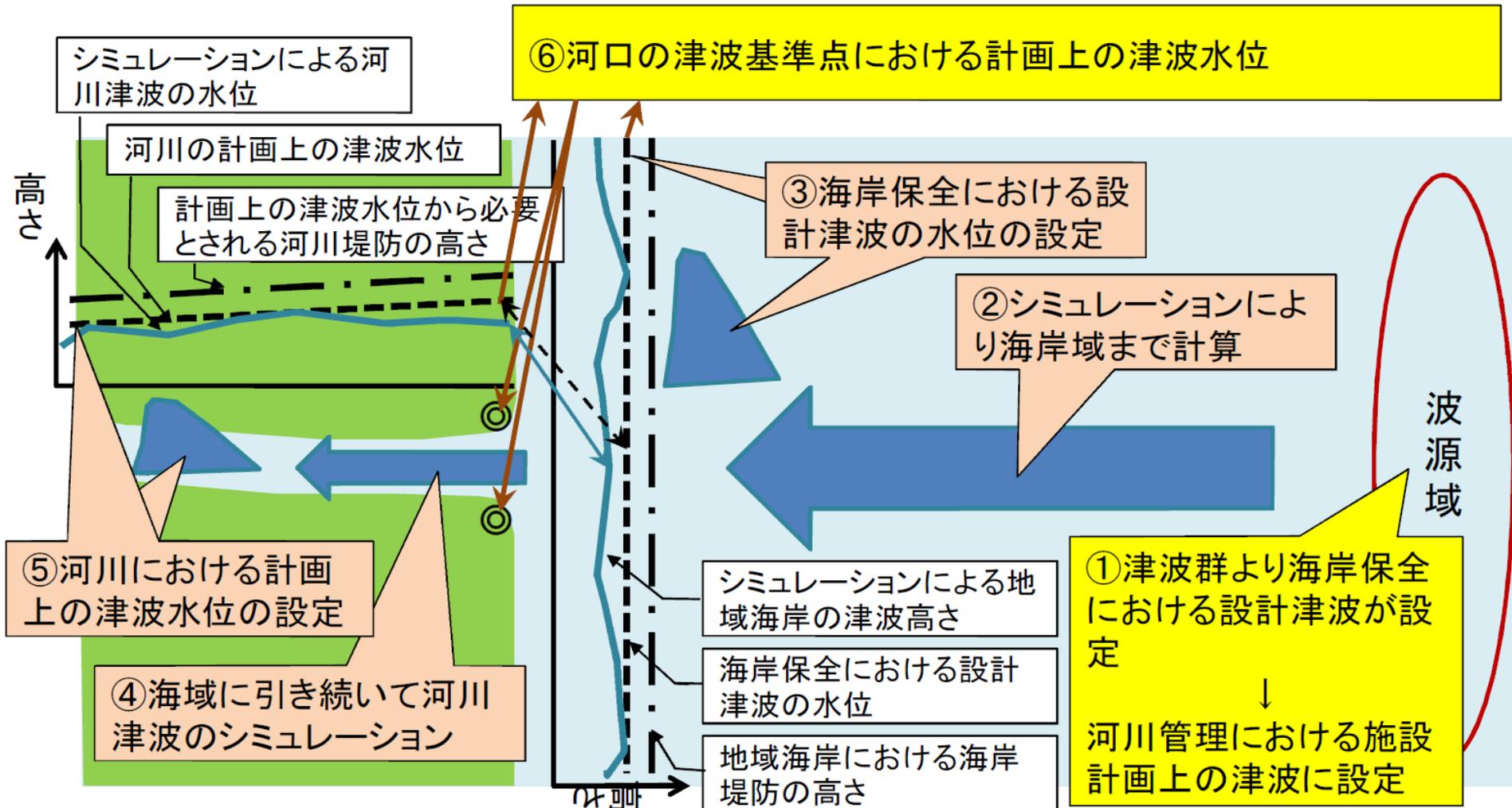


# 河川堤防の津波遡上流れ・越流 による浸食実態

- ◆河川津波は、洪水と並んで計画的に防御対策を検討すべき対象
  - 津波について真正面から取り上げる
- ◆「河川への遡上津波対策に関する緊急提言」H23.8
  - 基本的考え方
    - ・「**施設計画上の津波**」と「**最大クラスの津波**」
    - ・津波防御の方式：**堤防方式**と**津波水門方式**
- ◆海岸～河川：ひと続きの堤防として一体的に機能する防御システム（減災も視野に入れて）

