

令和 2 年 6 月 23 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H04414

研究課題名(和文) 河川遡上津波に対するハイドログラフ評価手法

研究課題名(英文) Evaluation of hydrograph for tsunami waves propagating rivers

研究代表者

田中 仁 (Tanaka, Hitoshi)

東北大学・工学研究科・教授

研究者番号：30171755

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 8,300,000円

研究成果の概要(和文)：これまで痕跡高さのみの情報を拠り所として防災計画が立案されてきた河川遡上津波に対して、より高度な水理情報として津波による流量・水位の時間変化(以下、「河川津波ハイドログラフ」と呼ぶ)を求めるための数値計算手法について検討を行う。これにより、これまでの防災計画の外力設定における「洪水にはハイドログラフ」、「津波には痕跡」という二つの異なる災害事象での設定外力の齟齬が解消され、いずれの防災計画においても「ハイドログラフ」という共通した水理情報に基づいて計画を行うことが可能となり、さまざまな設計概念の整合性が担保されることになる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

津波の河川遡上は従前から研究が行われてきたが、近年特にその重要性が認識されている。2011年の津波はこれまで観測記録のない巨大津波の遡上であった。本研究では河川における観測津波波形と海域や沿岸部における津波波形とを比較し、河川遡上の特徴を議論した。ただし、河川および沿岸部における津波波形の観測記録は限られており、残された水位時系列のみにより河川における津波挙動を十分に把握することは困難である。本研究は主に北上川を解析の対象とし、津波波形の解析を行うとともに、平面2次元の津波遡上数値計算を実施することでより詳細に河道内における津波挙動についての議論を行った。

研究成果の概要(英文)：In order to investigate “Tsunami Hydrograph”, characteristics of tsunami propagating into rivers were discussed through analysis of observed tsunami profiles and numerical simulation. Tsunami form of the 2011 Great East Japan Earthquake Tsunami along Kitakami River was compared with tsunami profiles observed along the coast and also on the ocean. River run up of the 2011 tsunami along Kitakami River was simulated with Shallow Water Equation model for more understanding on the characteristics of the observed tsunami form along the river. In addition, in order to increase an accuracy of “Tsunami Hydrograph” computation, tsunami-induced bottom shear stress is investigated using a turbulence model. It is found that the behavior of tsunami-induced boundary layer is highly similar to wave boundary layer, rather than steady flow. Hence it is concluded that the conventional method based on steady friction law underestimate bottom shear stress.

研究分野：水工学

キーワード：津波 河川遡上 ハイドログラフ 流量 東日本大震災 河川計画

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

これまで痕跡高さのみの情報を拠り所として防災計画が立案されてきた河川遡上津波に対して、より高度な水理情報として津波による流量・水位の時間変化(以下、「河川津波ハイドログラフ」と呼ぶ。)を求めるための数値計算法について検討を行う。これにより、これまでの防災計画の外力設定における「洪水にはハイドログラフ」、「津波には痕跡」という二つの異なる災害事象での設定外力の齟齬が解消され、いずれの防災計画においても「ハイドログラフ」という共通した水理情報に基づいて計画を行うことが可能となり、さまざまな設計概念の整合性が担保されることになる。この情報は、今後の河川構造物・河川堤防の設計に対してきわめて有益なものであり、新たな設計・計画理念につながる重要な概念を提起することになる。

2. 研究の目的

そこで、本研究では、「河川津波ハイドログラフ」の作成を目的として、河川における観測津波波形と海域や沿岸部における津波波形とを比較し、河川遡上の特徴を議論した。ただし、河川および沿岸部における津波波形の観測記録は限られており、残された水位時系列のみにより河川における津波挙動を十分に把握することは困難である。本研究は主に北上川を解析の対象とし、津波波形の解析を行うとともに、平面2次元の津波遡上数値計算を実施することでより詳細に河道内における津波挙動についての議論を行った。

また、津波の数値計算には精緻な底面せん断力の評価が必要である。そこで、津波の下に形成される底面境界層の特性を明らかにし、平面二次元計算における摩擦項の表現方法に関する研究を行った。

3. 研究の方法

(1) 使用した観測津波水位データ

2011年津波は河道内において多くの水位計を破壊し、詳細な水位波形が記録されていない地点が多い。北上川においては河口から8.6km地点にある福地観測所において1分間隔の水位データ(東北地方整備局北上川下流河川事務所提供)が残されている。本研究では、この水位データと、北上川と同様に宮城県北東部に位置する女川原子力発電所における水位データ(東北電力提供)、NOWPHASによる宮城中部沖の津波波形データを使用し、これらを比較することで河川特有の津波遡上特性について議論する。また、同様に鳴瀬川の河口から0.5km地点に位置する野蒜観測所の水位データ(東北地方整備局北上川下流河川事務所提供)および水産総合研究センターが観測した宮城県七ヶ浜町小浜港における津波波形データ(水産総合研究センター提供)を比較することで、鳴瀬川における遡上特性についても検討を行った。

