波アイスジャムの計算モデルの開発

氷板漂流物の実態把握

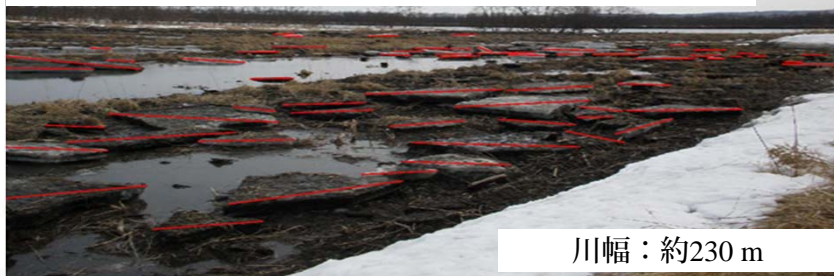
鷓川A-2(KP.2.75R),低水路内滞留



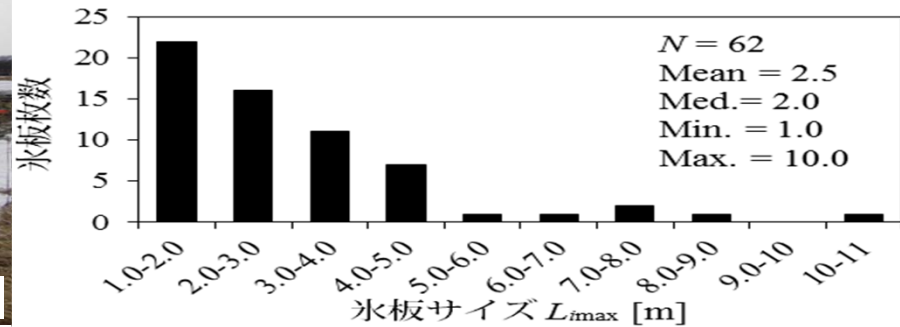
川幅：約66 m



十勝川B-1(KP.5.00L),高水敷堆積



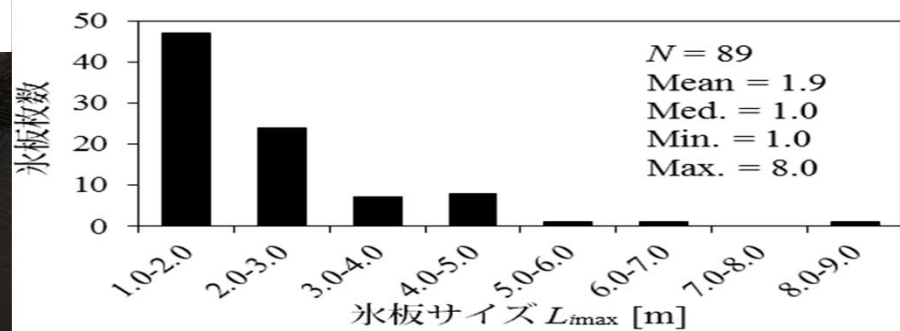
川幅：約230 m



浦幌十勝川C-3(KP.3.10R),樋門吐き口集積



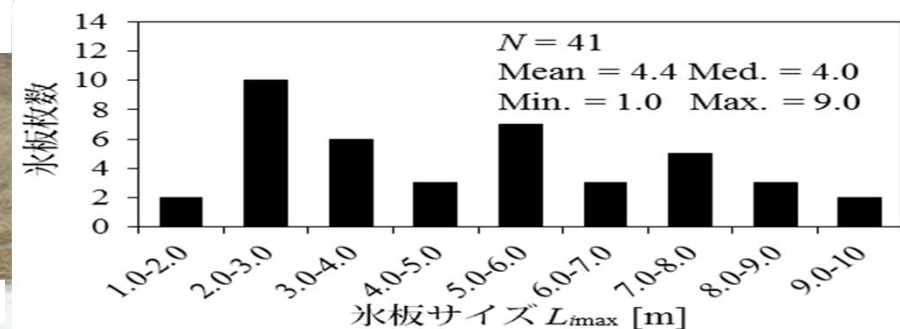
水路幅：約11 m



釧路川D-1(KP.4.52L),樋門吐き口滞留



水路幅：約13 m



漂流氷板の特性

- 氷板の質量 鷓川 平均約21トン～最大170トン
沙流川 平均約0.4トン～最大約1.8トン
浦幌十勝川 平均約0.5トン～最大約3.2トン
- 東北大震災の津波漂流物
クルマ(約1～2トン), 漂流木(約0.1～1トン)

