

河川地形及び津波規模に応じた津波の河川遡上特性

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○茅根康佑
東北大学大学院工学研究科 フェロー会員 田中 仁

1. はじめに

2011年3月11日14時46分に日本の太平洋三陸沖を震源として東北地方太平洋沖地震が発生した。この地震は巨大な津波を引き起こし、関東地方から東北地方にかけて甚大な被害を及ぼした。この際に、津波の河川遡上が発生し、内陸部に対し大きな被害を与えた。

河口部は津波に対する脆弱性を有しており、このことから、これまでも河口・河川での津波の挙動に関する研究がなされている。その為、河口・河川部を対象とした調査は極めて意義が高く、このような研究の中では、1983年日本海中部地震時の米代川、2003年十勝沖地震時の十勝川に関するものが代表的であるが、既存の研究において、複数の河川を対象とした調査は茅根ら¹⁾以外殆ど見られない。

本研究では、2011年東北太平洋沖地震時の河川水位データ及び津波痕跡情報を用いて、東北地区の河川における津波の河川遡上特性を明らかにした。また、それらを2010年チリ地震時のものと比較を行う事で河川及び津波規模に応じた津波の特性の把握を行った。

2. 使用データ

本研究の対象領域は宮城県の一級河川である。使用するデータは、国土交通省北上川下流河川事務所において取得された10分間隔の水位データと津波痕跡高情報²⁾である。対象とした河川を図-1に示す。

3. 河床勾配と遡上距離の関係

図-2に宮城県河川の遡上距離 x_p をそれぞれの河口から

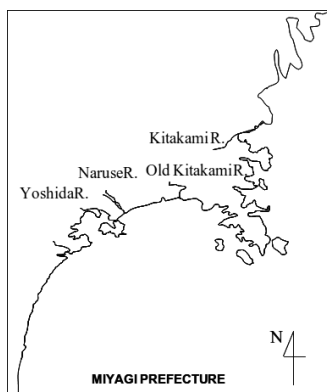


図-1. 宮城県の研究対象河川

最大遡上点までの平均河床勾配 S に対してプロットしたグラフを示す。遡上距離の把握には水位データを使用し、また、Adityawan et al.³⁾によるデータも引用した。水位データは河道内に数kmおきに設置されている水位計によって取得されたものである為、実際には図に記した点よりもさら上流に津波が遡上した事が推測される。図から河床勾配が増加するのに対して、河川毎の津波遡上距離が指数関数的に減少していくのがわかる。この事から今回の津波における河川遡上に河床勾配が与える影響がかなり大きいと考えられる。

4. 津波波高の減衰特性

4. 1 津波高さの算出方法

津波の高さは、津波の影響を受けてない既知の変動からの上昇量と定義されている。今回の地震では、宮城県の殆どの河川で、来襲直後に津波高のピークが訪れている。そこで、本研究では津波来襲直後の水位から津波来襲直前の水位を引いたものを河川内の観測点における津波高さとした。一方、痕跡高情報では河川堤防に残った津波痕跡がTPとして表示されている。その値から、津波来襲時の推定水位を引いた値を津波高とした。

また、今回、2010チリ地震時の水位データも使用した。この場合、推算潮位もしくは水位データに移動平均をかけたものを津波の影響を受けてない水位データと仮定し、それを元の水位データから引いた値の最大値を津波高さとした。

4. 2 津波の減衰係数の算出

通常、波浪の減衰過程は次式で表されることが多い。

$$H = H_0 e^{-kx} \quad (1)$$

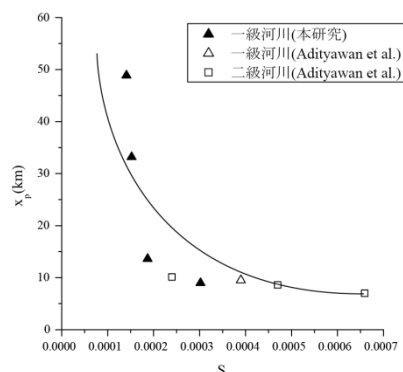


図-2. 河床勾配と遡上距離の関係

キーワード：東日本大震災津波、河川遡上、河川水位、宮城県

連絡先：〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06 環境水理学研究室 Tel 022-795-7453 Fax 022-795-7453

