東北大学大学院	学生会員○	盧 敏
東北大学大学院	正会員	Mohammad Bagus Adityawan
東北大学大学院	フェロー会員	田中仁

1.はじめに

2012年12月7日17時29分,マグニチュード7.3の 地震が東北地方の海岸で発生し、地震後に津波警報が 出された. 幸い巨大な津波では無く, 測定された津波 波高は沿岸地区に被害を及ぼすほどではなかった. 2011 年に発生した東北地方太平洋沖津波以来, 地震と 津波の高い危険性が再認識され,自然災害に対する関 心が高まっている.特に河川の津波遡上は,河川の上 流側にある小さな村や町の被害を及ぼす大きな原因の 1 つであり、これは河口の形態に大きく影響される¹⁾. 2011 年東北地方太平洋沖地震に対しても河川の水位デ ータの分析より評価がなされている²⁾.

河川の水位デ-タは河口形態の影響を評価するため の大事な役割を有し、河川の水位変化は河川の特徴と 密接な関係があること過去の研究結果から確認できる. また,観測所の地理的な位置や震源地からの距離によ って津波波高が変化することも考えられる. そこで, 本研究では津波波高と着時間を分析することで、河口 形態の影響と観測地点の地理的な位置を評価する.

2. 研究対象およびデータ収集

研究対象を図-1 に示す. 東北地方の青森県の馬淵川 から福島県の鮫川までが研究対象である.研究対象に は東北地方の主要河川が位置しており、2011年東北地 方太平洋沖津波によって大きな被害を受けた箇所もあ る.しかし、2011 年東北地方太平洋沖津波によって河 ロの形態と地形が大きく変わった.港湾あるいは海岸 構造物と繋がっている河川の場合,河口地形の形態変 化は大きくない,砂浜海岸の場合,津波による浸食によ って以前の姿に回復せず、縮流型導流堤と砂嘴に分類 される河口地形は多くの箇所で見られなくなった³⁾.



従って,河口の特徴が港湾内に注ぐ河川か,砂浜海 岸に注ぐ河川かに簡単に分類した. それぞれの河川の データを表-1 に示す. 河口から一番近い水位観測所の 位置を河口からの距離として示しており、水位データ は 2012 年 12 月 7 日 17:00~7 日 24:00 まで測定され たデータを用いた.海岸線あるいは河川の外部に位置 した潮位や水位観測所としては北上川の河口に位置し た白浜観測所、鳴瀬川-吉田川の河口に位置した宮戸 観測所、福島県に位置した相馬潮位観測所であり、水 位と潮位は10分毎に測定されている.

表に示している河口の Type は河口の地形変化を生じ ない程度の津波に対して有効であることから、今回の 12月7日に発生した津波にこれを適用し、河川への伝 播する津波について検討を行った.また,観測地点の 位置による津波伝播の特性を確認した.

表-1 河川のデータ¹⁾

河川名河川の等級(*)河口の Type (**)観測所の位置 (河口からの距離)馬淵川111.20 km北上川128.57 km旧北上川111.24 km定川213.50 km鳴瀬川120.50 km吉田川210.50 km高城川210.98 km砂押川213.01 km七北田川220.59 km名取川120.69 km阿武隈川120.78 km鮫川223.20 km				
馬淵川 1 1 1.20 km 北上川 1 2 8.57 km 旧北上川 1 1.24 km 定川 2 1 3.50 km 鳴瀬川 1 2 0.50 km 高城川 2 1 0.50 km 高城川 2 1 0.98 km 砂押川 2 1 3.01 km 七北田川 2 2 0.59 km 名取川 1 2 0.69 km 阿武隈川 1 2 0.78 km 敏川 2 2 3.20 km	河川名	河川の等級 ^(*)	河口の Type (**)	観測所の位置 (河口からの距離)
北上川 1 2 8.57 km 旧北上川 1 1.24 km 定川 2 1 3.50 km 鳴瀬川 1 2 0.50 km 吉田川 2 2 0.50 km 高城川 2 1 0.98 km 砂押川 2 1 3.01 km 七北田川 2 2 0.59 km 名取川 1 2 0.69 km 阿武隈川 1 2 0.78 km 鮫川 2 2 3.20 km	馬淵川	1	1	1.20 km
旧北上川 1 1.24 km 定川 2 1 3.50 km 鳴瀬川 1 2 0.50 km 吉田川 2 2 0.50 km 高城川 2 1 0.98 km 砂押川 2 1 3.01 km 七北田川 2 2 0.59 km 名取川 1 2 0.69 km 阿武隈川 1 2 0.78 km 鮫川 2 2 3.20 km	北上川	1	2	8.57 km
定川 2 1 3.50 km 鳴瀬川 1 2 0.50 km 吉田川 2 2 0.50 km 高城川 2 1 0.98 km 砂押川 2 1 3.01 km 七北田川 2 2 0.59 km 名取川 1 2 0.69 km 阿武隈川 1 2 0.78 km 鮫川 2 2 3.20 km	旧北上川	1	1	1.24 km
鳴瀬川 1 2 0.50 km 吉田川 2 2 0.50 km 高城川 2 1 0.98 km 砂押川 2 1 3.01 km 七北田川 2 2 0.59 km 名取川 1 2 0.69 km 阿武隈川 1 2 0.78 km 鮫川 2 2 3.20 km	定川	2	1	3.50 km
吉田川 2 2 0.50 km 高城川 2 1 0.98 km 砂押川 2 1 3.01 km 七北田川 2 2 0.59 km 名取川 1 2 0.69 km 阿武隈川 1 2 0.78 km 鮫川 2 2 3.20 km	鳴瀬川	1	2	0.50 km
高城川 2 1 0.98 km 砂押川 2 1 3.01 km 七北田川 2 2 0.59 km 名取川 1 2 0.69 km 阿武隈川 1 2 0.78 km 鮫川 2 2 3.20 km	吉田川	2	2	0.50 km
砂押川 2 1 3.01 km 七北田川 2 2 0.59 km 名取川 1 2 0.69 km 阿武隈川 1 2 0.78 km 鮫川 2 2 3.20 km	高城川	2	1	0.98 km
七北田川 2 2 0.59 km 名取川 1 2 0.69 km 阿武隈川 1 2 0.78 km 鮫川 2 2 3.20 km	砂押川	2	1	3.01 km
名取川 1 2 0.69 km 阿武隈川 1 2 0.78 km 鮫川 2 2 3.20 km	七北田川	2	2	0.59 km
阿武隈川 1 2 0.78 km 鮫川 2 2 3.20 km	名取川	1	2	0.69 km
	阿武隈川	1	2	0.78 km
	鮫川	2	2	3.20 km