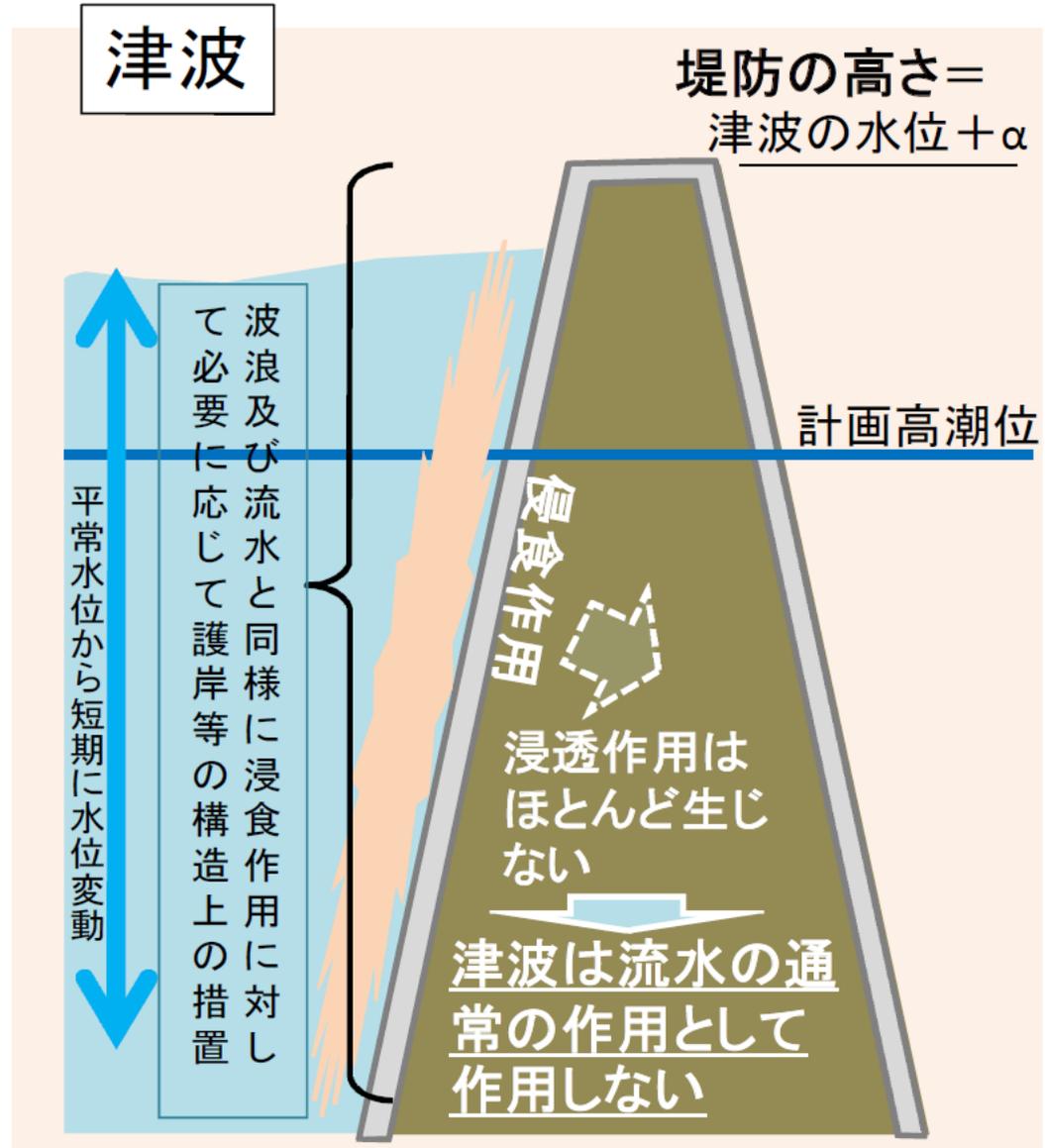
# 「施設設計画上の津波」の津波水位

- ◆津波遡上区間の設定：河口～遡上到達範囲
- ◆計画上の津波水位の設定→河川堤防の高さ



# 津波の作用に対する河川堤防の構造

- 高さ: 越水させないのが基本
- のり面: 侵食防止のための措置
- 浸透: 通常の流水の作用としては位置づけない
- 海岸堤防との接続部分では、構造に配慮



# 本発表の要旨

◆津波の河川遡上・降下特性→まずは水位

・河川での津波水位をしっかりと予測する→どこが高い？

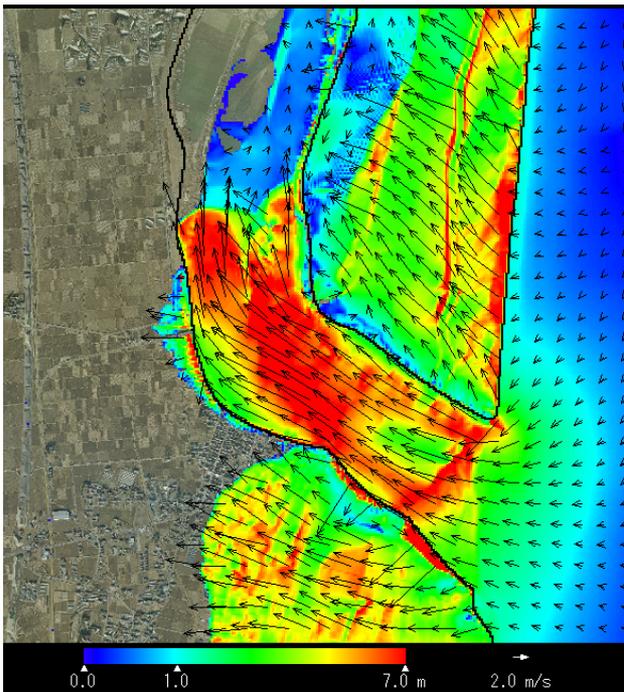
①堤防際の水位:基本的だが改めてデータ整理

◆今次津波に対する堤防の応答

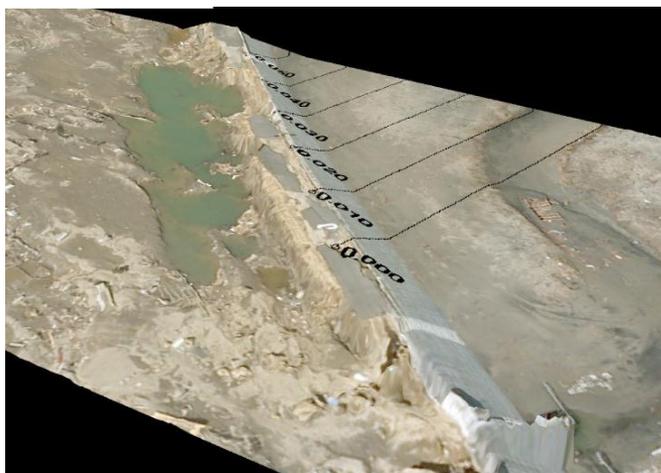
②直轄河川堤防の被災状況→越水に対してやはり脆いことを再認識

③どう脆い？→今次津波の河川遡上状況(外力)との対比

→防御システムの一部としての河川堤防の機能、それを実現するための方策を考えるためのステップとして



**津波遡上再現計算\***



**航空レーザ測量\***

\* : 東北地方整備局より提供

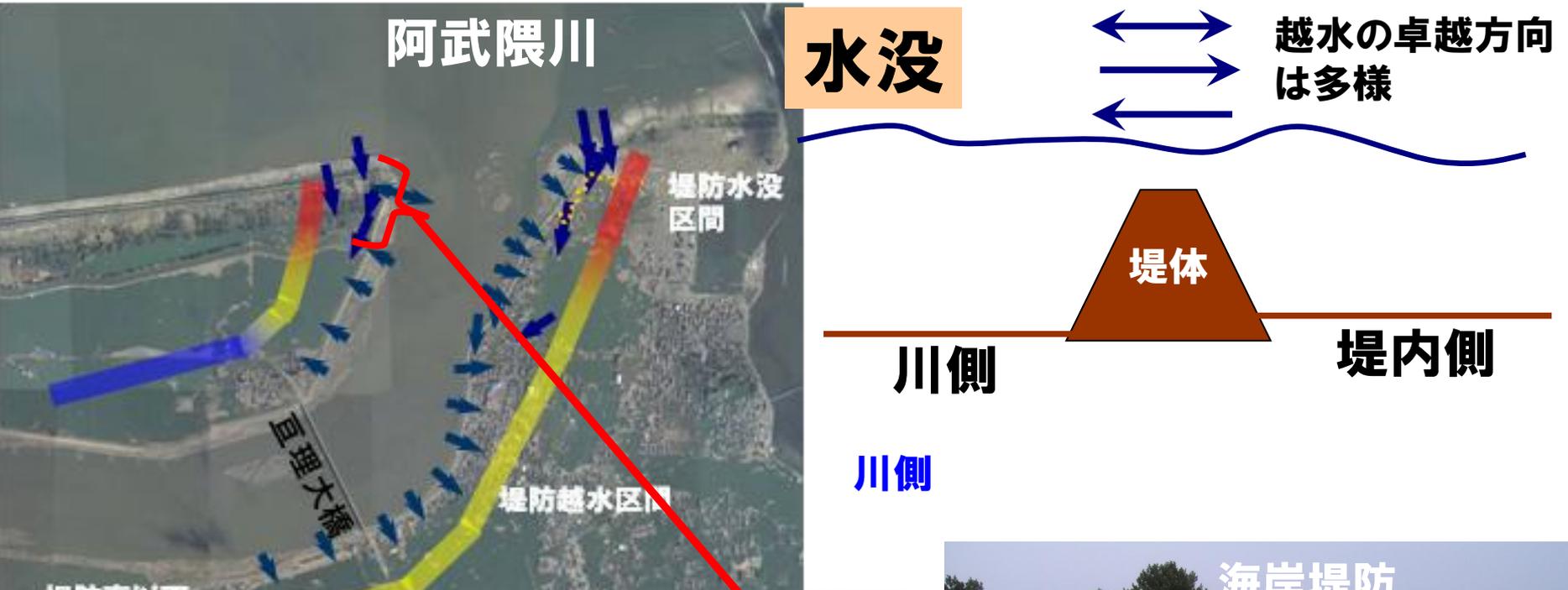
**現地踏査・  
痕跡水位調査\***



**各データを組み合わせて全体を俯瞰することで  
引き出せる現時点での現象の解釈について整理**

# 津波遡上・被災の概況

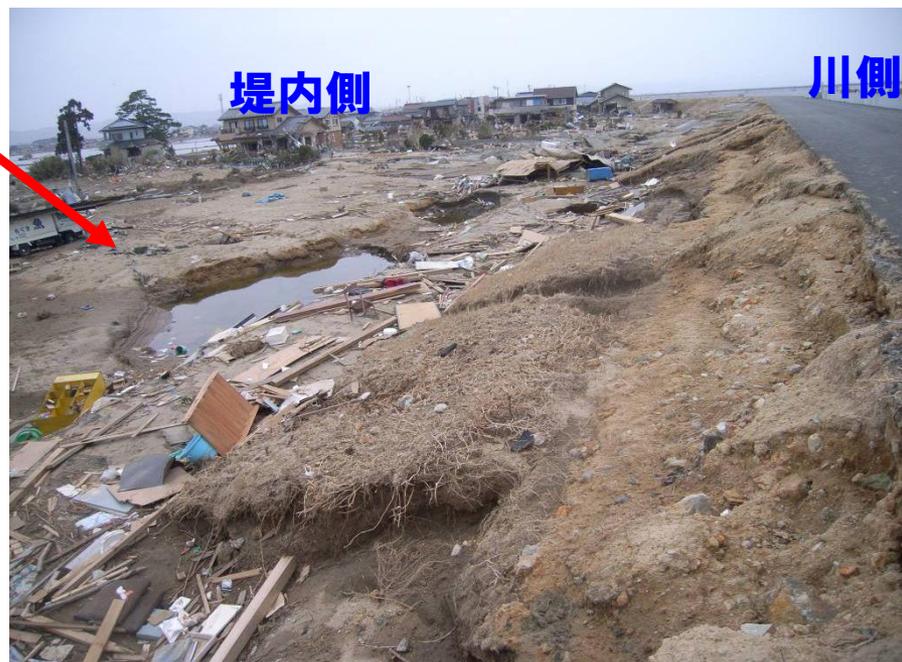
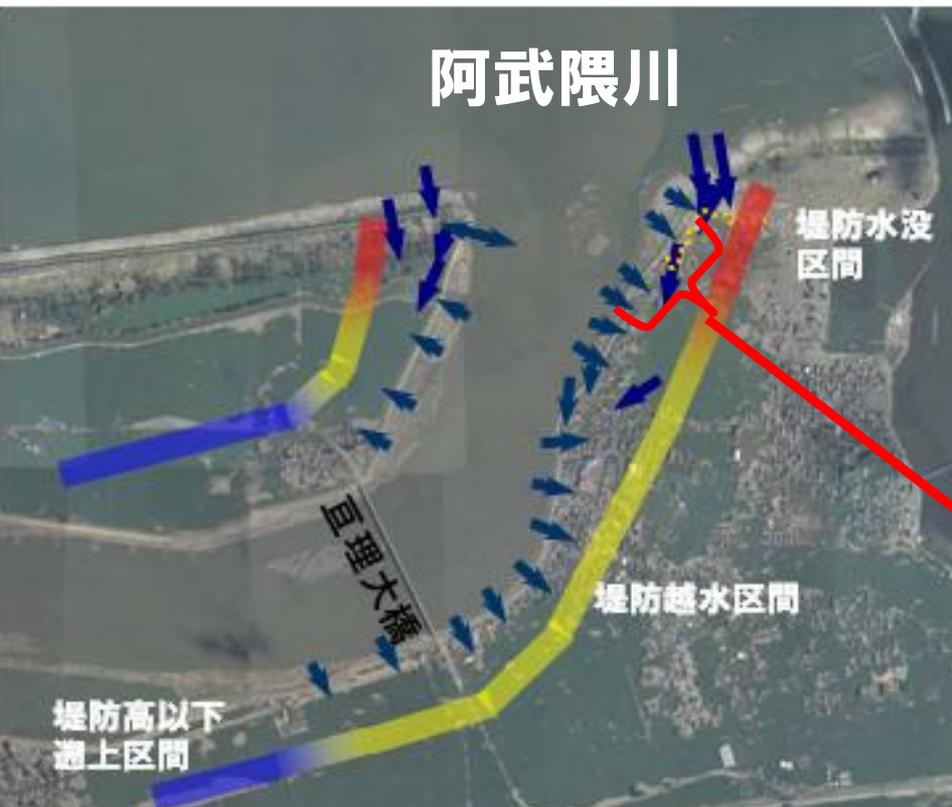
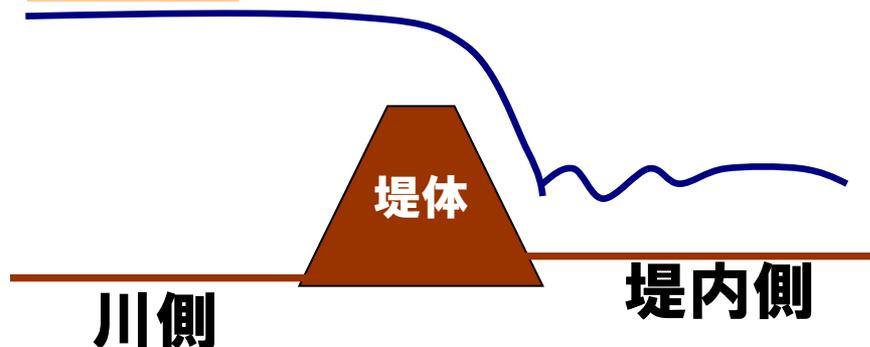
## 堤防高と堤内・河川側の最高水位から



# 津波遡上・被災の概況

堤防高と堤内・河川側の最高水位から

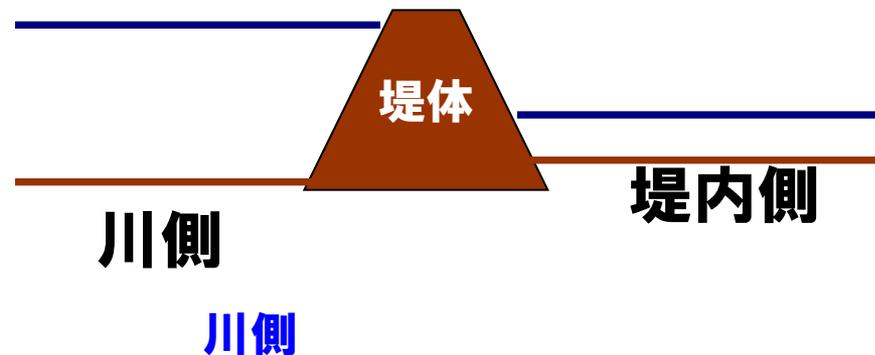
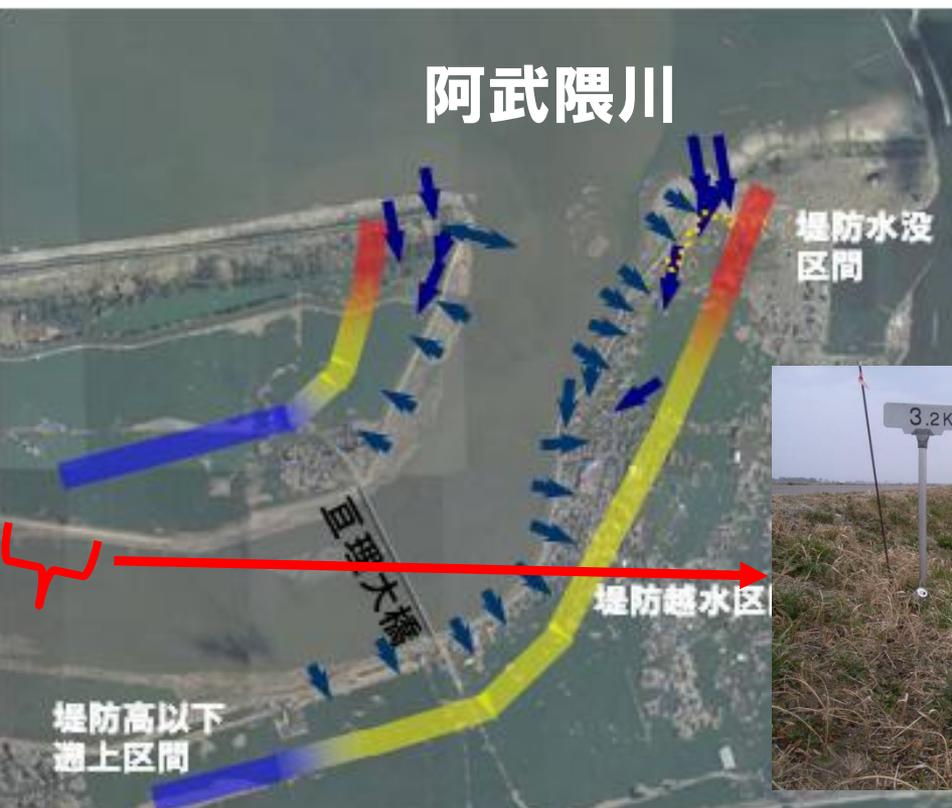
## 越水