表 3河川における氷板厚 h_i [m]の計測結果

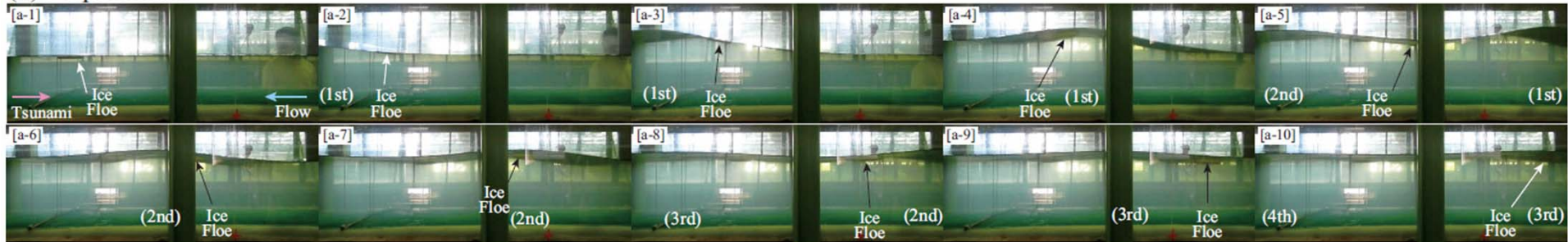
河川	鷓川	沙流川	浦幌十勝川
調査日	3/13, 14	3/13	3/14
N	18	3	6
Mean	0.24	0.22	0.33
Med.	0.22	0.20	0.35
Max.	0.40	0.35	0.48
Min.	0.15	0.10	0.19

画像解析手法に基づき、漂流氷板の諸元を明らかにした(阿部ら2012, 土木学会論文集B2)

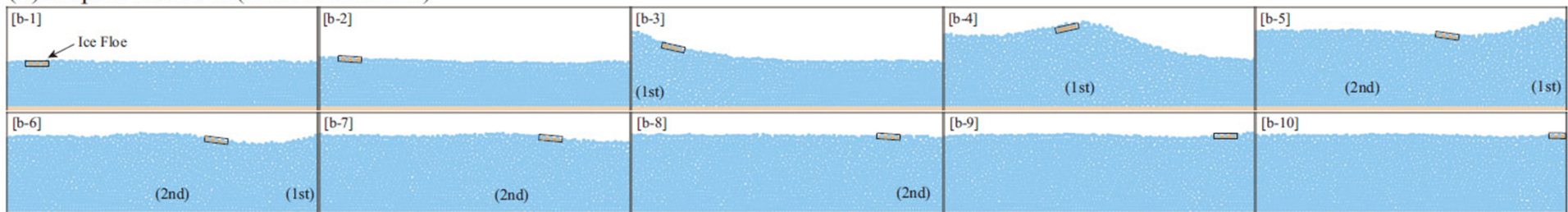
漂流氷板の計算モデル開発

(a) Experiment

阿部ら, 2013北海道支部論文集



(b) Improved MPS (CMPS-HL-HV)



遡上津波による氷板輸送過程の実験(側方からの撮影)と数値解析との定性的な比較 ($L_f=6$ cm, $h_f=1$ cmのケース)

- 粒子法に基づく鉛直2次元の漂流氷板のモデルを開発
- 波状段波の発達と漂流氷板の輸送を同時に表現可能
- 本モデルにより漂流氷板と波状段波が混合した場合の波力を評価可能

漂流氷板の計算モデル開発

- 氷板浮遊時間と、実験で計測された氷板輸送速度 U_{ix} 、そして数値解析で得られた氷板の速度 T_x
- T_x は始めに大きく上昇し、減少と増加を交互に繰り返して、徐々に小さくなっていく
- 数値計算ではやや危険側の評価となっているが、波形の波峰と波谷の時間帯は実験と計算で概ね一致

