

2011.7.29 震災の工学 特別セミナー

東日本大震災から学ぶ
—地震、津波の発生から復興計画まで—

津波と河川遡上



北海道大学工学部
国土政策学コース

木村一郎 准教授

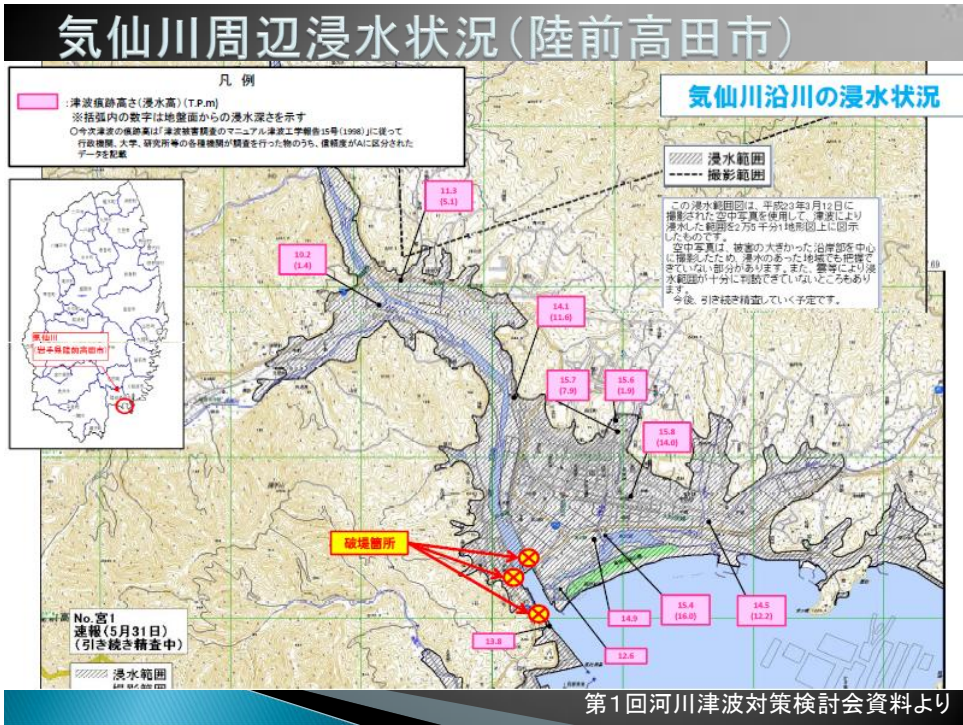
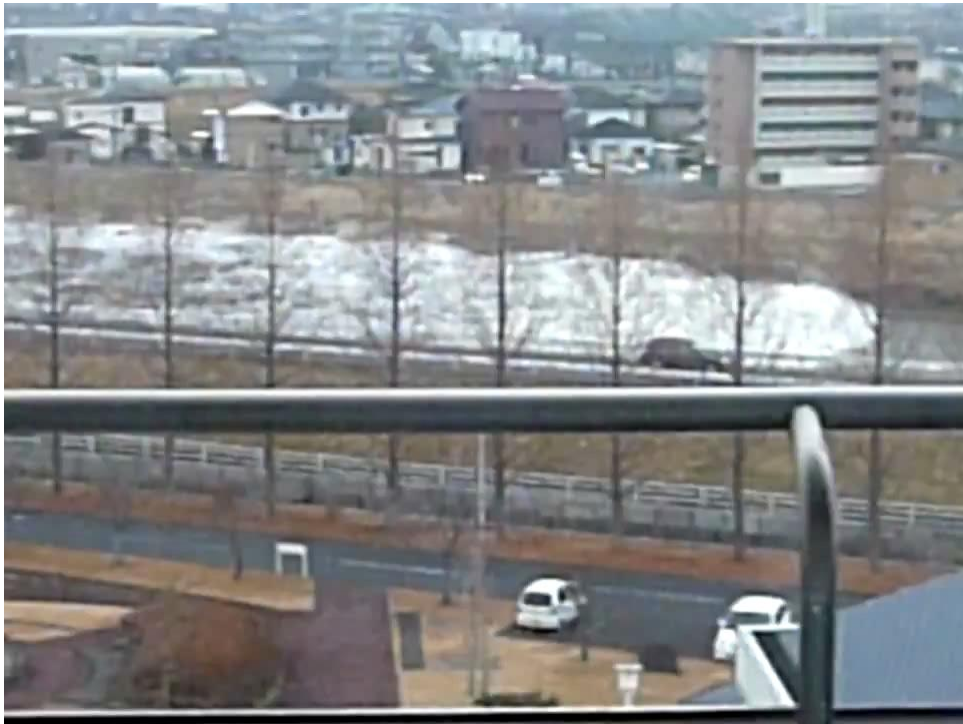
大仏と津波