# 津波遡上・被災の概況

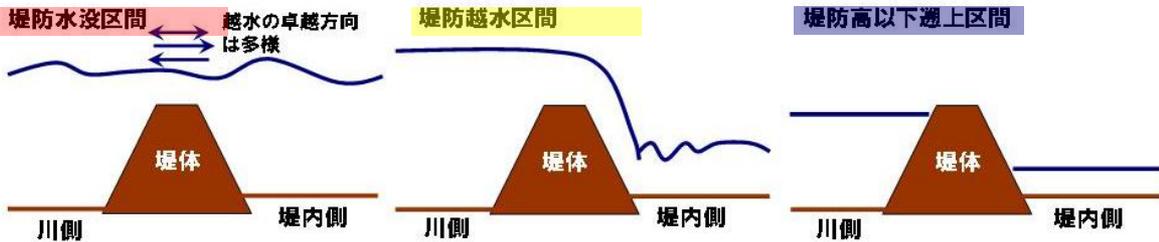
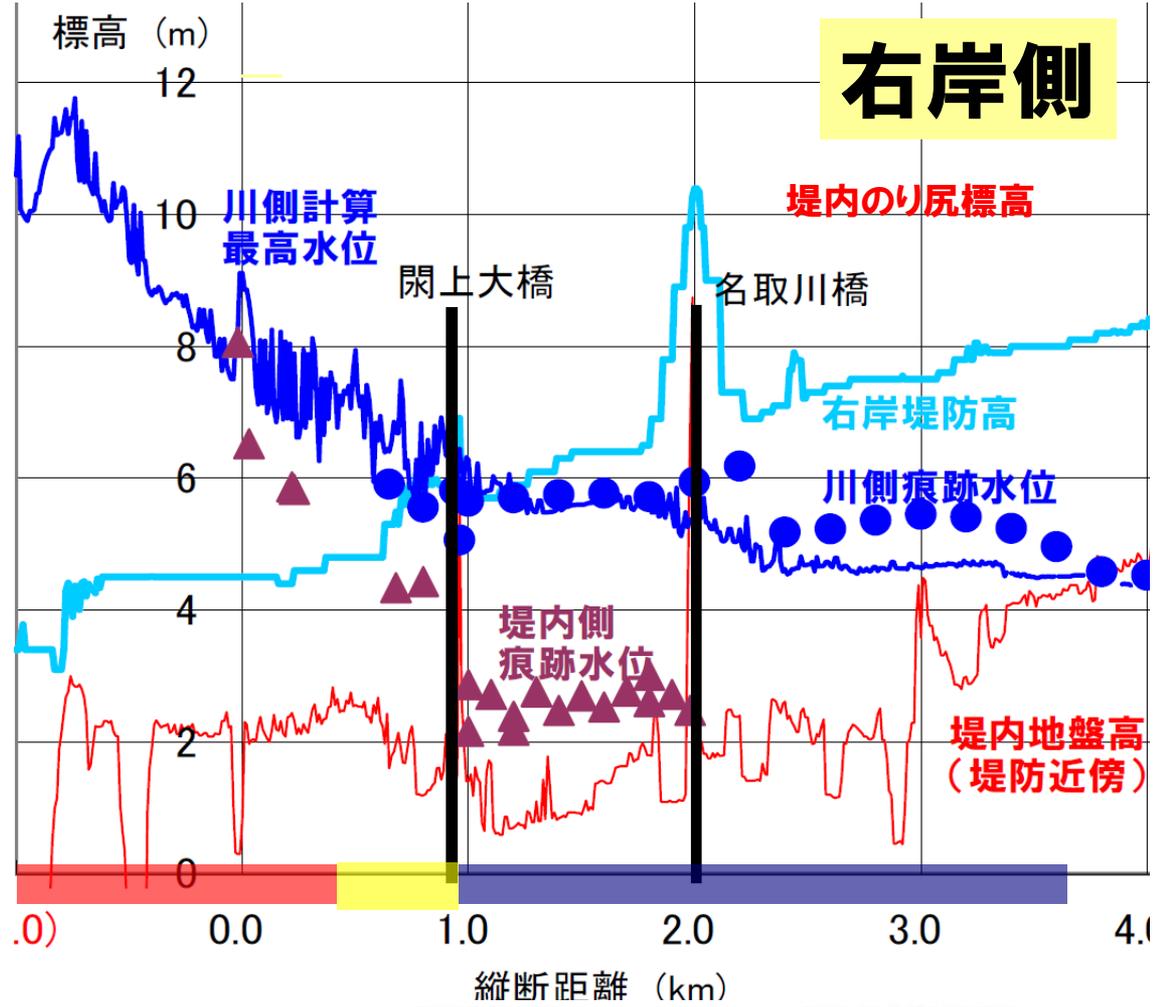
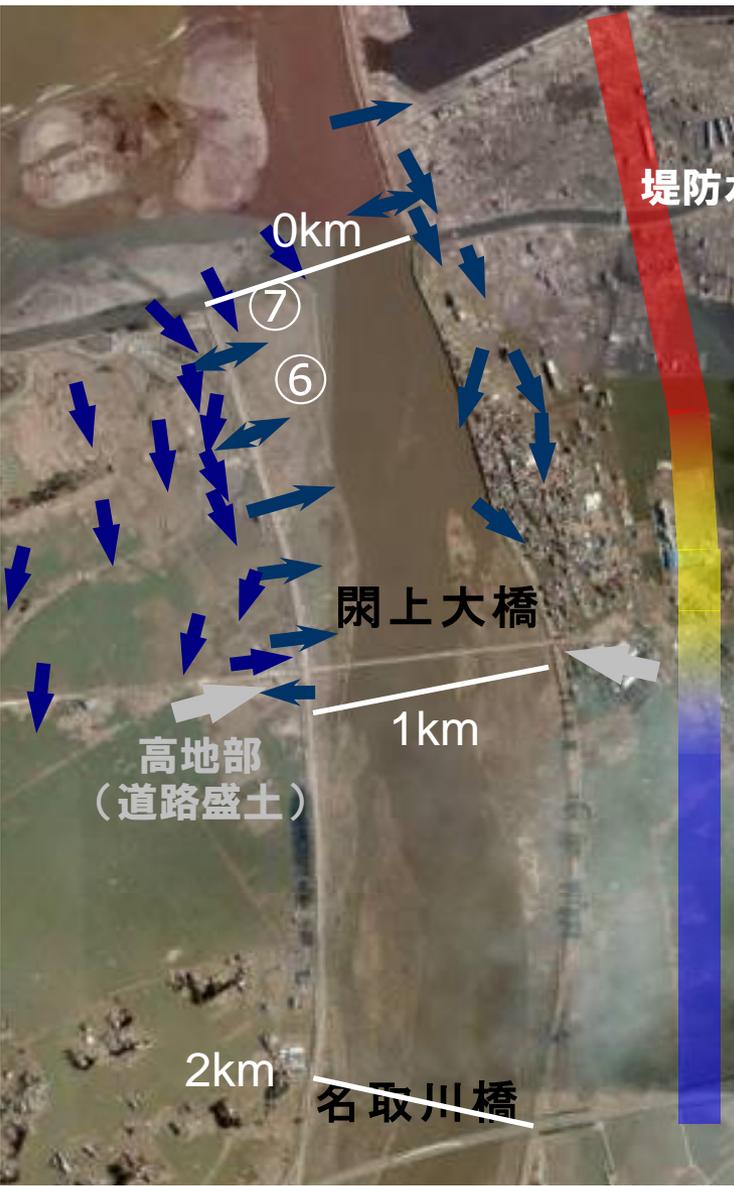
## 堤防高と堤内・河川側の最高水位から