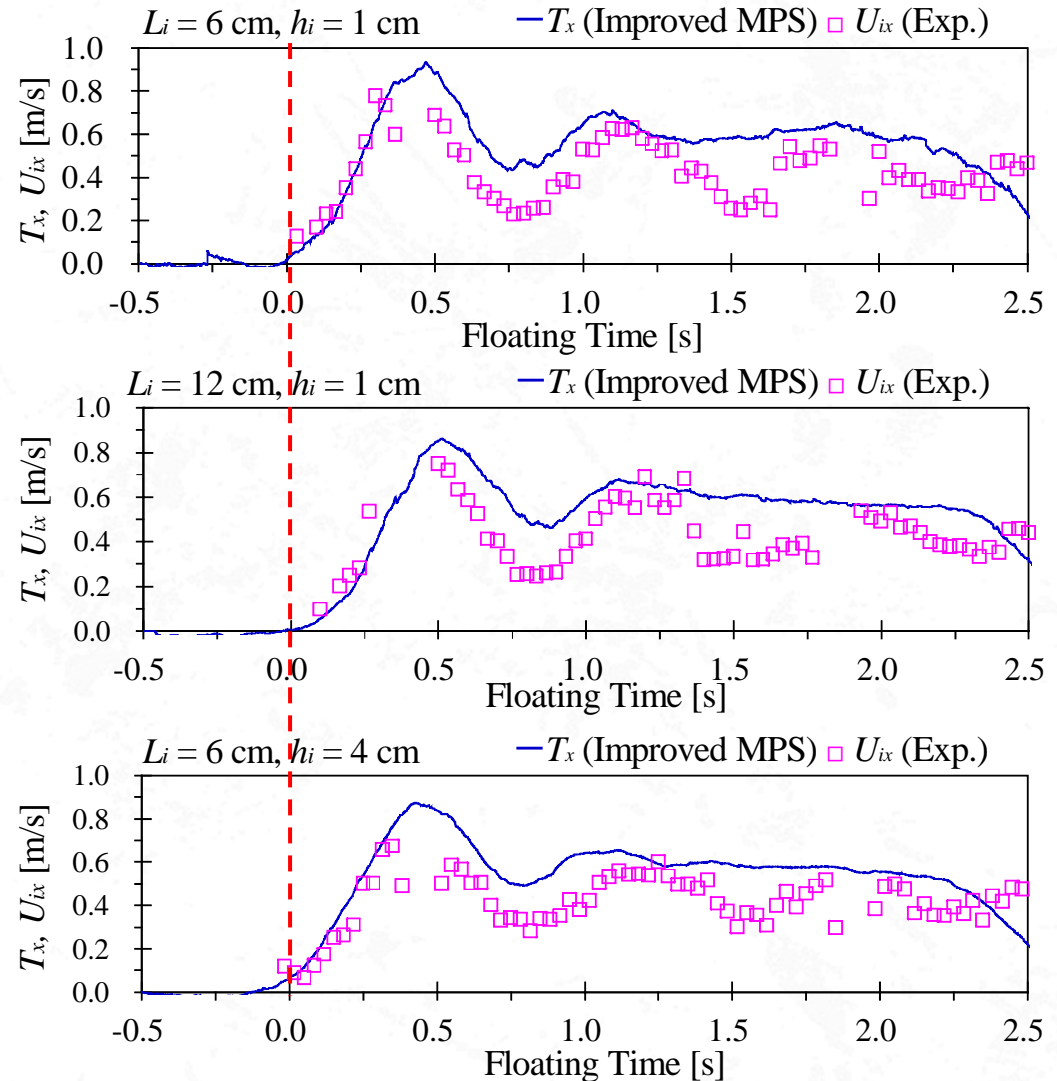


図-5 氷板輸送速度の時系列変化に関する実験結果と計算結果との比較 ($Q=5.0 \text{ L/s}$ のケース)

鵜川・沙流川の河道状況(現地調査)

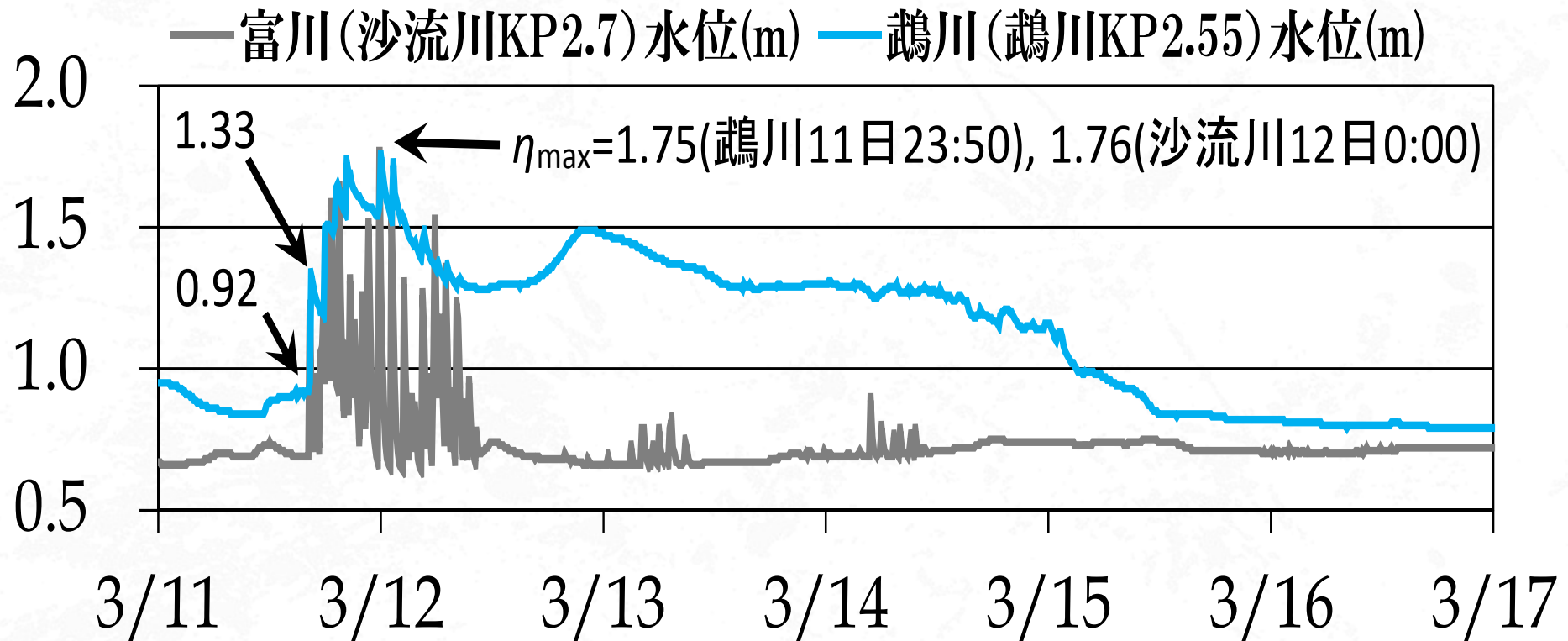


鵜川KP2.6地点(鵜川橋)より下流を撮影(3/13 16:00頃撮影)



