

河川津波における遡上距離・遡上高の推定手法

寒地土木研究所寒地河川チーム 研究員 阿部孝章
 土研新技術ショーケース2014 in 東京
 2014年9月19日(金) 一橋講堂
 予測・調査技術(16:20-16:45)

River Engineering Research Team

東日本大震災で更に明確となった河川津波の危険性

国交省河川津波対策検討会では、施設計画上の津波(L1)、最大クラスの津波(L2)に分けて対策実施することを提言(H23.8月)

河川管理上の課題:津波がどこまで河川を遡上するか予測→
 樋門操作・河川巡視範囲などの判断

様々な河川流量と津波規模に応じて、河川遡上距離や危険箇所を事前に明らかにしておき、津波来襲時の判断材料を得ることが肝要(数値計算が有利)

即時的な河川津波予測手法の提案

本手法の計算モデルによる事前検討 → 河川津波予測縦断面図 → 地震発生 → 津波規模H 河川流量Q → 遡上距離 遡上高

River Engineering Research Team

本手法の計算モデルについて

- CERI1D:一次元不定流計算用モデル
 - 洪水の計算
 - 津波の計算
 - 河水変動計算
 - 結氷河川における津波計算
- 2013年4月にiRICソフトウェアに統合

iRIC Software Changing River Science
 URL: <http://river.ceri.go.jp/> (寒地河川チーム)
<http://i-ric.org/ja/> (iRICソフトウェア)

River Engineering Research Team

計算モデルの概要

入力データ: 上流量、下流水位、横断データ(※全てcsvファイルで用意)、粗度係数

計算の実行: ※1次元モデルなので高速な計算が可能です

出力データ: 縦断的な水位、流速等

データ整理

予測縦断面図

横断データ例:

iRICソフトウェアの統一化されたGUI上で計算前処理が可能

寒地河川チームホームページで公開中の「津波河川遡上予測の手引き(案)」にて予測縦断面図の作成方法を詳しく解説しております(後ほどご紹介いたします)。

River Engineering Research Team

CERI 1Dの計算モデルについて

連続式と運動方程式

$$\frac{\partial A_w}{\partial t} + \frac{\partial Q_w}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial Q_w}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q_w^2}{A_w} \right) + g A_w \frac{\partial (H_w)}{\partial x} + \frac{g n_b^2 u_w^2 S_w}{R_w^{1/3}} = 0$$

- A_w [m²]: 河川水の流積、
- Q_w [m³/s]: 流量
- H_w [m]: 水位
- n [sm^{-1/3}]: Manningの粗度係数
- u_w [m/s]: 河川縦断方向の流速
- S_w [m]: 潤辺、 R_w [m]: 径深、 ρ_w [kg/m³]: 水の密度で999.8

ポイント: 横断形状を考慮できる

River Engineering Research Team

2011年東北地方太平洋沖地震津波

広域の再現計算 (iRICソフトウェアElimoモデルを使用)

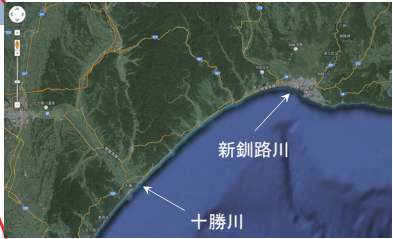
2011 Tohoku Pacific-Coast Earthquake Tsunami

River Engineering Research Team

2011年東北地方太平洋沖地震津波



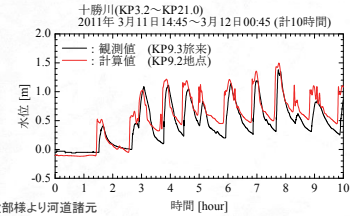
宮城県沖で発生した2011年東北地方太平洋沖地震津波は北海道にも到達し、全道的に河川遡上が発生(10の1級河川で遡上を確認)
 ・事例1: 十勝川(震源から約500km)
 ・事例2: 新釧路川(震源から約540km)