### 天端以下

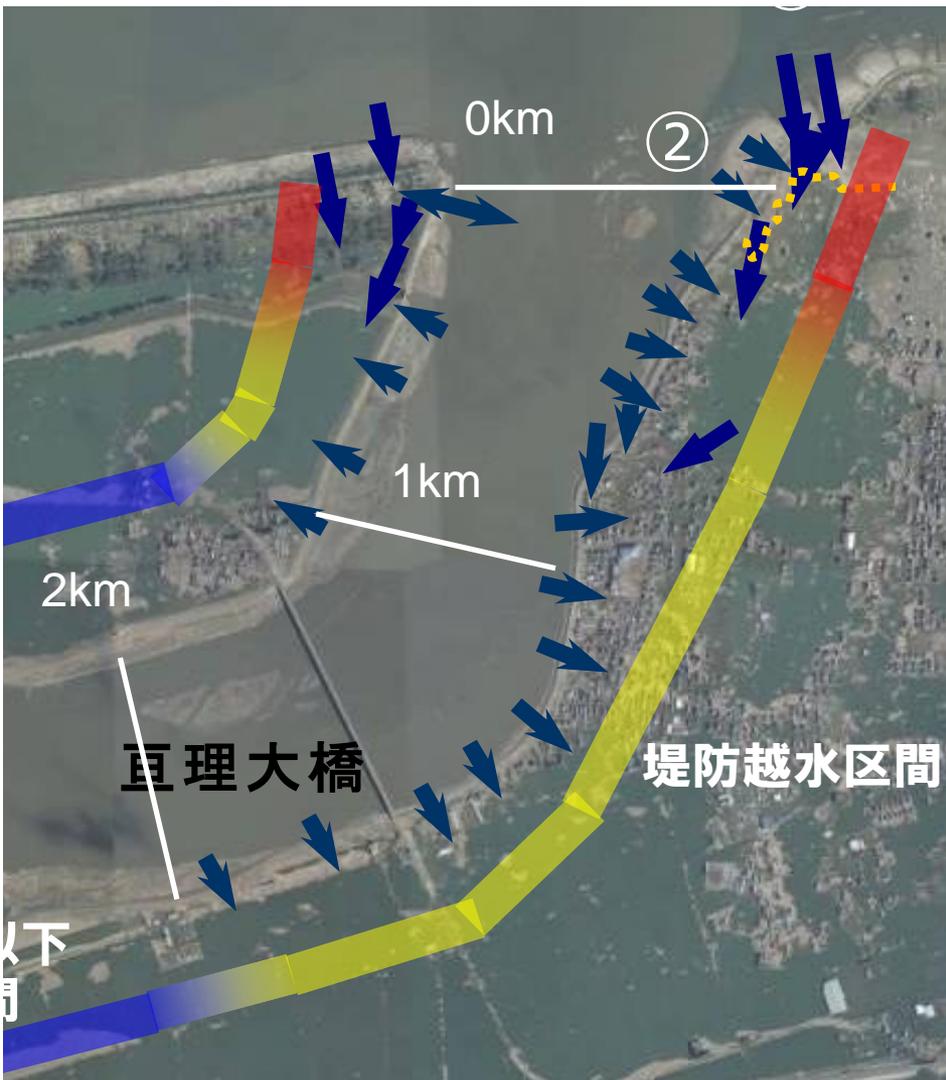


①堤防際の水位

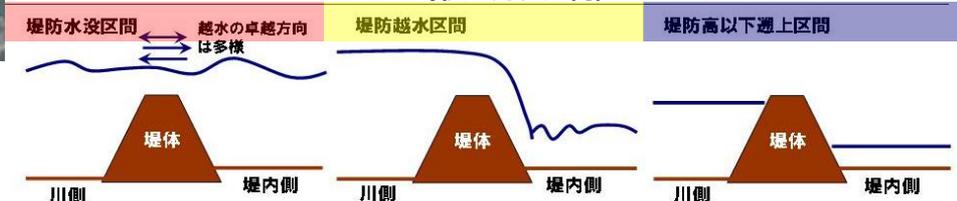
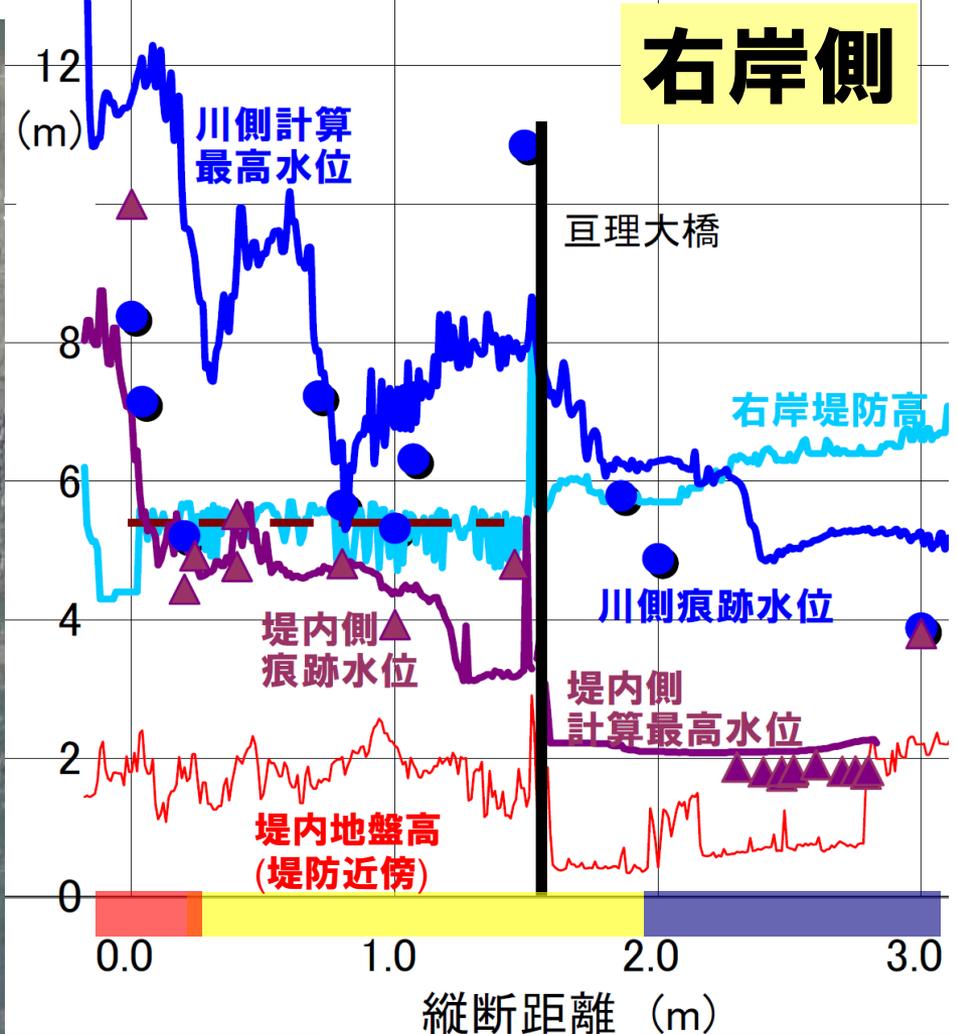
# 直線的な河道（汀線に概ね直交）



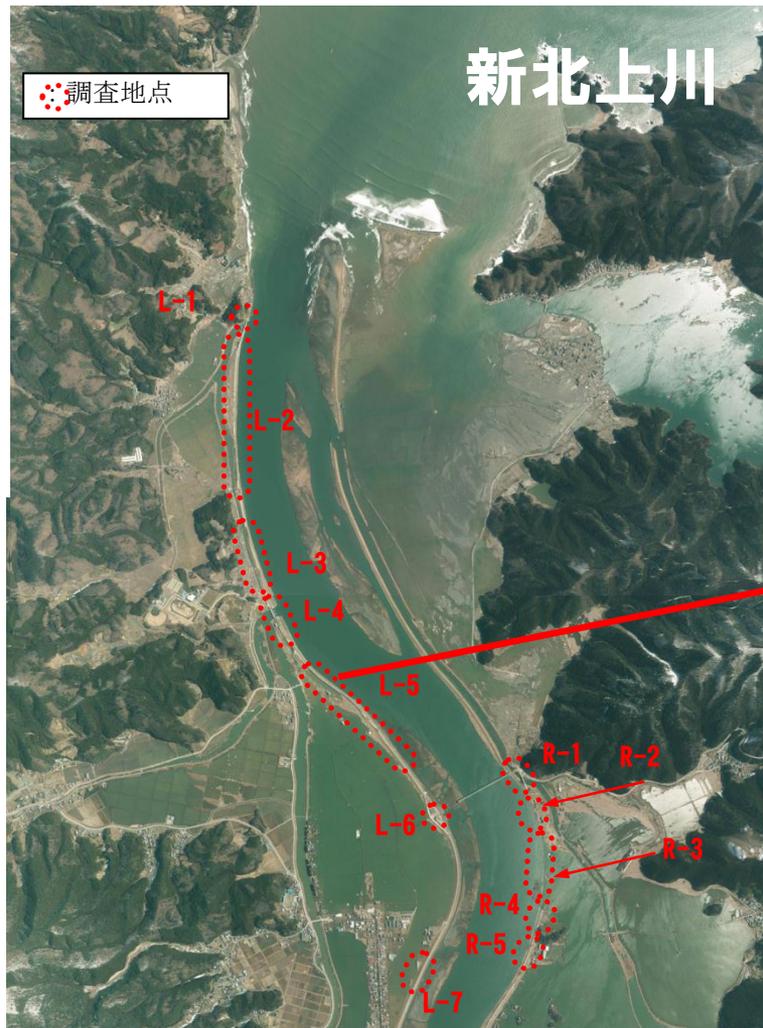
# 堤防法線が斜め・湾曲



(c) 阿武隈川



# 土堤部の越水による被災



空中写真出典：国土地理院ホームページ  
[http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h23\\_tohoku.html](http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h23_tohoku.html)

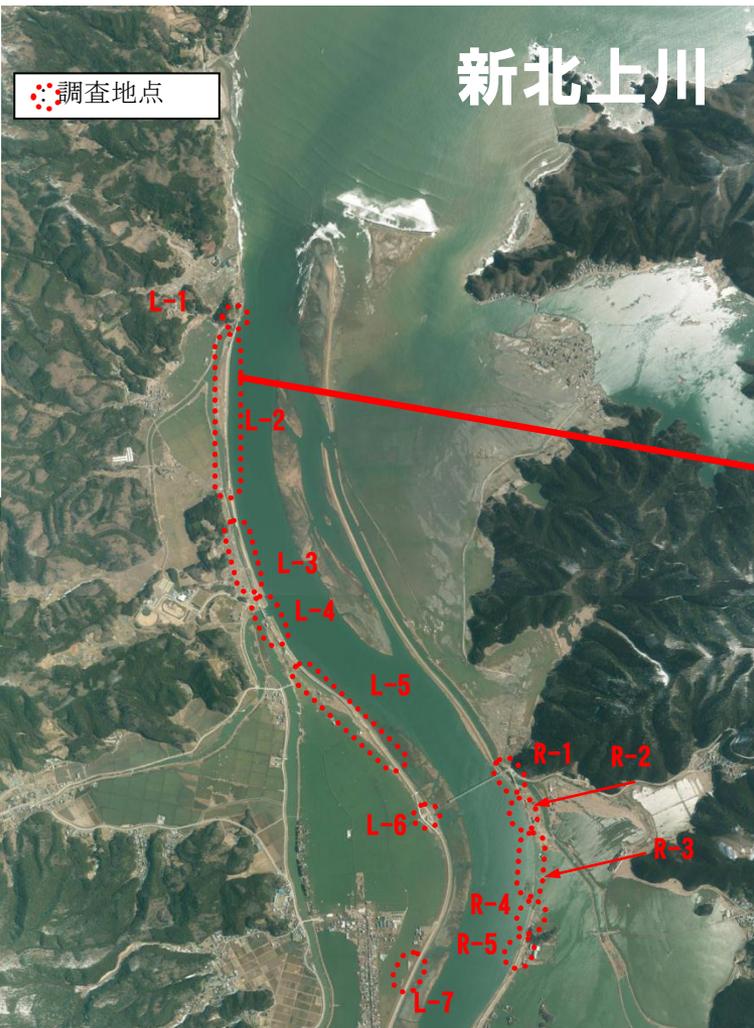
堤内側ののり面・のり尻の侵食  
→堤体の崩壊・流送



天端まで切り欠く被災箇所  
→痕跡水位から堤防天端で1m程度の冠水またはそれ以上の冠水

## ②直轄河川堤防の被災状況

# 津波の河道内遡上流れによる被災



## 川側のり面の植生の流失と侵食



空中写真出典：国土地理院ホームページ  
[http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h23\\_tohoku.html](http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h23_tohoku.html)