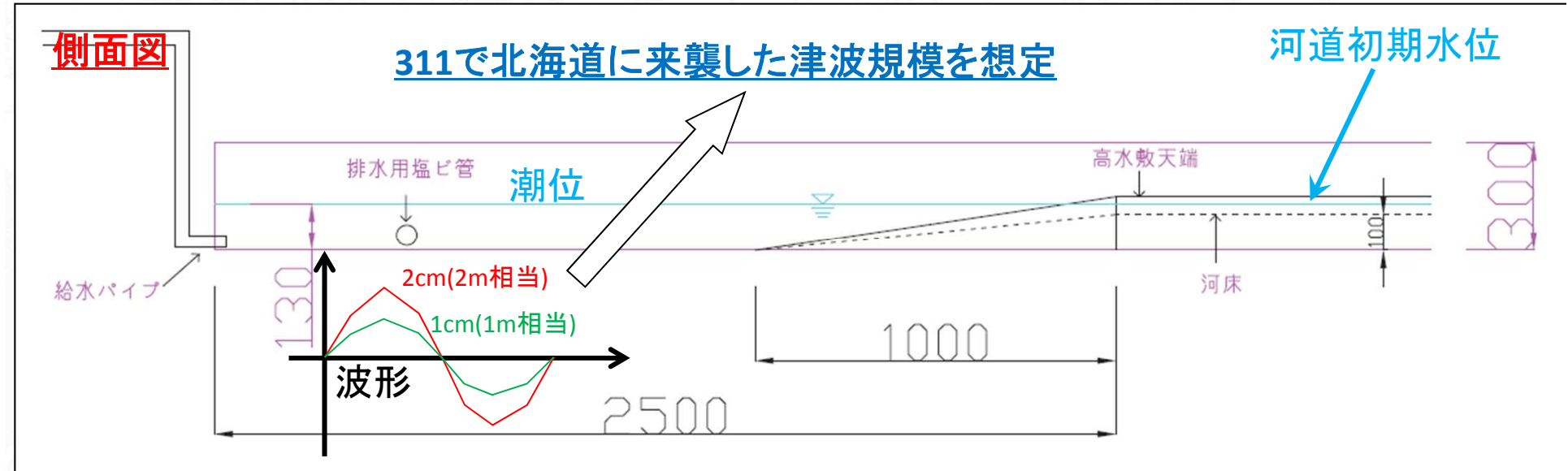
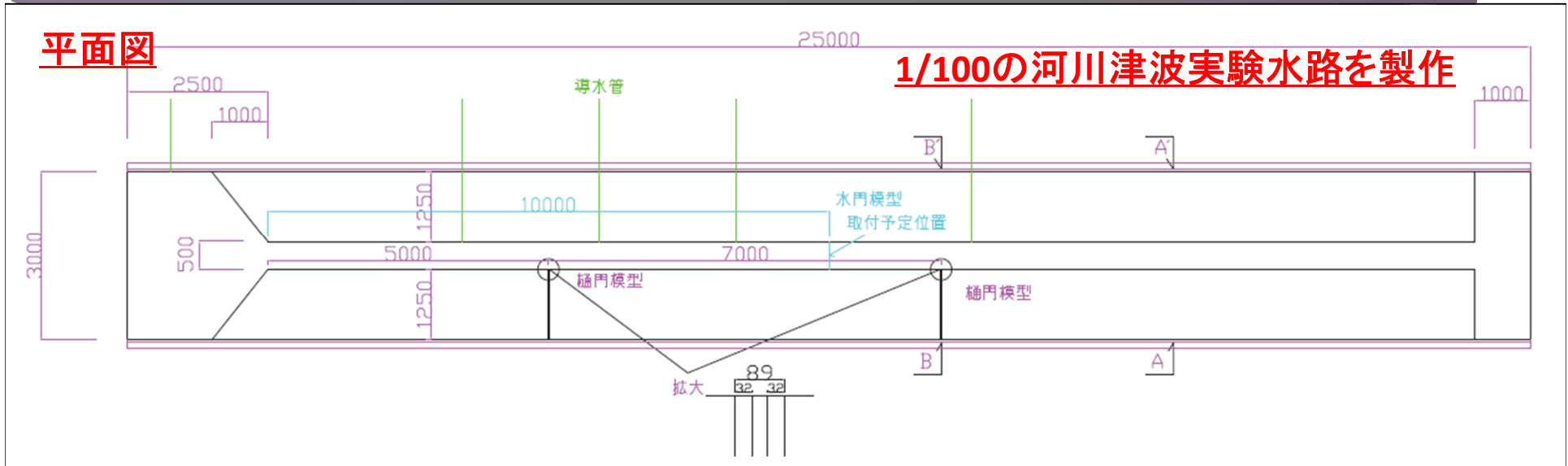
沙流川KP2.8地点(沙流川橋)より下流を撮影(3/13 15:00頃撮影)