鎌倉大仏

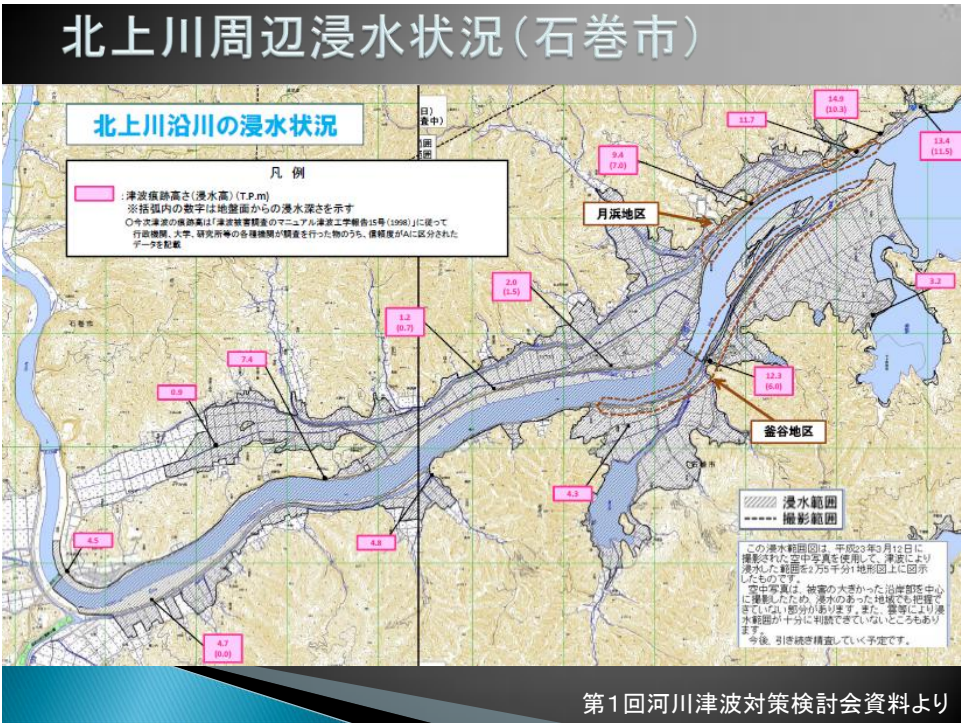
なぜ露座？

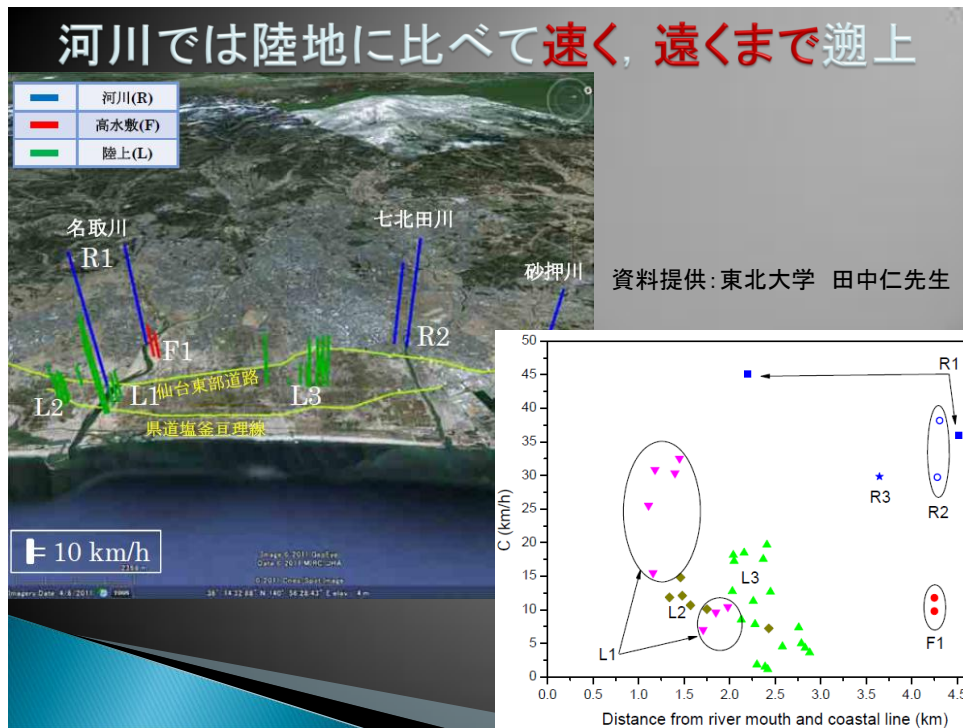
奈良大仏は大仏殿の中。

大仏の位置は海岸線から約1km.



第1回河川津波対策検討会資料より





津波被害に対する河川のインパクト

浸水域が河川に沿って内陸に広がっている. . . . 河川は被害を**拡大**させた？

河川は、津波の海岸到達時のエネルギーの一部を遡上エネルギーに変えることによって河川に受け渡し、**沿岸部の被害を緩和**させた？

津波エネルギーの沿岸と河川への配分についての研究が必要！

津波と洪水との違い

津波:「波」と名が付いているが, その空間スケール, 時間スケールが非常に大きい.



川にとって, 「波」というよりは, 海から来た「洪水」と考えた方がわかりやすい.

しかし, 通常の洪水と津波は大きく異なる特性を有する.

1. 流量規模が非常に大きい!
2. 時間的な変化率が大きい!
3. 漂流物を多く含む.