(*) 1: 一級河川, 2: 二級河川.

^(**) Type-1: 岩石海岸・港湾内に注ぐ河川, Type-2: 砂浜海岸に注ぐ河川.



図-2 10 分間隔の水位から抽出した津波成分



図-3 河川と海岸の津波経過時間と最大津波波高

3. データ分析結果

河口近所で観測された水位データは潮位によって変 化している.従って,正確な津波波高を算定するため に移動平均法を用いて潮位成分を抽出し,実際に観測 された水位データと移動平均した水位データの差を計 算し津波波高を算定した.この様に求めた津波成分の 変動が図-2 である.この図の中に津波到着時間を算定 するために地震発生時間(17:29)を赤線で表した.

図-2の結果を基に津波経過時間と最大波高を図-3に 示した.地震発生時間を00:00で示す.地震発生後約 60分~90分で石巻海岸と仙台海岸付近に到達した.白 浜,宮戸,相馬のデータから海岸までの到達時間を推 定することができた.また,馬淵川でも震源地から約 360km離れているにも関わらず,地震発生後約140分 で津波が伝播されたことが確認できた.一方,領域内 の最南端に位置している鮫川の場合,約3時間後に津 波が到達したことが分かる.

最大津波波高は河川の等級と河口の Type から分類され,全般的に河口の Type が岩石海岸,港湾内に注ぐ河 川の場合高い津波波高が観測された.また,観測地点 による津波波高の差が著しい津波であった.

鳴瀬川-吉田川の河口の外に位置している宮戸観測 所で最大の津波波高が、鮫川で最低の波高が観測され た.一方、馬淵川の場合、津波の到着時間が遅かった にも関わらず最大の津波波高が鮫川と比べ高い.白浜 と北上川の結果をみると、震源地から相対的に近く向 かい合っているのに津波の波高が高くなかった.しか し、津波の到着時間は前述した地理的な特徴のため他 の観測所よりも早い.

北上川の場合,震源地と向かい合い,震源地から近 い所に位置しているが津波による水位の変化が大きく ないことが分かる.砂押川から七北田川,名取川,阿 武隈川では早い津波到着時間と同時に相対的に高い津 波波高が測定された.これは河口の地理的な位置,河 口の形態的な特徴とともに河口周辺と海岸周辺の地形 的な影響であると思われる.

4. おわりに

2012年12月7日の津波波高を分析し,河川へ伝播する津波に及ぼす河口の特徴の影響と観測地点の地理的な位置に影響を評価した.津波波高が河口形態の特徴によってお互いに異なる傾向を示すことが分かった. 今回は津波波高が高くなかったため,大きな差は確認できなかったが,上述した要素だけではなく河口周辺と海岸の地形的な特徴も河川への津波伝播において大事な要素であると考えられる.

謝辞:本研究を行うに当たり,日本学術振興会科学研 究費(No. 22360193, No. 2301367),東北建設協会建設事 業に関する技術開発支援,河川財団河川整備基金助成 を受けた.ここに記して深甚なる謝意を表する.

参考文献

- 田中 仁・Tinh, N.X.・盧 敏・Dao, N.X. (2011): 2010 年チリ地震津波の東北地方河川への遡上-河口 地形と遡上特性との関連-,水工学論文集,第55巻, pp.S1627-S1632.
- 2) Adityawan, M.B., Roh, M., Tanaka, H., Mano, A. and Udo, K. (2012) : Investigation of tsunami propagation characteristics in rivers and on land induced by the great East Japan Earthquake 2011, *Journal of Earthquake and Tsunami*, Vol. 6, No. 3,1250033(22 pages).
- 3) Tanaka, H., Tinh, N.X., Umeda, M., Hirao, R., Pradjoko, E., Mano, A. and Udo, K. (2012) : Coastal and estuarine morphology changes induced by the 2011 Great East Japan Earthquake Tsunami, *Coastal Engineering Journal*, Vol. 54, No. 1, 1250010(25 pages).