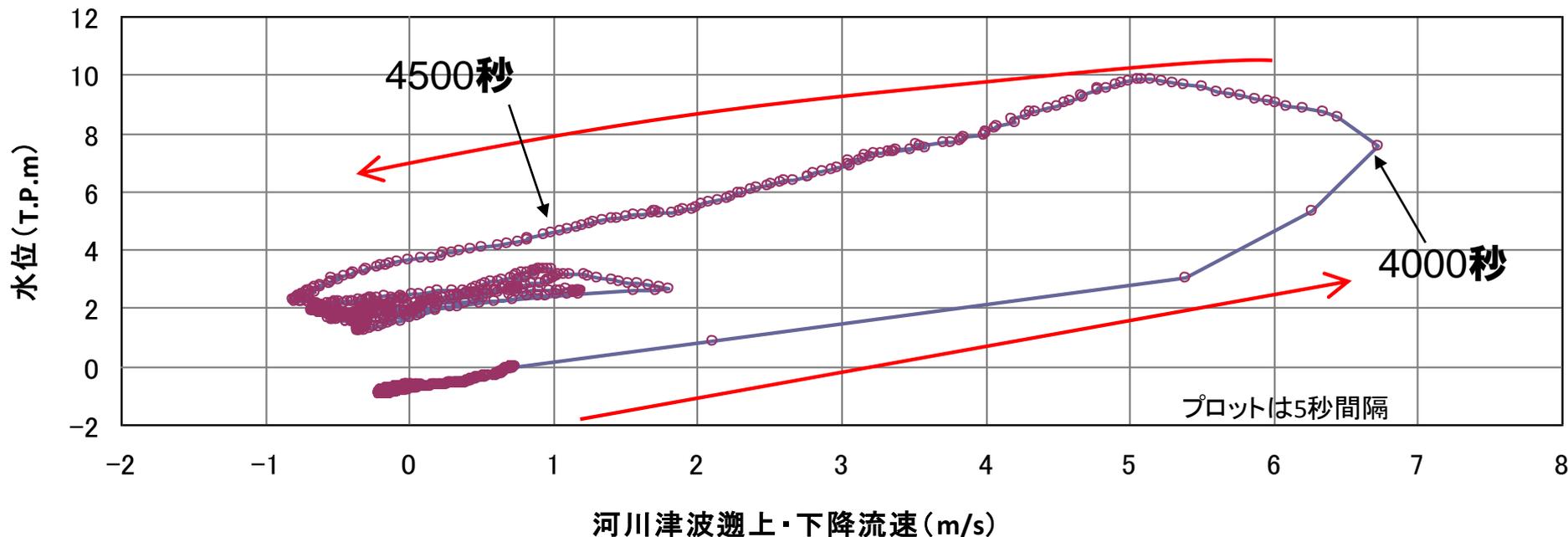
# 津波の河道内遡上流れによる被災



## 護岸ブロックの捲れ上がり



# 津波遡上：高流速しかし短時間



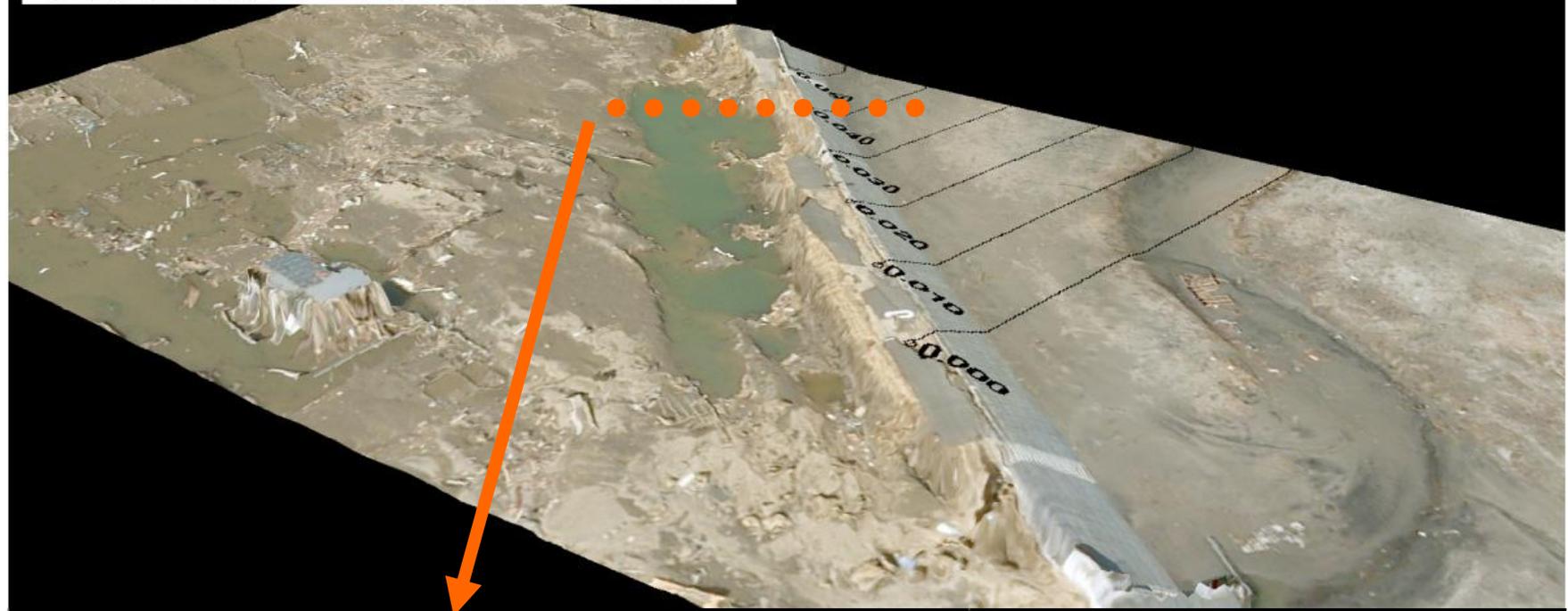
- ブロックは短時間であっても、ある閾値を超える流速が作用すると、動く
- 植生は短時間であれば、高流速に耐えられる(根が洗い出されて流失するまでの時間内)
- さらに、粘着力を有する堤体土である場合、植物が流失した後も、侵食されにくい(短時間では侵食が比較的軽微)

# 堤防の侵食状況のランク分け

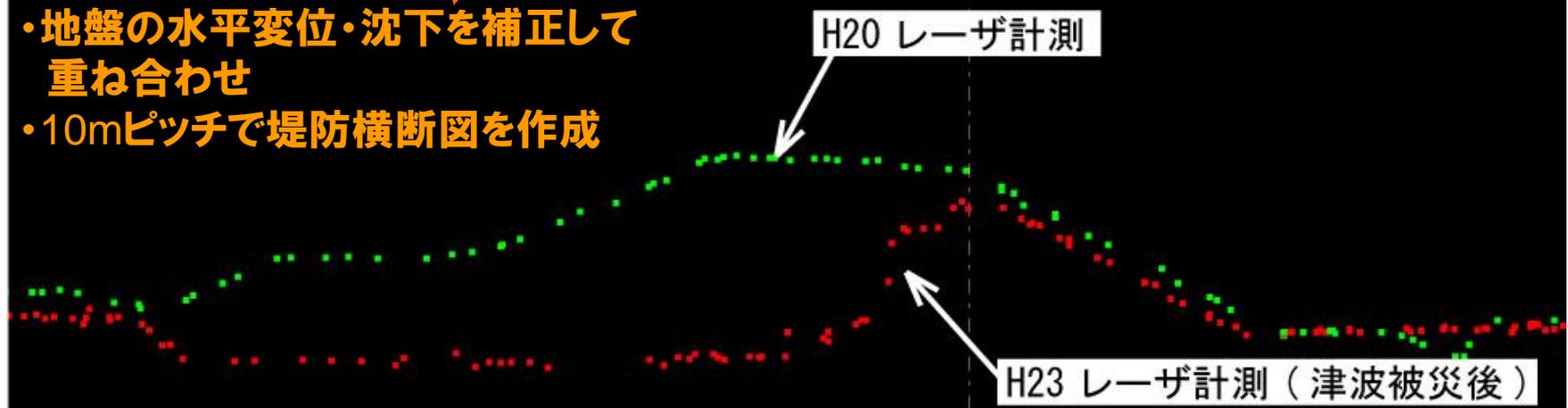


# 被災前後の堤防形状の比較

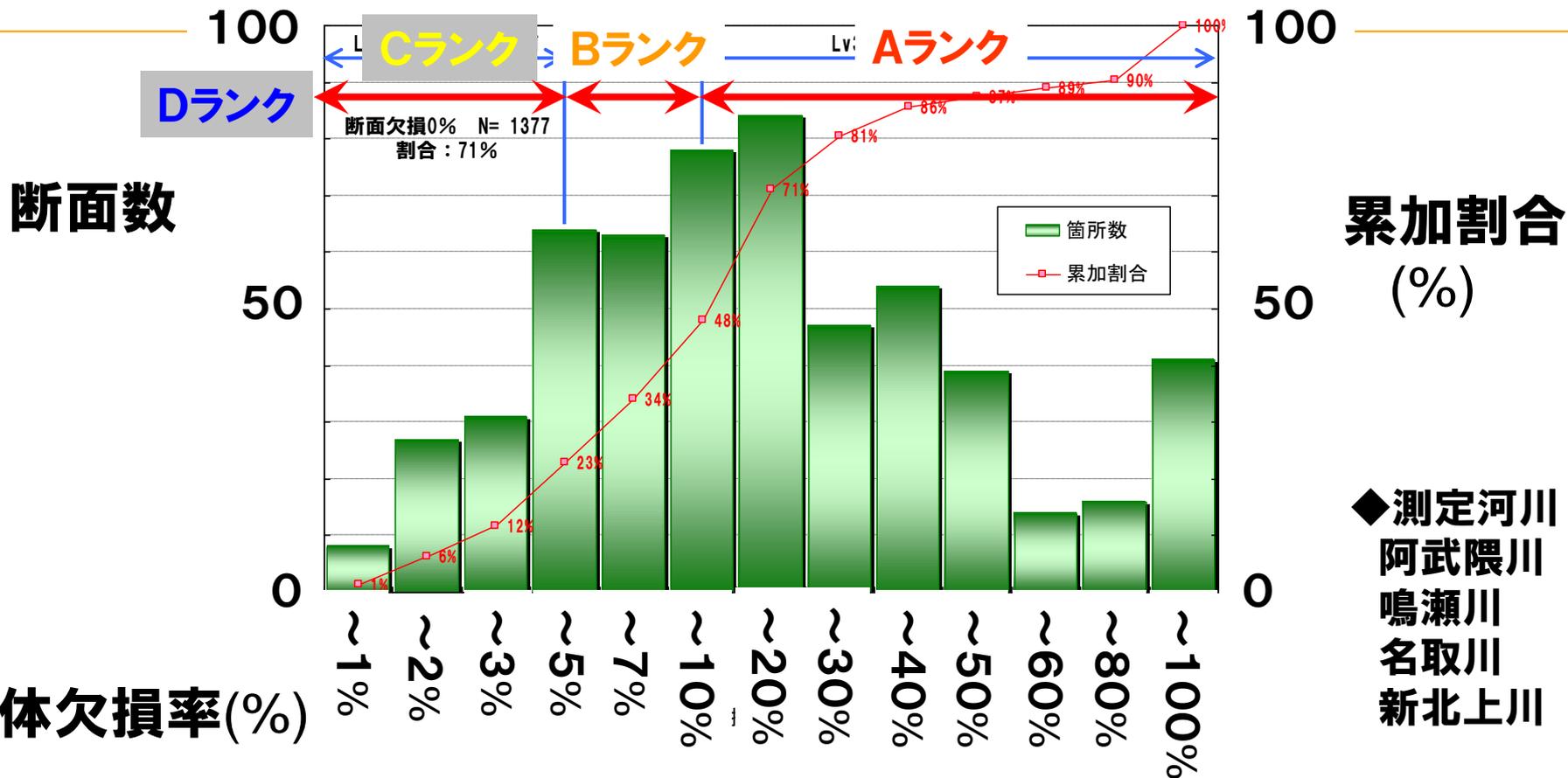
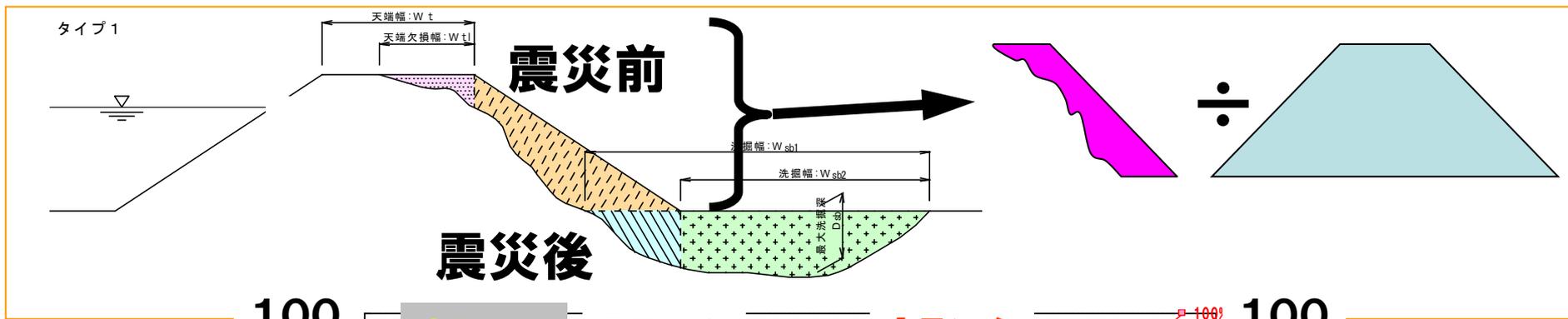
堤防欠損状況の三次元表示による確認