津波と洪水との違い(1)

流量規模が非常に大きい!



洪水を想定した堤防では全くたち打ちできない!

ダムや遊水地なども役に立たない

岩手県

堤防の計画
津波で決定

現況堤防天端高
計画堤防天端高
今次津波痕跡高※
堤防付近で測定された
痕跡高をプロット

25 20 15 (T.P.) 10 5 0

津波高(平内)
津波高(雄勝)
津波高(玉川)
野田海岸(皮内)
野田海岸(野田)
野田海岸(桑田)
富代海岸(宇賀部)
富代海岸(太田名部)
田子海岸(黒戸)
相野海岸(崎之蔵)
岩手海岸(小川)
宮古海岸(盛本)
宮古海岸(林孝)
宮古海岸(神林)
宮古海岸(高江)
宮古海岸(金江)
宮古海岸(赤崎)
宮古海岸(里)
山田海岸(船越南)
釜石海岸(片岸)
釜石海岸(永崎)
釜石海岸(小田浜)
大船渡海岸(越喜来)
大船渡海岸(下南橋)
鹿角海岸(田の浜)
陸前高田海岸(大野)
陸前高田海岸(石沢)
陸前高田海岸(陸奥田)
陸前高田海岸(高田)
鹿角海岸(安部)
鹿角海岸(瑞枝浜)
鹿角海岸(後島浜)
鹿角海岸(高石浜)
気仙沼海岸(台の浜)