アイスジャムによる水位のせき上げ(鵜川)



- 11日16時半頃に急激な水位上昇(津波第一波)
- 12日0時頃に最大水位を記録
- 鵜川は振動が鈍く、高い水位が15日まで継続(約50cmの水位上昇)
- 沙流川は津波による水位振動

氷板の遡上・拡散過程に関する水理実験



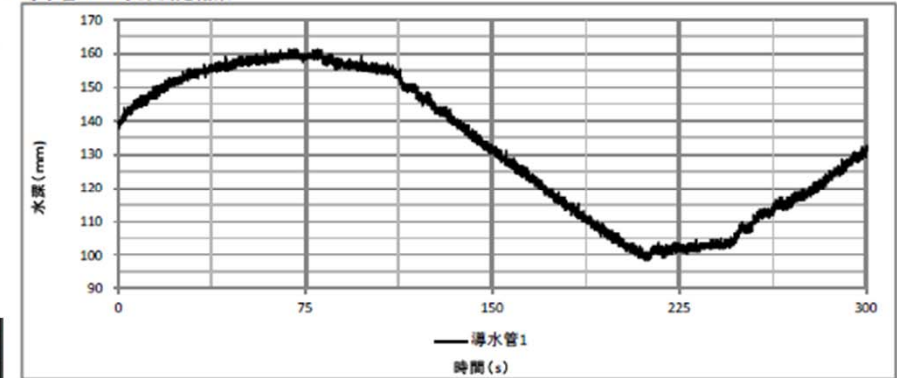
■ 下流端(海水面・潮位に相当)の潮位変動から、河道内への津波侵入までを一体的に再現可能な水路

アイスジャムの再現実験

- 水路に狭窄部があると、波形に大きな変化
- 河川津波により誘発されるアイスジャムが水理実験で再現

番号	津波タイプ	河川施設模型			氷板模型		
		名称	設置位置	低水路幅	設置位置(5.0 m)	設置枚数	
本実験 15	2 cm	狭窄部	5.5 m	7.07 cm	上流側 6.0 m ~ 11.0 m	3200 枚	

導水管 1 の水深測定結果



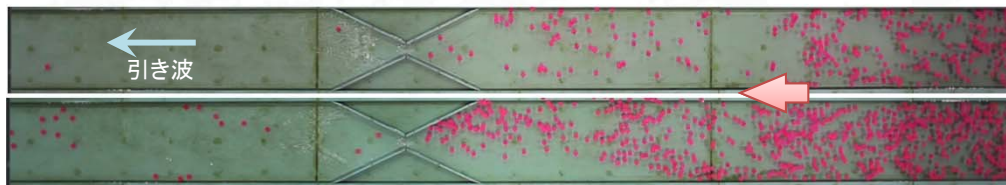
狭窄部

初期状態

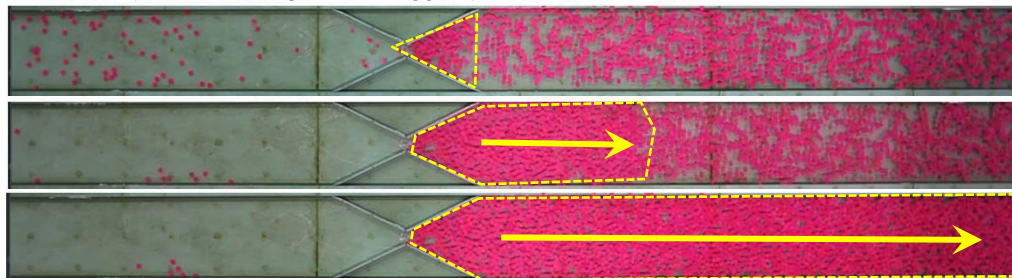
狭窄部の影響により氷板の遡上速度は小さい



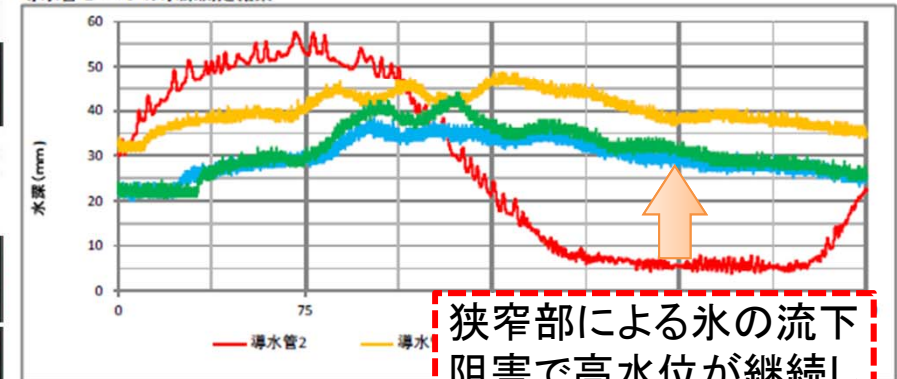
狭窄部の影響により氷板の流下速度は小さい



引き波時、狭窄部で架橋構造が発生し、閉塞は上流へ次第に伝播する(アイスジャム)