- 地盤の水平変位・沈下を補正して重ね合わせ
- 10mピッチで堤防横断図を作成

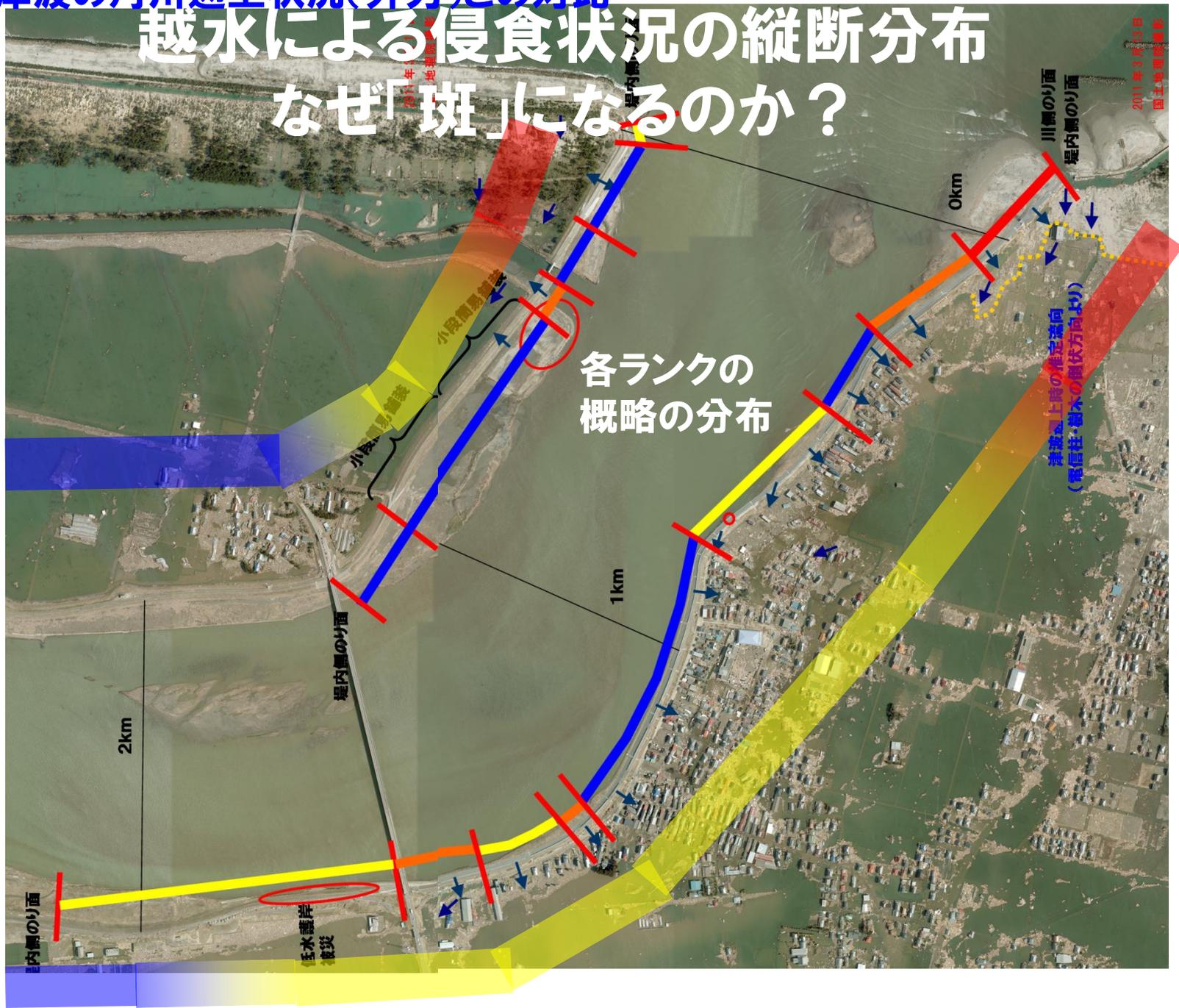


# 堤体欠損率の測定



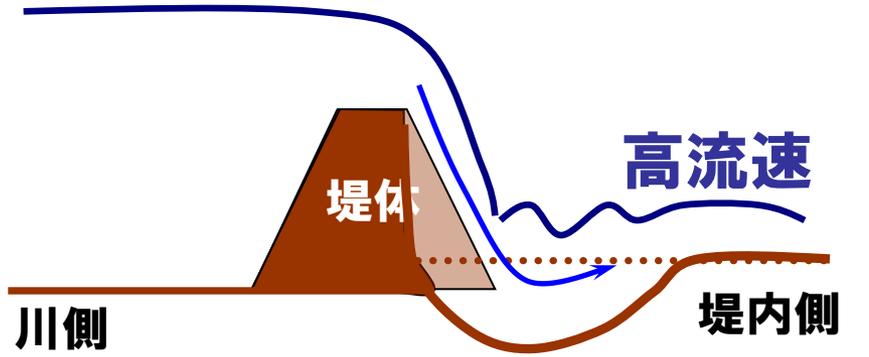
③ 今次津波の河川遡上状況(外力)との対比

# 越水による侵食状況の縦断分布 なぜ「斑」になるのか？



# 堤内側の水位急上昇が侵食進行を抑制

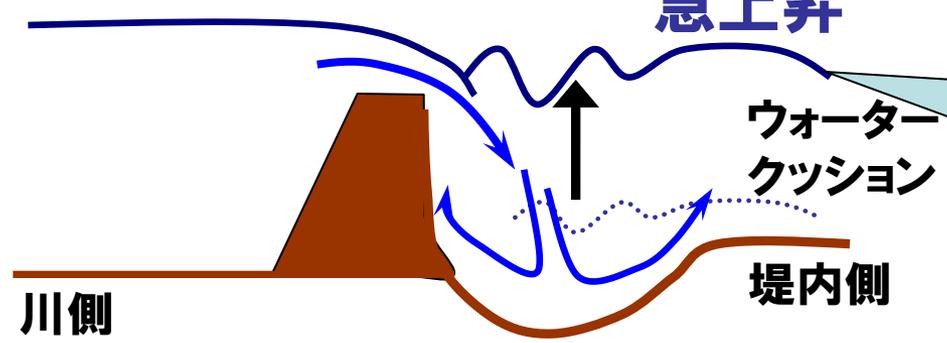
## 越水開始時



強い流れ → 侵食進行



## その後(数分オーダー??)



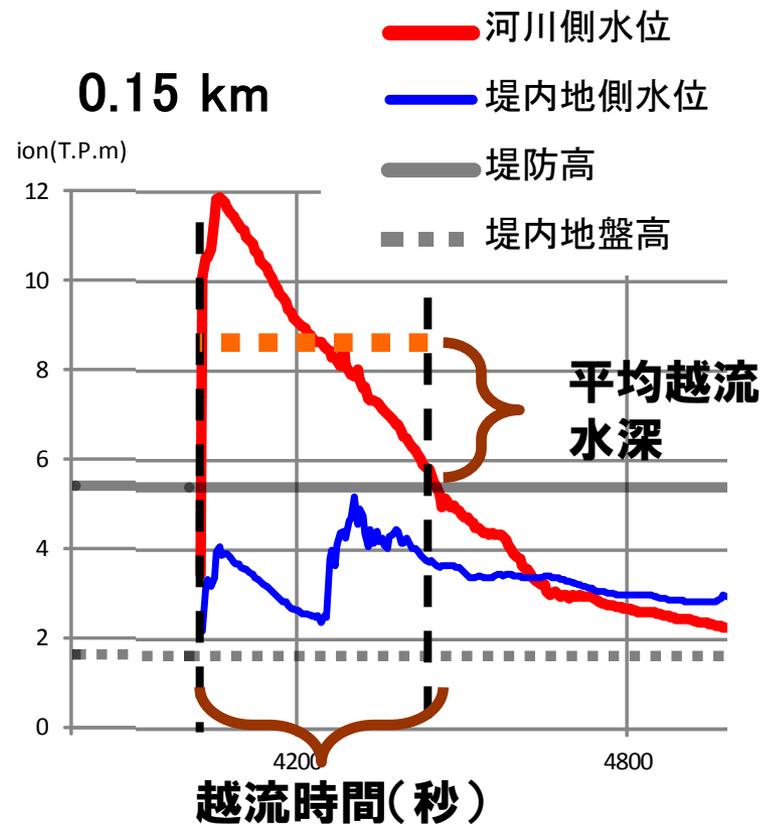
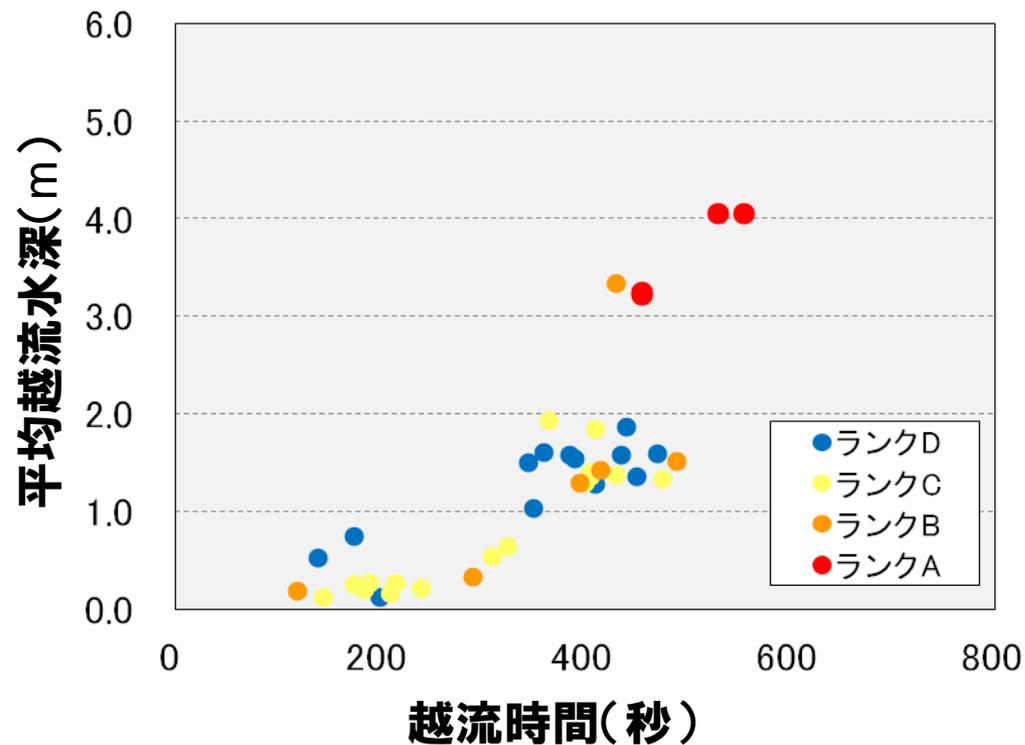
流れが弱まる → 進行鈍る

海岸からの津波遡上  
や河川からの急激・大量の越流

激しい越水をクッション効果なしで受ける状況をごく短時間に留める

# 越流状況とランク

## 阿武隈川



1時間 0分 0秒



③今次津波の河川遡上  
状況(外力)との対比

# 阿武隈川 の 津波遡上 状況

着目点:右岸堤防

- ①河川からの氾濫
- ②堤内の津波遡上
- ③上記のタイミングのズレ  
→ウォータークッション



-3.0

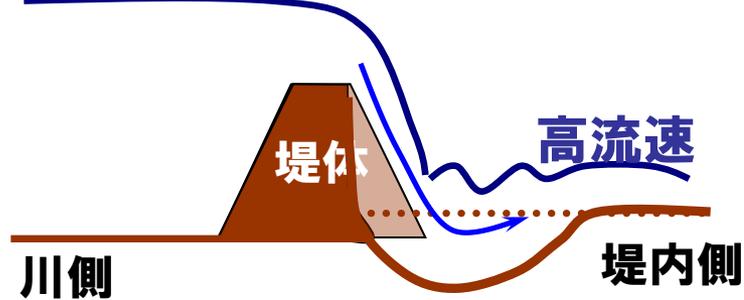
3.0

12.0 m

③ 今次津波の河川遡上状況(外力)との対比

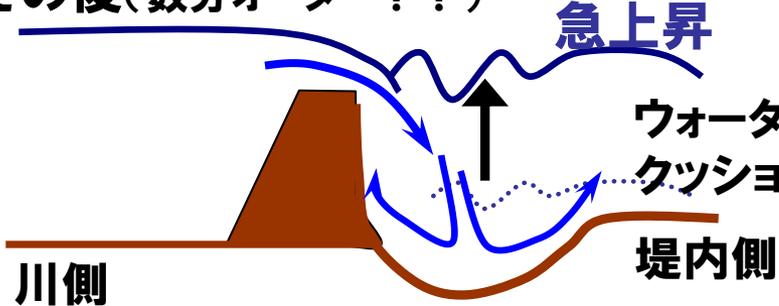
# 津波計算結果に見られる 「ウォータークッション」

越水開始時



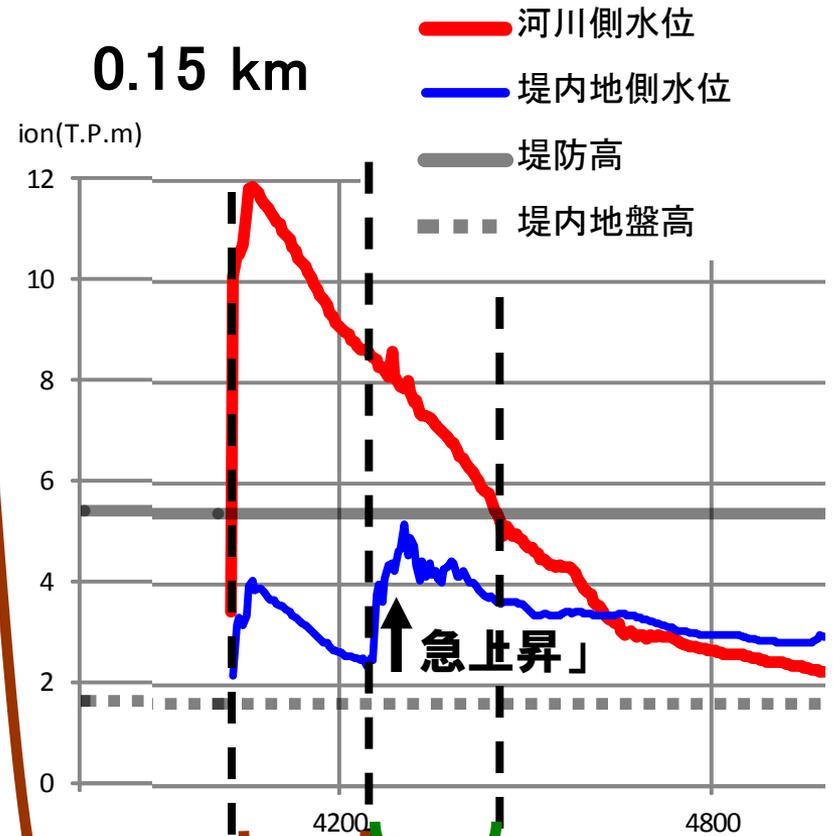
強い流れ→侵食進行

その後(数分オーダー??)