第1回河川津波対策検討会資料より

宮城県

堤防の計

25 20 15 (T.P.) 10 5 0

気仙沼海岸(最期)
気仙沼海岸(杉の下)
水吉海岸(大谷沼田)
水吉海岸(大谷)
志津川海岸(戸辺)
志津川海岸(水戸辺)
志津川海岸(波谷谷)
北上海岸(白浜)
北上海岸(長堀谷・立
河北海岸(横須賀)
牡鹿海岸(大谷川)
牡鹿海岸(谷川)
牡鹿海岸(大原)
牡鹿海岸(清水田)
久木海岸(長沢)
久木海岸(大曲)
鳴瀬海岸(赤木)
鳴瀬海岸(須崎)
鳴瀬海岸(東名)
鳴瀬海岸(長浜)
鳴瀬海岸(長石)
松島海岸(小白浜)
松島海岸(銭沖)
七ヶ浜海岸(花畑浜)
七ヶ浜海岸(宮津田)
七ヶ浜海岸(松ヶ浜)
仙谷海岸(深沼)
仙谷海岸(上ノ木)

津波と洪水との違い(1) 流量規模の違い

二段階の堤防整備

レベル1

100年に1度の規模の津波を対象

津波の水を溢れさせない堤防

人命も財産も守る.

レベル2

500~1000年に1度の規模の津波を対象

あふれるのは仕方ない.

避難システムの重視.

人命を守る.

溢れてもこわれない堤防.

津波と洪水との違い(1) 流量規模の違い

レベル2(500-1000年規模)

避難システムなどのソフト対策や街づくりの見直しを含めた検討が必要.

避難システム対策の例



避難表示板(高知県)



津波避難ビル
(徳島県)



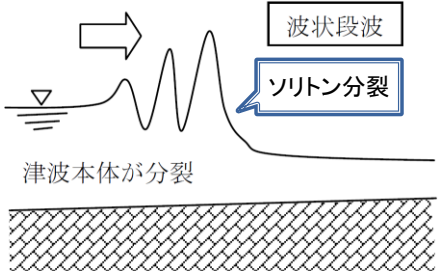
津波タワー(三重県)

津波と洪水との違い(2)

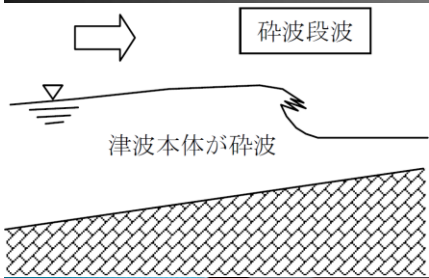
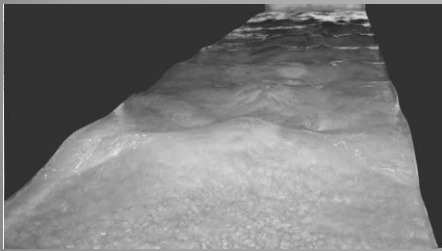
時間的な変化率が大きい！