事例1: 十勝川(3.11)

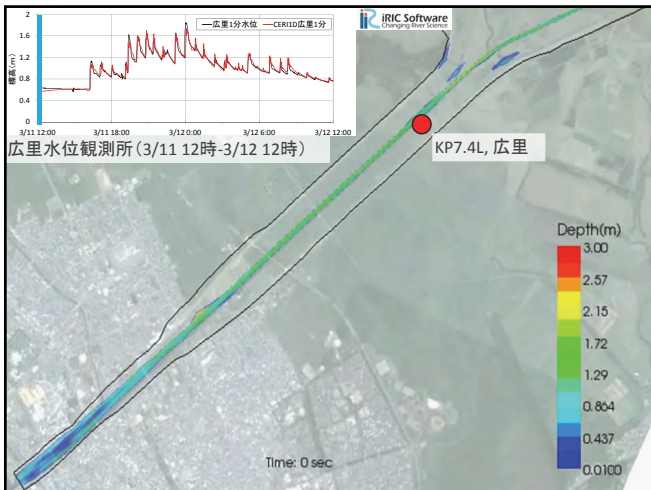


2011年3月11日～12日における 十勝川の河川津波を再現計算



大津(KP.3.2)～茂岩(KP.21.0)の範囲で解析
 大津10秒水位を下流端境界条件とした

※帯広開発建設部様より河道諸元データ・水位記録をご提供頂きました River Engineering Research Team



事例2: 新釧路川(3.11)

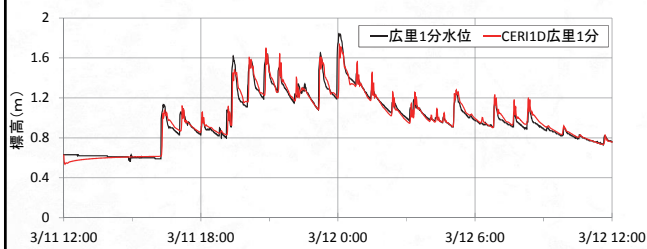


事例2: 新釧路川(3.11)



精度の検証

— 広里水位観測所における時系列水位比較



釧路開建治水課様より水位データをご提供頂きました

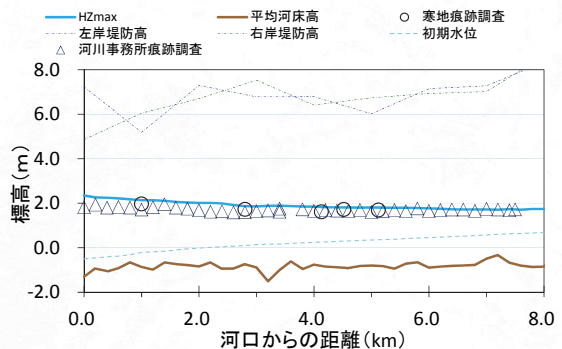
River Engineering Research Team

事例2: 新釧路川(3.11)