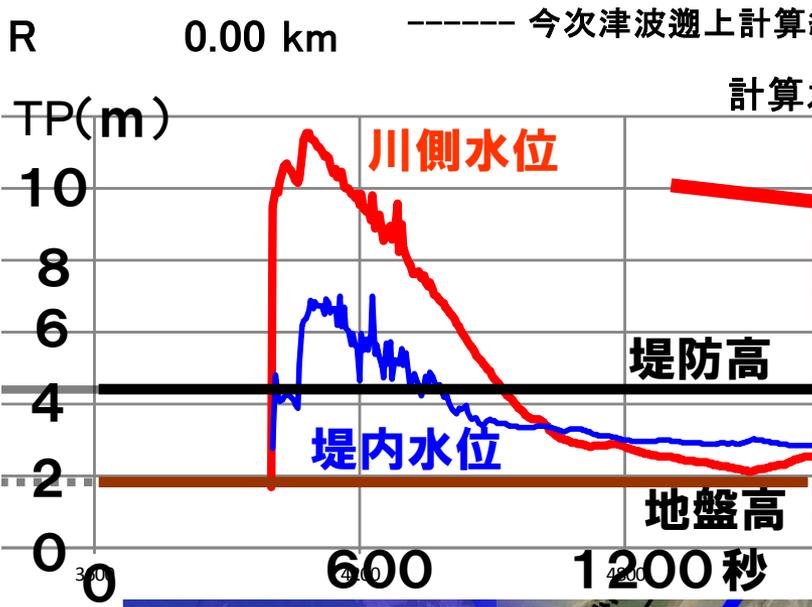


流れが弱まる→進行鈍る

0.15 km



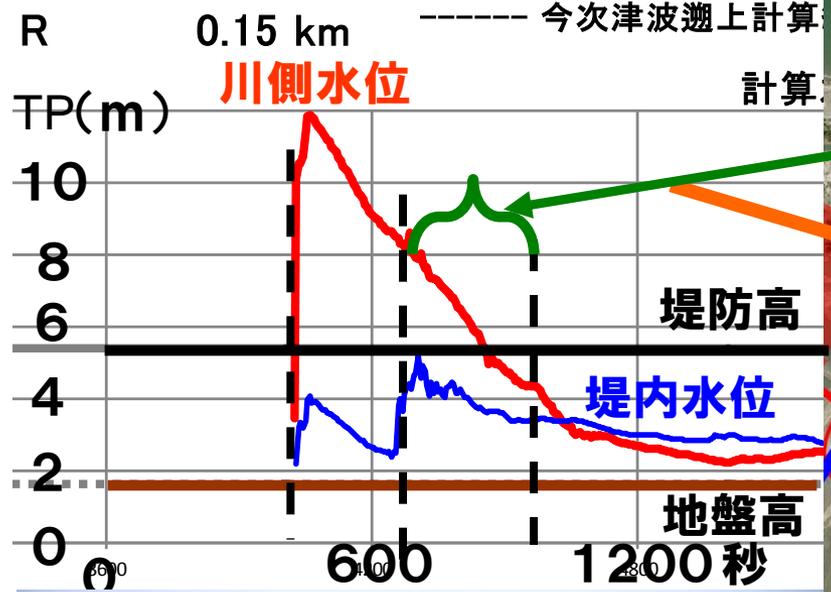
### ③ 今次津波の河川遡上状況(外力)との対比



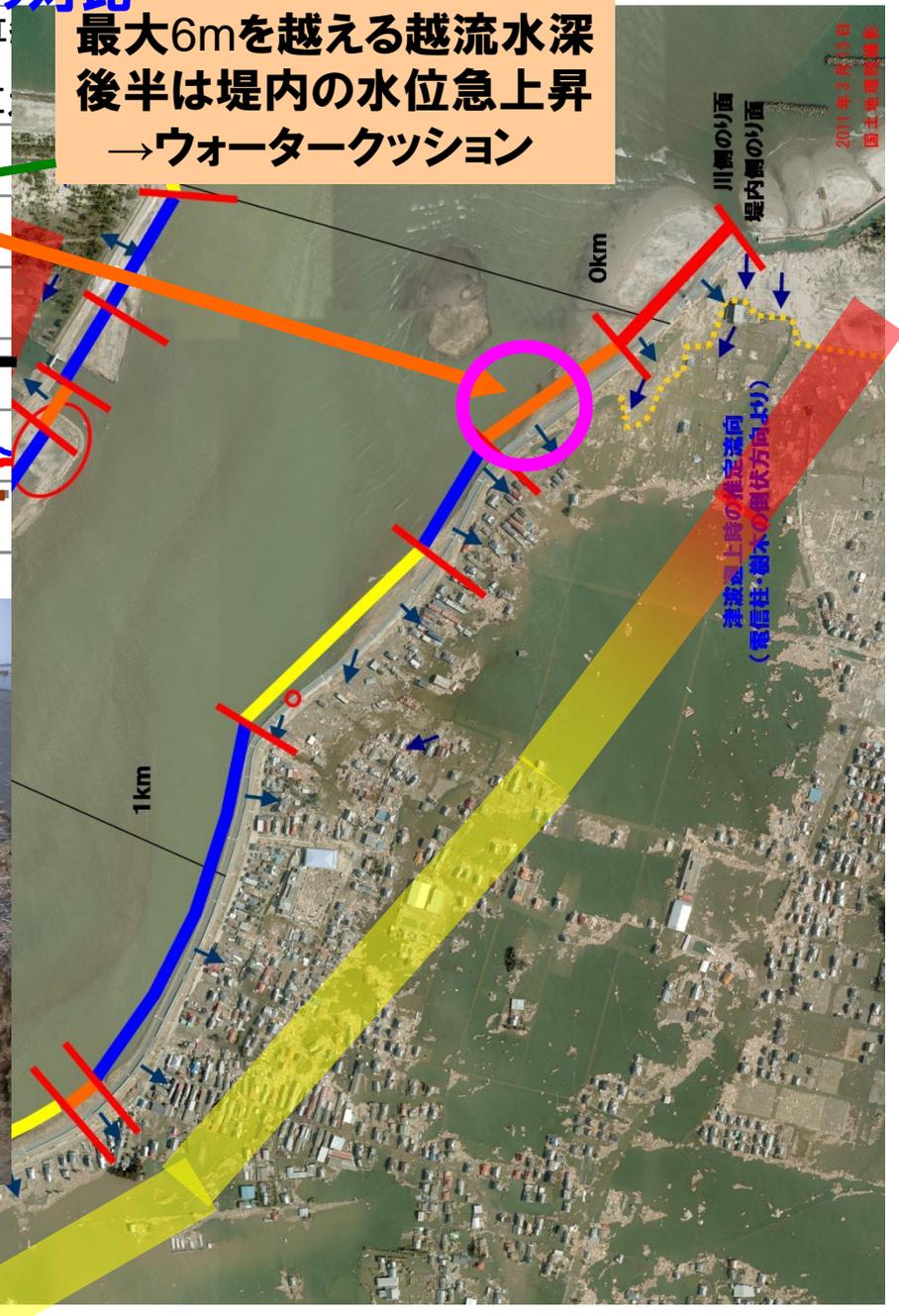
最大6mを越える越流水深  
 ウォータークッションなし  
 越水に応じて堤内水位が変化