時間変化が急な洪水：津波の遡上先端の現象に留意必要

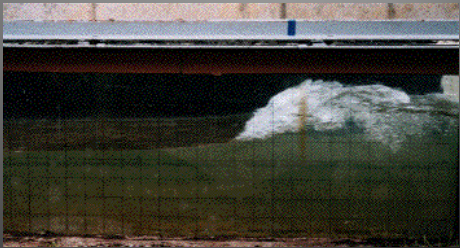
津波と洪水の違い(1)・・・遡上先端形状



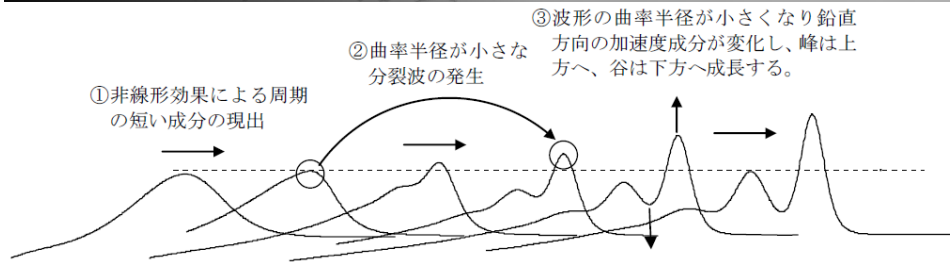
波状段波型遡上



碎波段波型遡上

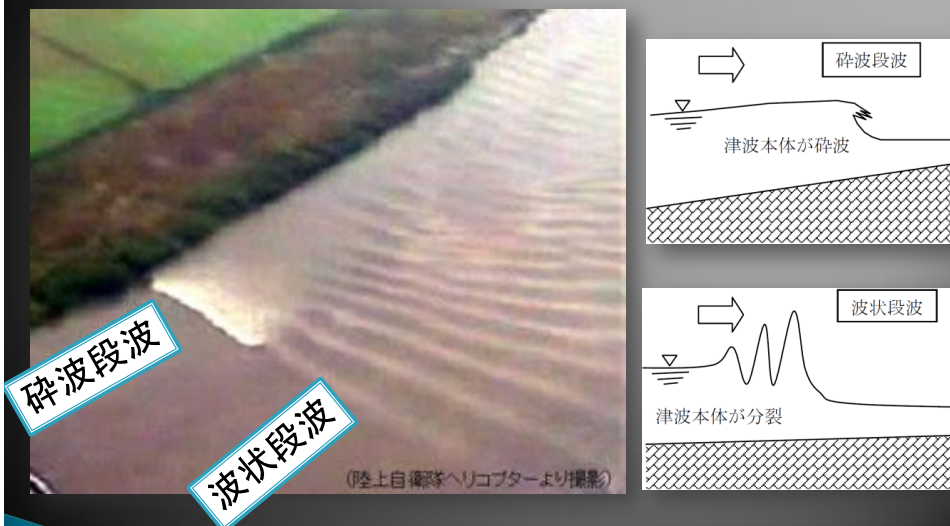


ソリトン分裂のメカニズム



- 浅海域非線形効果より津波前傾化、波前面で短周期成分卓越
- 短周期成分卓越により波形が後方に延びようとする分散効果発現
- 碎波条件に至るに十分時間があると分散効果と非線形効果の相乗作用により、短周期分裂波発生。これがソリトン分裂。
- ソリトン分裂波の波長は津波本体に比べて極めて短く、波形曲率半径が小. よって鉛直方向加速度成分大。
- 鉛直方向の加速度成分が増加するに伴って、峰は上昇、谷は下降。

波状段波と碎波段波の混在した河川遡上の例



十勝沖地震
(2003.9.26)

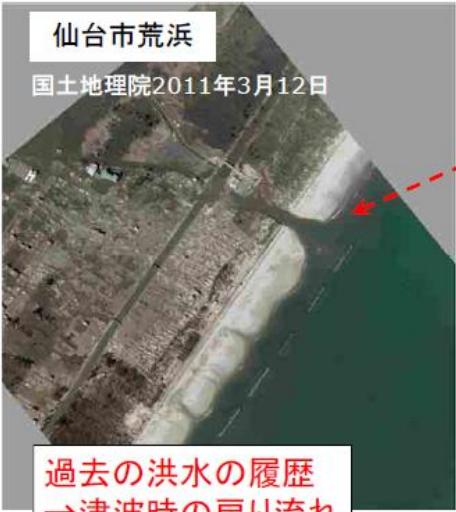
十勝川を遡上する津波

movie



旧河川への回帰

資料提供: 東北大学 田中仁先生



過去の洪水の履歴
→津波時の戻り流れ
→決壊



河口砂州のフラッシュ

鳴瀬川河口

資料提供: 東北大学 田中仁先生





津波河川遡上に関するまとめ

1. 河川における津波は、陸地よりも速く遠くまで遡上.
2. 津波は洪水に比べて流量規模, 時間変化率ともに非常に大きい.
3. ソリトン分裂のような津波フロントの波形に留意.
4. 大量の漂流物による津波破壊力を増大への配慮.
5. 二段階の津波規模を想定した堤防整備.
6. 旧河川への回帰, 河口砂州フラッシュ, ラグーン消滅など, 河口付近の地形を大きく変化.