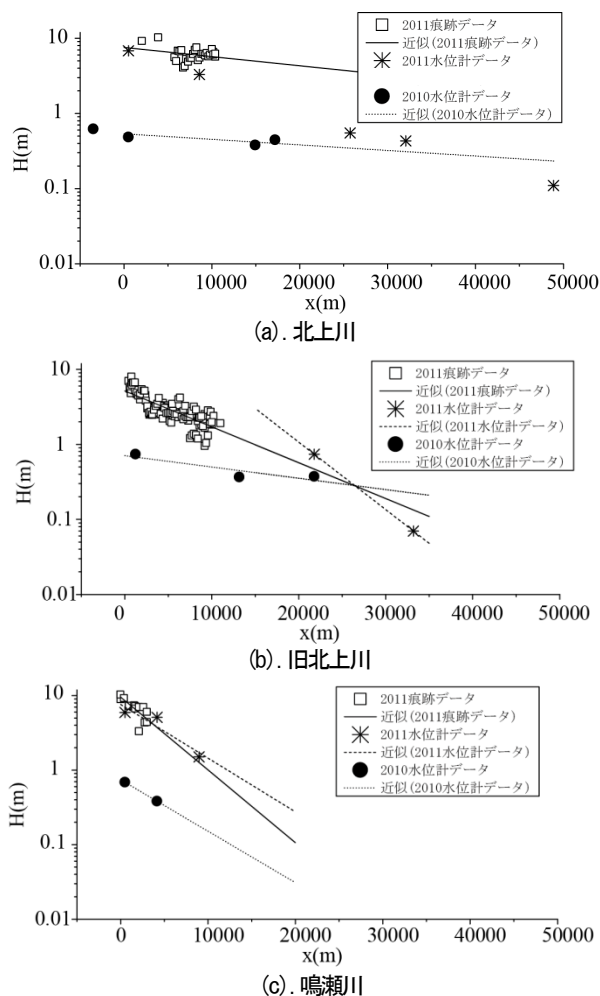


図-3. 津波高さと河口からの距離

ここで、 x ：河口からの距離(m)， H ：距離 x の地点における津波高さ(m)， H_0 ： $x=0$ での波高， k ：波高減衰係数(m^{-1})である。河川毎のデータに最小二乗法を用いて河道内での津波高さを減衰係数を求めた。

4. 3考察

図-3 に北上川，旧北上川，鳴瀬川それぞれの津波高さ H を河口からの距離 x に対してプロットしたグラフを示す。なお，北上川については河口から 17.2km 地点に北上大堰が存在する為， k の算定に際して，これより上流のデータは使用できない。よって，2011 年水位計データから k の算定は行っていない。また，河川ごとの河床勾配 S 及び各データから得られた津波高さを減衰係数 k を表-1 に示す。殆どの河川において 2011 年と 2010 年の減衰係数が近い値を示した。どの河川においても津波高さを減衰は指数関数で近似され，また減衰係数は規模が違うほぼ同じ値を示す事が明らかとなった。

また，2011 年の痕跡データから求めた減衰係数 k を河床勾配に対してプロットしたグラフを図-4 に示す。河床勾配が増加するにつれて減衰係数も増加するという良好な関係が得られた。

表-1. 減衰係数の一覧

河川名	S	データの種類	$k(m^{-1})$
北上川	1.41×10^4	2011 痕跡データ	0.000028
		2011 水位計データ	—
		2010 水位計データ	0.000017
旧北上川	1.52×10^4	2011 痕跡データ	0.00011
		2011 水位計データ	0.00021
		2010 水位計データ	0.000035
鳴瀬川	3.02×10^4	2011 痕跡データ	0.00023
		2011 水位計データ	0.00017
		2010 水位計データ	0.00016

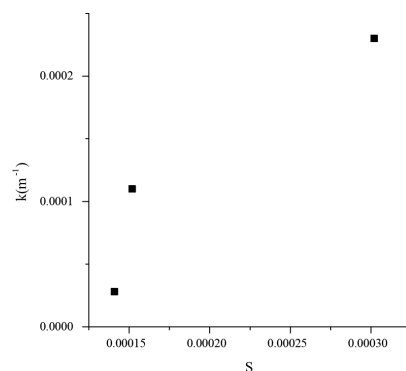


図-4. 河床勾配と減衰係数の関係

5. おわりに

本研究では 2011 年東北地方太平洋沖地震時の東北地方河川の水位データ及び痕跡高情報を用いて津波高さを減衰の考察を行った。結果，津波高さは河口からの距離に対して指数関数的に減衰し，規模が違う津波でも同じ河川においては，減衰係数は近い値を示すことが確認された。また，河川毎の減衰係数は河床勾配と密接な関係を持つ事も確認された。

謝辞：本研究を行うに当たり，国土交通省北上川下流河川事務所より貴重な河川水位データの提供を受けた。また，本研究に対して日本学術振興会科学研究費（基盤研究(B)，No.21360230，同 No. 22360193），(財)河川環境管理財団河川整備基金，京大防災研特別緊急共同研究，東北建設協会建設事業に関する技術開発支援の助成を受けている。ここに記して関係各位に深甚なる謝意を表する。

参考文献

- 1) 茅根康佑・盧 敏・田中 仁・Nguyen Xuan Tinh：津波の河川遡上に対する河口地形・潮位変動の影響に関する検討，土木学会論文集 B2（海岸工学），第 67 巻(1)，1_246-1_250，2011。
- 2) 国土交通省東北地方整備局岩手河川国道事務所：第 6 回北上川水系河川整備学識者懇談会，http://www.thr.mlit.go.jp/iwate/kawa/seibi_keikaku/index.html，2011。
- 3) Adityawan, M.B., Roh, M., Tanaka, H., Mano, A. and Udo, K.: Investigation of tsunami propagation characteristics in river and on land induced by the Great East Japan Earthquake 2011, 2012. (submitted)