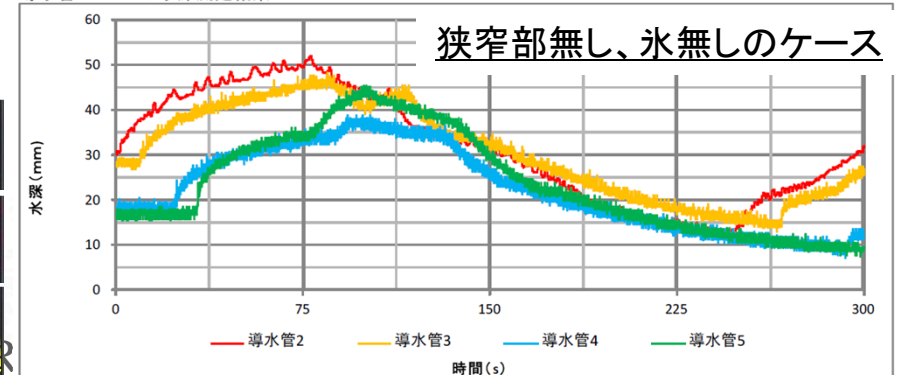


導水管 2 ~ 5 の水深測定結果



狭窄部による氷の流下
阻害で高水位が継続
している(アイスジャム)

導水管 2 ~ 5 の水深測定結果



狭窄部無し、氷無しのケース

アイスジャム計算モデルの開発

水理実験と鷓川アイスジャムを再現可能なモデルを開発した(吉川ら2012,土木学会論文集B2)