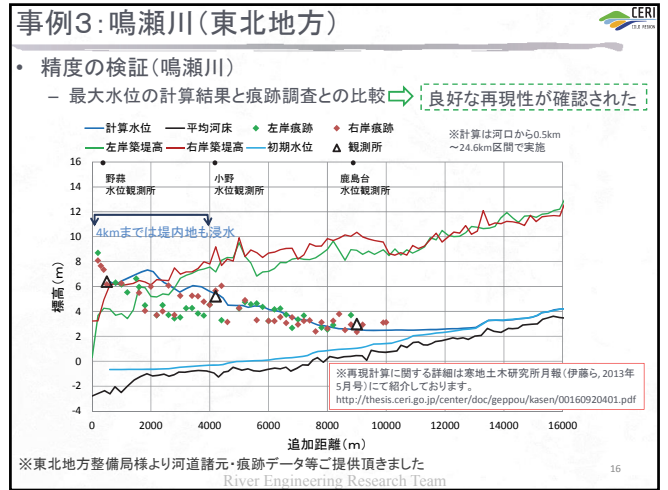
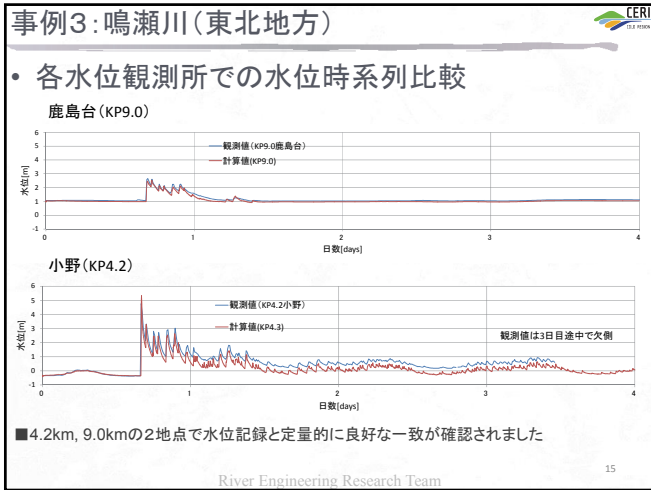
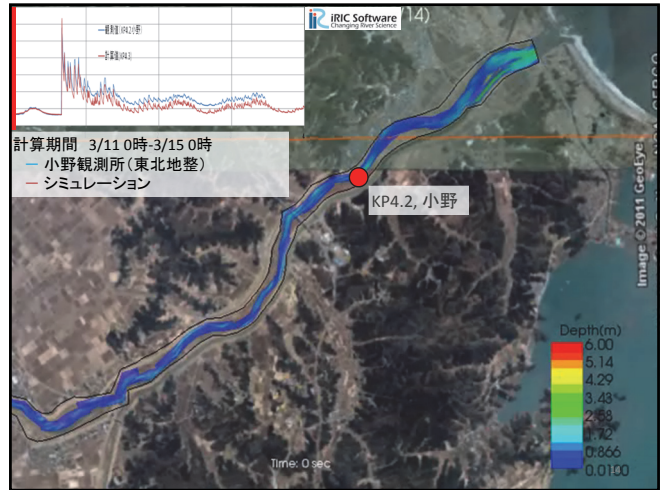
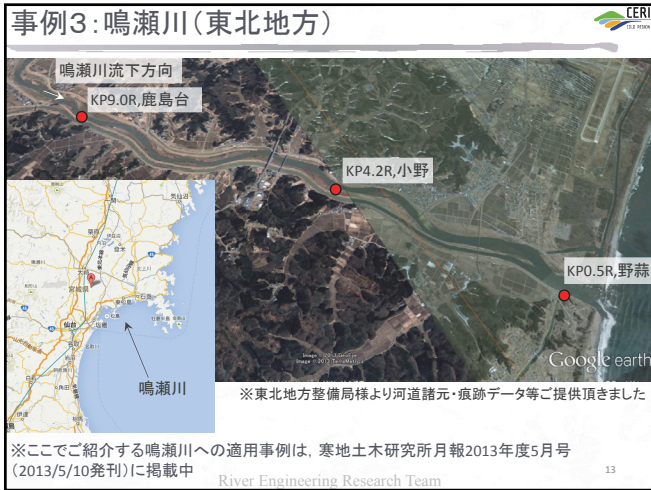