### ③ 今次津波の河川遡上状況(外力)との対比

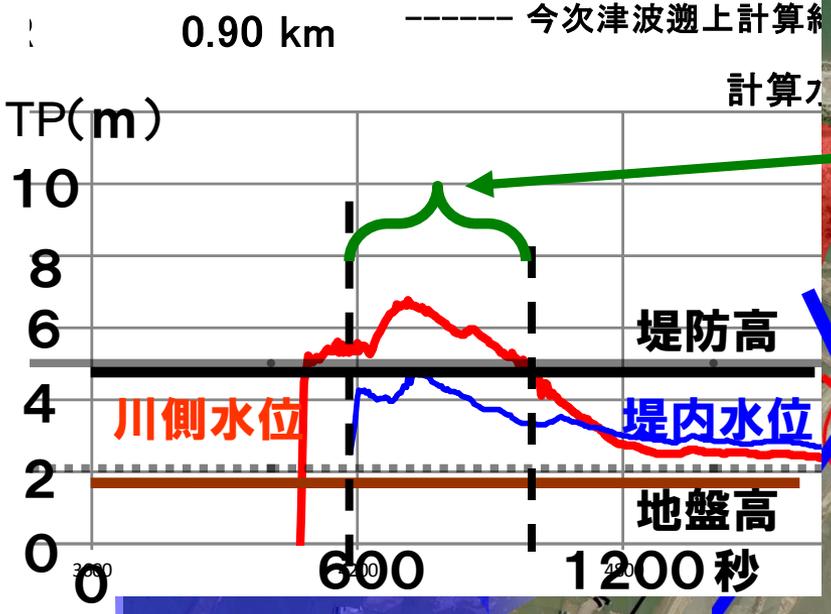


最大6mを越える越流水深  
後半は堤内の水位急上昇  
→ウォータークッション

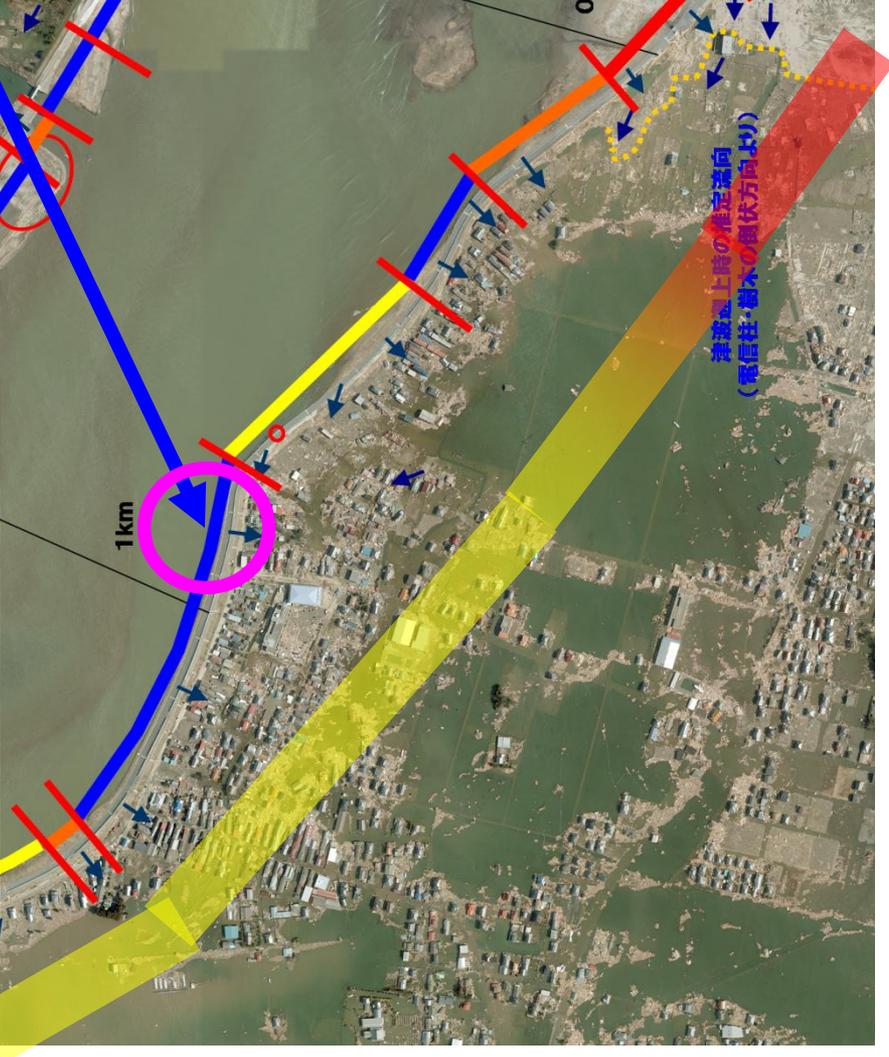


2011年3月11日  
国土交通省

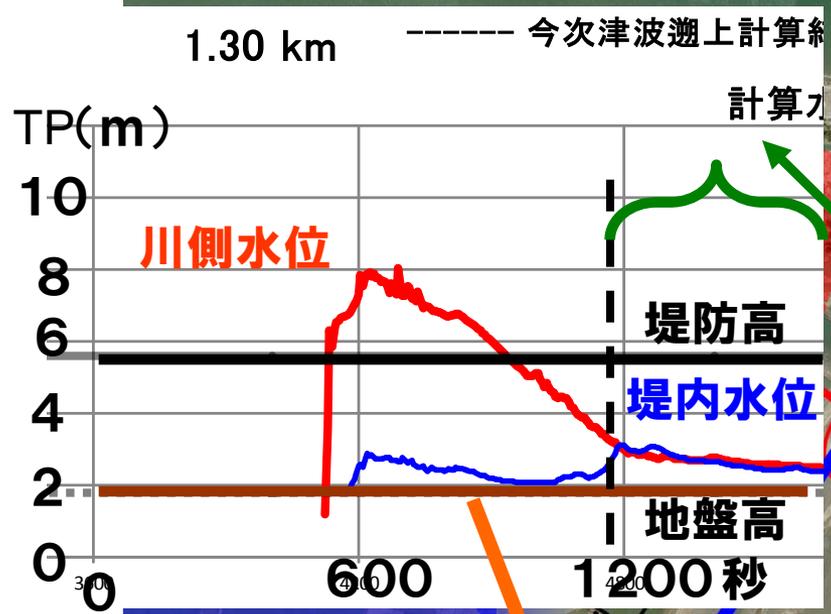
### ③ 今次津波の河川遡上状況(外力)との対比



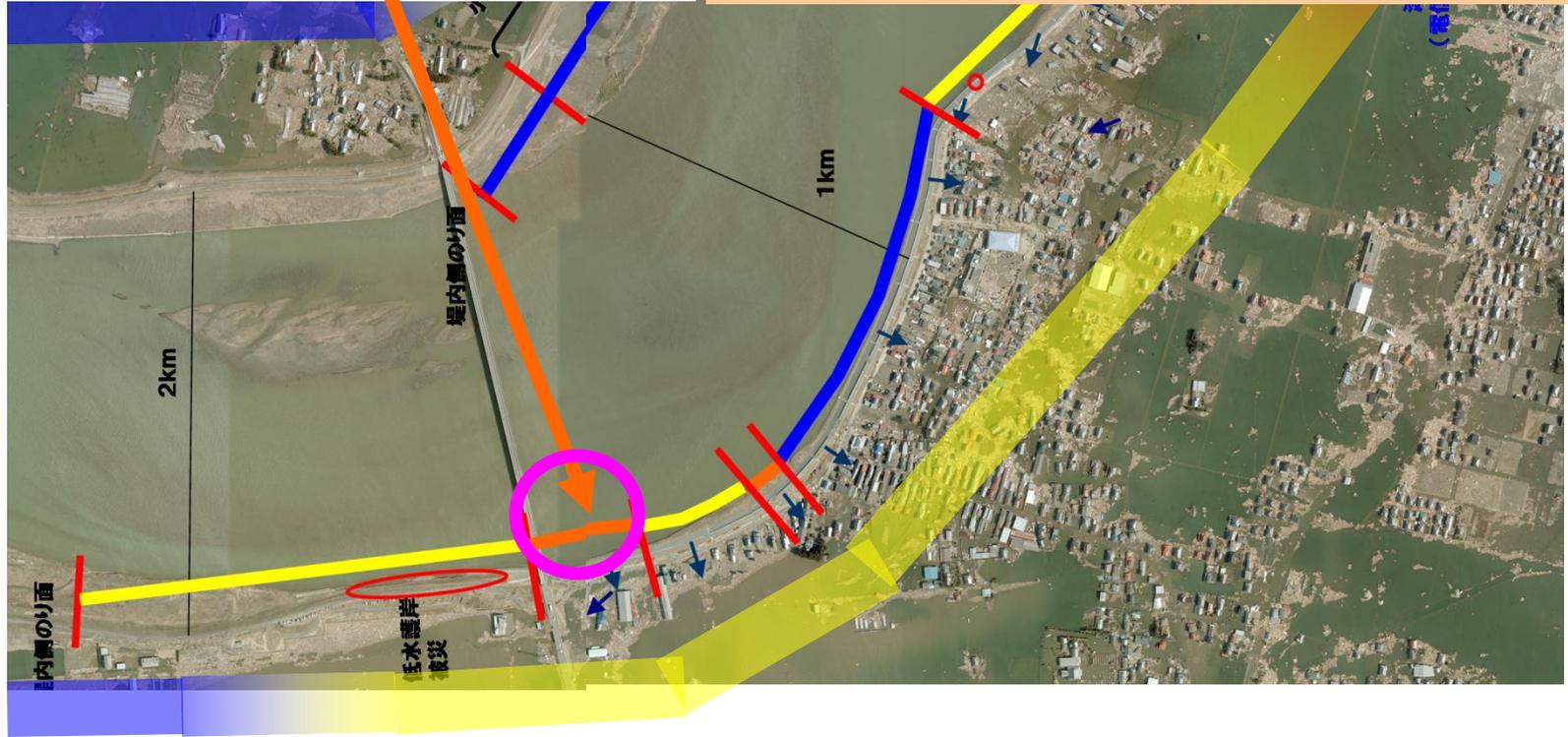
**最大2m程度の越流水深**  
**最大越水前には堤内の水位急上昇**  
 →ウォータークッション  
 ※本格的な越水前に既に湛水



### ③ 今次津波の河川遡上状況(外力)との対比

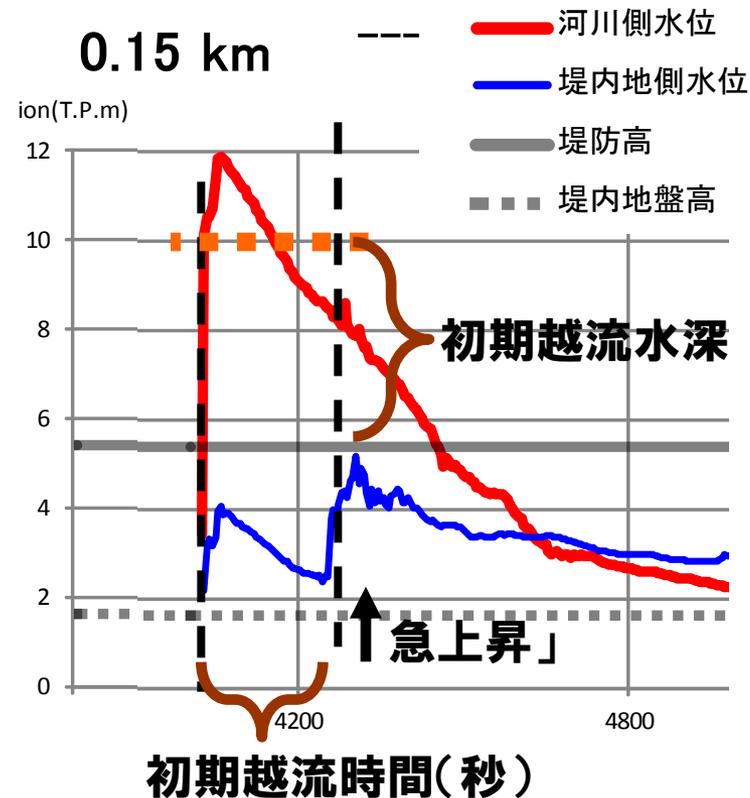
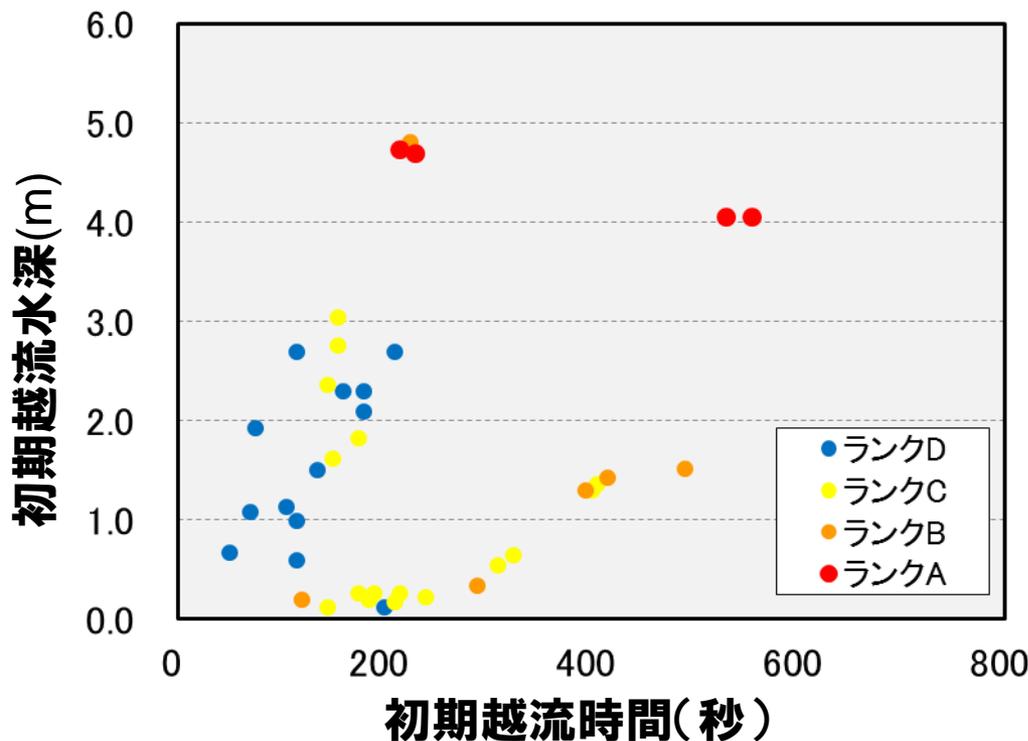


最大2m程度の越流水深  
 越水終了後に堤内の水位上昇  
 →ウォータークッションなしで越水する時間が長い



# 堤内水位を考慮：越流状況とランク

## 阿武隈川



- 堤防の法線形状(波の回り込み)に伴う津波伝播の様子と現地被災状況とは整合的
- 規模の異なる津波、堤内浸水の程度の差違
- 堤防応答はどう変わるか？

# 越流状況とランク

## 阿武隈川