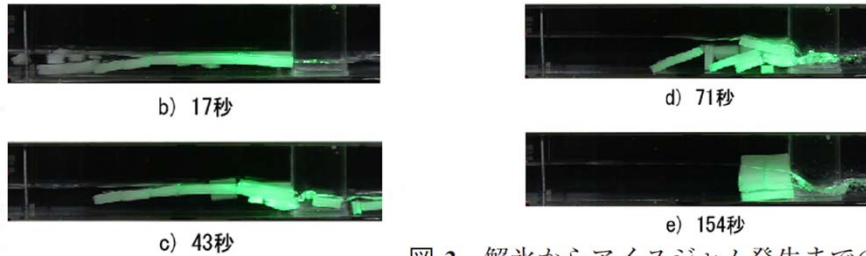


図-3 解氷からアイスジャム発生までの実験状況

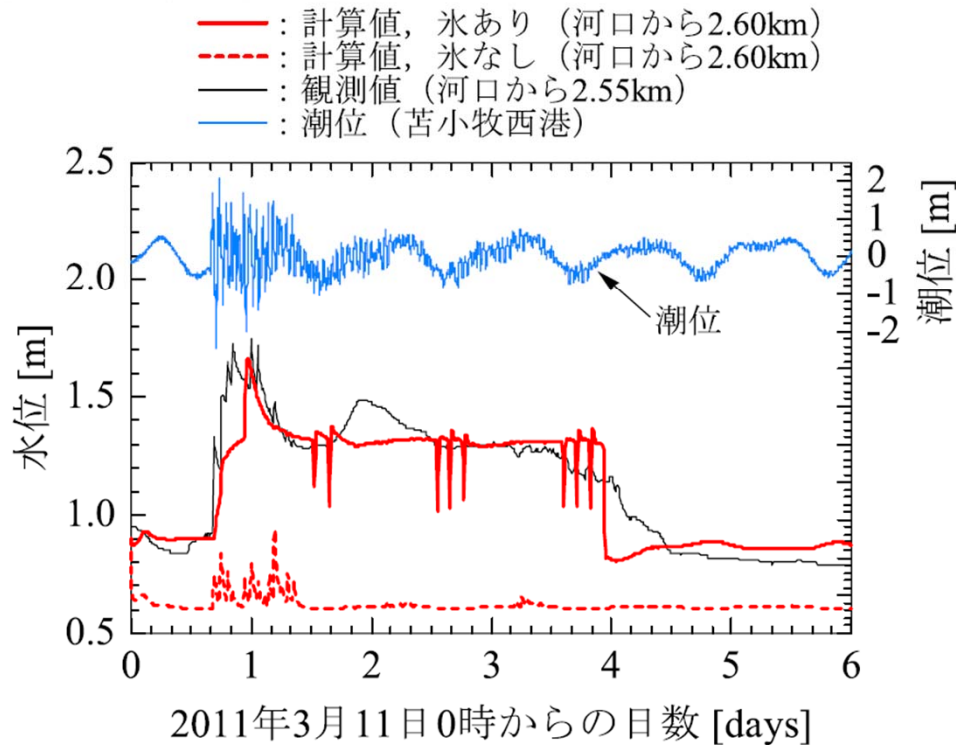


図-6 河川津波に伴い発生した鷓川アイスジャムにおける水位の観測値と計算値の比較

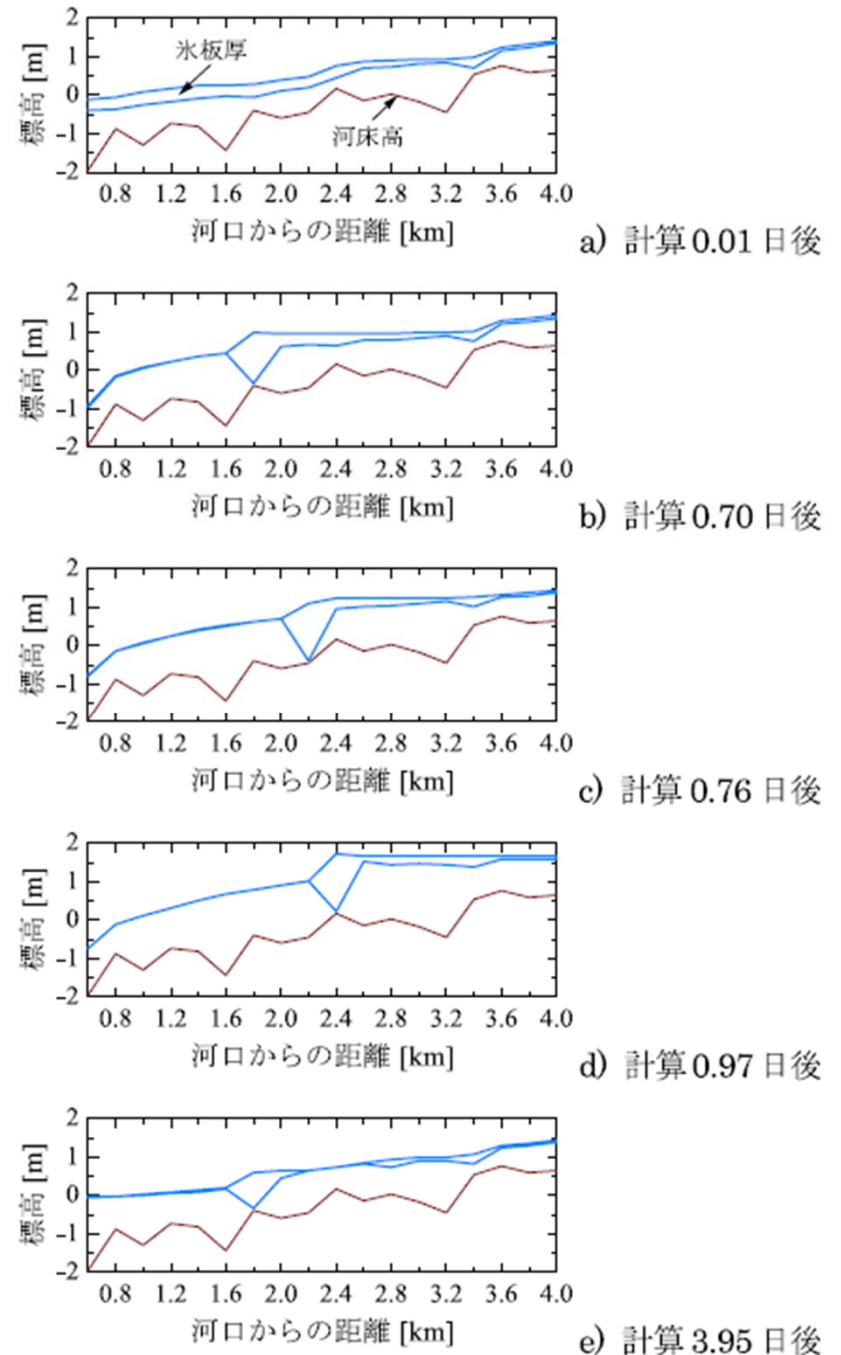
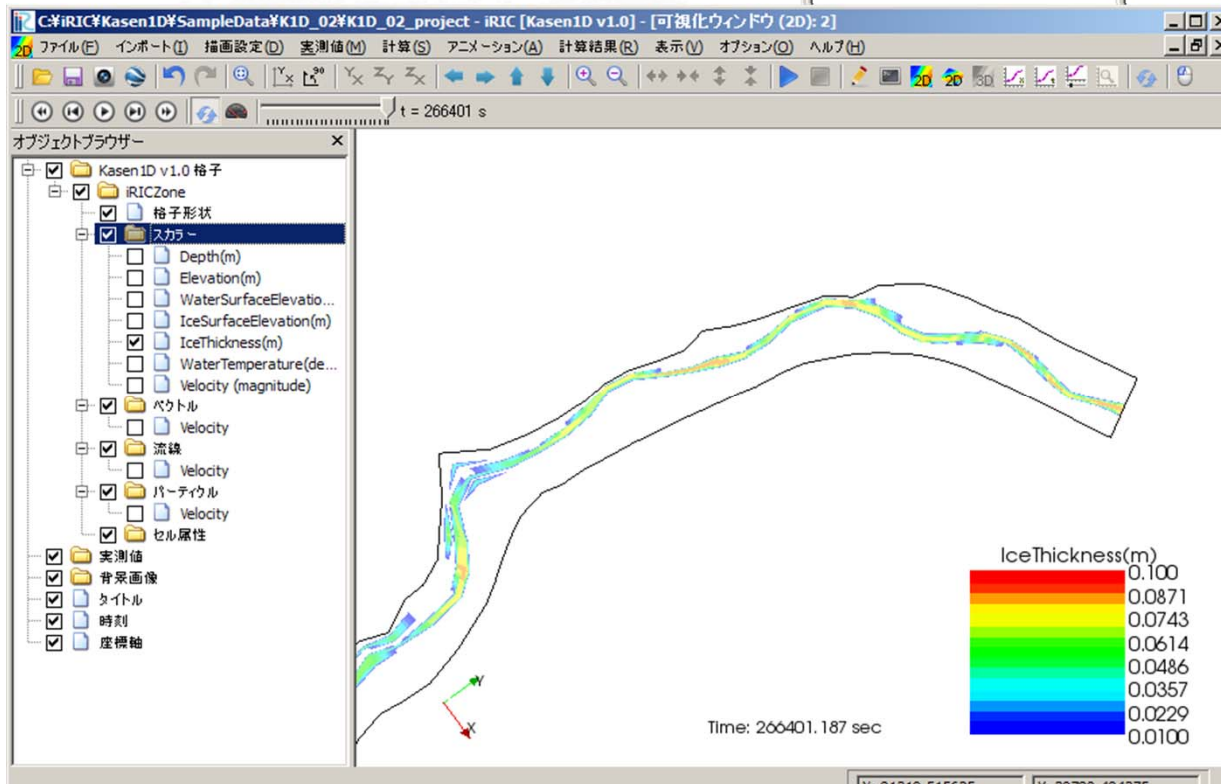
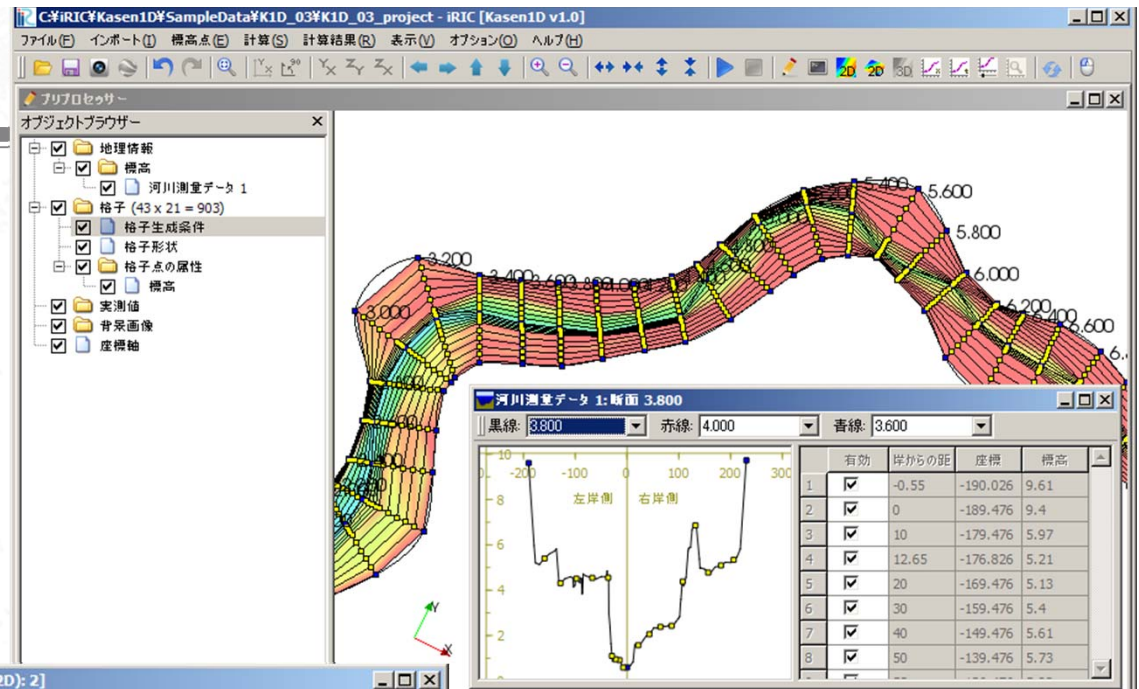


図-7 河川津波時の縦断的な氷板厚の変化

本計算モデルの活用

iRICソフトウェアとして無償公開
Kasen1D

- 一次元不定流計算モデル
- 河水変動計算が可能
- 河川津波計算が可能



- FASTMECH(2D)
- STORM(2D)
- Nays2D
- Morpho2D
- NaysCube(3D)
- Nays2DFlood
- Delft3D
- River2D
- Kasen1D

ソフトに関する詳細は
iRICウェブ
サイトをご
参照下さい

<http://i-ric.org/ja/>

iRIC Software
Changing River Science

これまでの研究の成果

- 氷板の大きさ・厚さのデータ収集
- 波状段波の計算モデルの開発
- 氷板の移動速度の計算モデルの開発
- 津波アイスジャムの計算モデルの開発

今後の研究に向けて

- 津波による氷板の破壊メカニズム解明
- 津波による氷板の遡上・拡散範囲の推定手法
- 氷板の衝撃力評価と河川構造物対策マニュアル
- アイスジャムによる水位上昇対策

ご清聴ありがとうございました！