精度の検証

— 最大水位と痕跡標高との比較

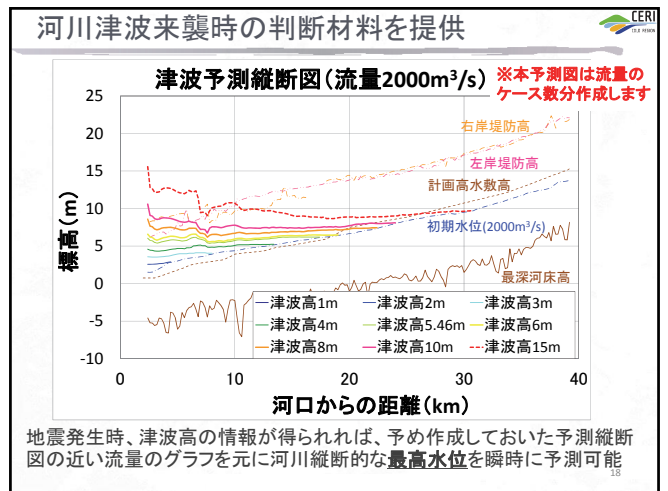


River Engineering Research Team

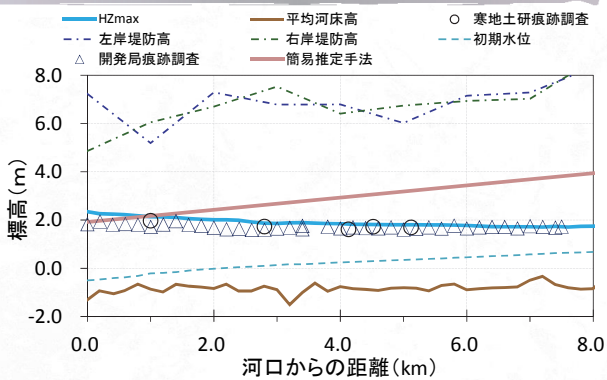


遡上距離・遡上高推定手法

River Engineering Research Team



既往手法との比較



簡易推定手法の値は津波の河川遡上解析の手引き(案)・国土技術研究センター：参考資料-2簡易推定手法を元に作成→上流へ行くほど痕跡値から乖離

River Engineering Research Team

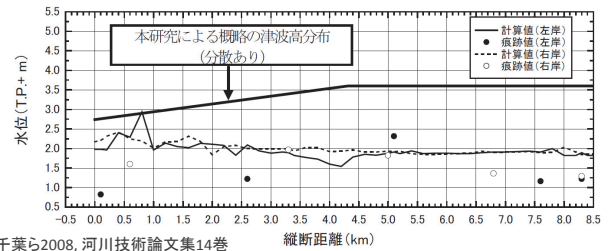
19

(財)国土技術研究センターによる簡易推定手法



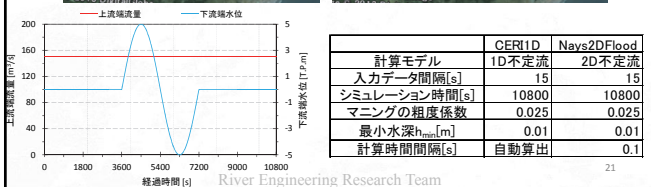
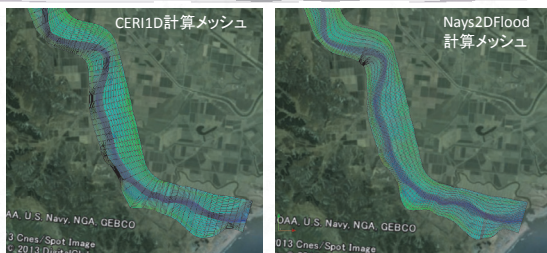
$$l_s = 1.2 \times l_0 \times (H_0/h_0)^{-1/3}$$

$$l_d = 1.5 \times l_0 \times (H_0/h_0)^{-1/3}$$



千葉ら2008, 河川技術論文集14巻
図-12 十勝川における痕跡値, 平面2次元計算値および本研による概略の津波高分布との比較

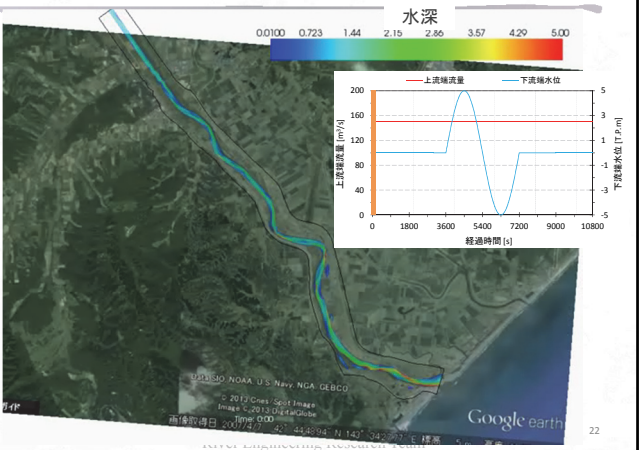
平面2次元計算モデルとの比較



River Engineering Research Team

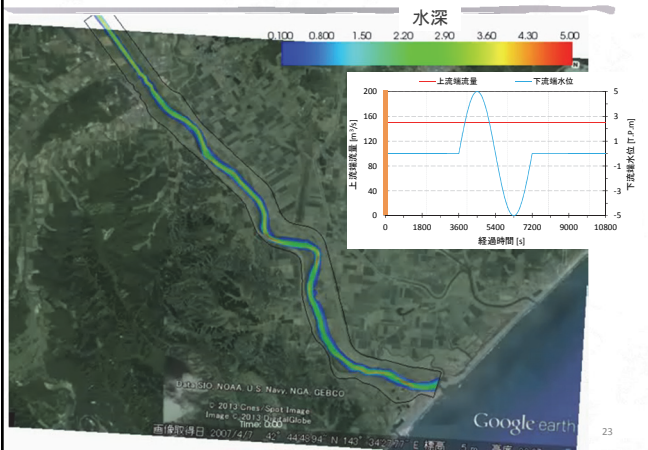
21

一般断面1次元モデル



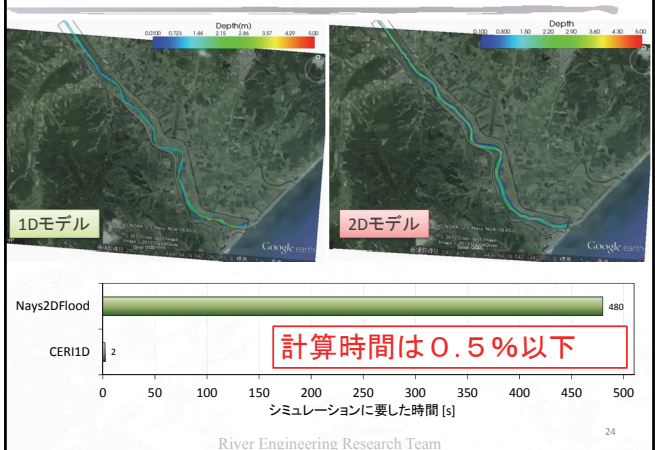
22

平面2次元モデル



23

平面2次元計算モデルとの比較

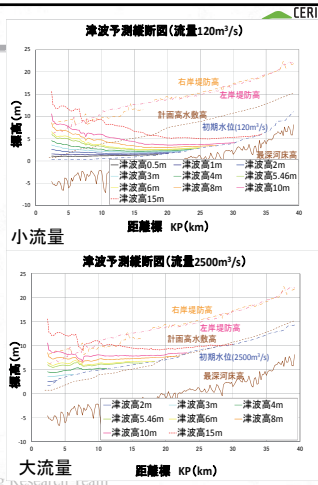


River Engineering Research Team

24

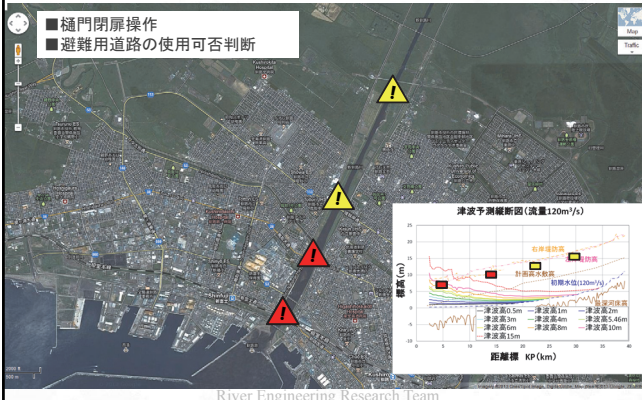
留意事項

- 実際の河川では流量によって初期水位が変化し、遡上距離も変化します(例:右図)
- 波高の他に流量を変化させた解析を行うことも可能です



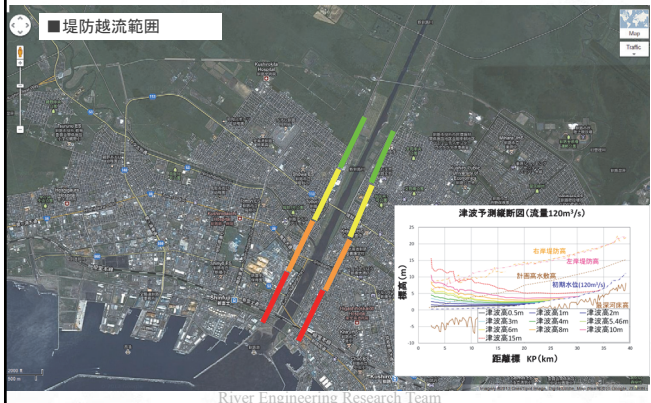
River Engineering Research Team

予測縦断面図の活用について



River Engineering Research Team

予測縦断面図の活用について



River Engineering Research Team

本推定手法のマニュアル化を実施

- 河川津波計算
 - 津波予測縦断面図の作成
- これらの基本的な流れを「津波河川遡上予測の手引き(案)」として公開中です

津波河川遡上予測の手引き(案)

※寒地河川チームホームページ > 「ツール」コーナーよりダウンロードして頂けます
URL: <http://river.ceri.go.jp/>

28

River Engineering Research Team

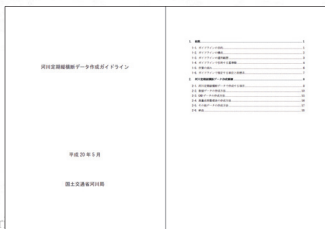
本手法の使用方法

• 入手、使用方法

- 計算モデル・マニュアルは無償でwebからダウンロード可能
- 計算実施のための掲示板でのサポートあり
- 河川の地形データが必要
 - 国交省「河川定期縦横断データ作成ガイドライン」に沿ったデータ

• 事前に必要な手続き

- 特になし
- まずはご相談下さい



River Engineering Research Team

本モデルの頒布について

• “iRIC”で検索

世界中の河川を解析できる。
石狩川からナイル川までシミュレーションできるソフト。
河川流れ・河床変動計算、氾濫計算が楽々。
わかる！できる！見える！

IRICソフトウェア

- ソフトウェアについて
- 初めての方へ
- 計算事例
- アニメーション

IRICコミュニティ

- ユーザーコミュニティ
- 基礎講座
- イベント
- 開発者ブログ

ダウンロード

- V2.X
- Nays2D
- NaysCUBE
- Nays2DFlood

本モデルの頒布について

- iRICプロジェクトのWEBサイトよりダウンロード可能
 - CER1DはiRICインストーラに同梱
 - Solver ManualとExamples・事例集は別途ダウンロード

River2D	説明	配布形式	サイズ	ダウンロード
Examples (2013.01.07 up)	River2D examples document	pdf	1,541KB	ダウンロード
Sample data (2013.01.07 up)	Data for the River2D examples	7z	779KB	ダウンロード
CER1D				
ソルバースタート (2013.04.09 up)	CER1D標準形式および計算モデルの説明書です。	pdf	1,412KB	ダウンロード
算例集 (2013.04.09 up)	CER1D6利用しなし計算事例集です。	pdf	6,345KB	ダウンロード
SampleData (2013.06.13 up)	CER1Dの標準集で組み立てる計算事例のサンプルデータです。	7z	21,799KB	ダウンロード
ST40M (2013.06.12 up)	説明	配布形式	サイズ	ダウンロード
ソルバースタート (2013.06.12 up)	ST40M入門	pdf	903KB	ダウンロード
EL10M (2013.06.08 up)	標準集の計算、算例のソルバ・EL10Mの説明と事例集です。	pdf	3,731KB	ダウンロード
TIPSA TOOLS	説明	配布形式	サイズ	ダウンロード

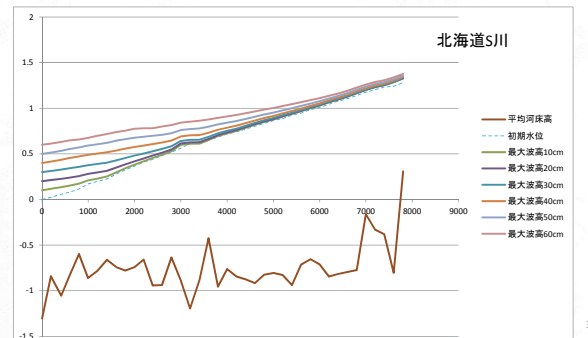


第1章
河川における洪水時不定流計算例

第2章
河川における津波遡上計算例

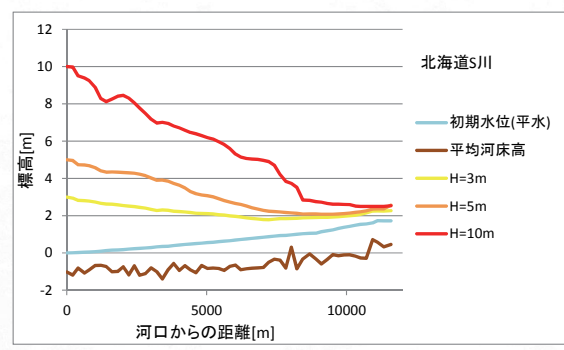
最近の事例紹介

- 2014年イキケ地震 (英語: 2014 Iquique earthquake)
- 2014/4/2 8:46(日本時間)頃発生
- Mw=8.2, チリで死者6名, 日本では4/3, 3:00-18:00まで津波注意報



予測縦断面図(平水流量、潮位=0)

- 最新の測量データに基づく予測計算
- 流量や潮位を変更すれば様々なパターンを想定可能



まとめ

河川津波における遡上距離・遡上高の推定手法

- 河川津波の遡上距離・遡上高を地震発生後、津波が河川を遡上するまでの間に瞬時に推定する手法です
- 河川管理者や自治体の防災担当者が緊急時の判断を行うための支援となります
- 堤防越流範囲推定、避難用道路の判断、注意報解除後の点検範囲設定が迅速に行えるようになります
- 河川内の津波遡上を精緻に予測する他の2次元モデル等に比較し、計算が高速・条件設定が容易・環境が無償であるという特長があります
- 計算ソフト・マニュアルはWEBで無償公開中です
- まずはご相談ください

お問い合わせ先

寒地技術推進室(技術相談窓口)
 ...本技術全般や導入について
 寒地河川チーム
 ...計算モデル詳細や今後の普及について
 (担当: 柿沼・阿部)
 TEL 011-841-1639

寒地土木研究所のホームページ



技術相談窓口



※お問い合わせメールフォームよりお願い致します。

ご清聴ありがとうございました!