(2) 津波の計算方法

本研究では北上川を対象に2011年津波の再現計算を実施した。著者らと同様に予め津波波源から北上川河口の位置する追波湾湾口部までの津波伝播を計算し、その津波波形および流速を北上川周辺の詳細領域の計算の入力条件とした。津波波源モデルは東北大学モデル ver1.2を用い、津波波源から追波湾湾口部まで、1350m~50mメッシュの4段階のネスティングを行い計算した。詳細領域の計算はメッシュサイズを10mとし、浅水流方程式に基づく平面2次元の津波遡上計算を実施した。地形データには地震時の地盤沈下量として-0.7m分を領域全体に与えている。計算の初期水位は津波発生時の潮位(T.P.-0.72m)を計算領域全体に一樣に与えた。河口から17.2km地点には北上大堰があり、これを越流して上流まで遡上したことが知られている。しかしながら、その波高は減衰し、また北上大堰下流側において大堰からの反射波の伝播が確認されている。本研究では既往研究と同様に北上大堰を完全反射条件として計算を行った。北上川では河口から4.1~4.6kmにおいて右岸側の河川堤防が決壊し、背後に位置する間垣地区に大量の津波が遡上した。しかしながら、その決壊のタイミングや要因については明らかになっていない。本研究では計算に決壊は考慮せず、計算結果の水位分布を解析することで破堤部周辺の津波挙動についてその特徴を議論する。

(3) 津波底面境界層の計算方法

数値計算には代表的な二方程式乱流モデルであるk- ω モデルを用い、境界層方程式と連立して解を求めた。同モデルは、当初定常流れに対して提案されたものである。その後、様々な波動境界層への応用が試みられており、正弦波、クノイド波、前傾波、孤立波、さらには不規則波などへの適用性が確認されている。したがって、定常流と波動境界層の間の中間的な時間変動を有する長周期波に対しても本モデルの適用が可能である。数値計算には陰形式差分法を用い、メッシュ間隔を壁面から水表面まで指数関数的に増加させることにより、水深全域での速度分布を求めている。入力した津波特性としては、波源域水深 $h_0=4000$ mで周期 $T=15$ 分、波高 $H_0=1$ mを与え、任意の水深 h での波高 H についてはグリーンの式を用いた。さらに、それぞれの場所での流速最大値 U_m の計算には線形長波理論を使用した。また、この境界層外縁流速の時間変動は正弦的であると仮定し、その時間微分を境界層方程式の圧力勾配項に代入した。この圧力変動に対して、乱流モデルによる津波底面境界層の数値計算を行った。

4. 研究成果

(1) 河道内における津波波形の特徴

北上川の河口から8.6km地点に位置する福地観測所において観測された津波波形(図-1:一番

上)をみると、引き波時の水位低下が小さく、津波前の初期水位に戻る前に後続の波が入射することで、長時間にわたり高水位が維持されていることがわかる。数値計算による福地地点の水位時系列を見ると、初期水位に差が生じており、また、その到達時間にも若干の差異が見られる。これらの差については津波来襲以前の潮汐による水位変動や河川流量の影響が要因として考えられる。2011年津波の河道内における波高や遡上量を正確に再現するには計算条件にさらなる工夫が必要であるが、津波到達後の水位変動の特徴は観測値に見られる特徴をよく表しており、河道内における津波遡上特性の基礎的な検討は可能であろう。数値計算により得られた水位の時空間分布から、北上大堰(17.2kp)からの反射波は2波目の通過直後(t=5750s前後)に福地観測所に到達したことがわかる。その後生じる最大水位は3波目の津波によるものである。北上大堰からの反射波以外の水位ピークについてNOWPHASによる宮城中部沖の津波波形(図-1:上から2番目)と比較すると、沖合の水位変動と明瞭な対応関係が見られない。比較的近い領域に位置している女川(図-1:上から3番目)の沿岸部における津波観測波形を比較すると、その波形は沖合での観測波形の特徴と一致し、また沿岸部と沖合の双方で河道内のような持続的な水位上昇はみられなかった。北上川河口が位置する追波湾においては観測波形が残されていないが、計算津波波形(図-1:一番下)をみると、沖合や女川の津波波形と同様に周期的に水位が変動し、継続的な水位上昇がみられない。女川における観測波形および追波湾の計算波形はともに沖合の波形に見られない細かな水位変動がみられるが、これはエッジ波等の地形の影響によるものである。これらの水位時系列ではいずれも第一波が最大となっており、河道内において最大となった第三波についてはその前後の波と比較して明瞭な特徴が見られない。

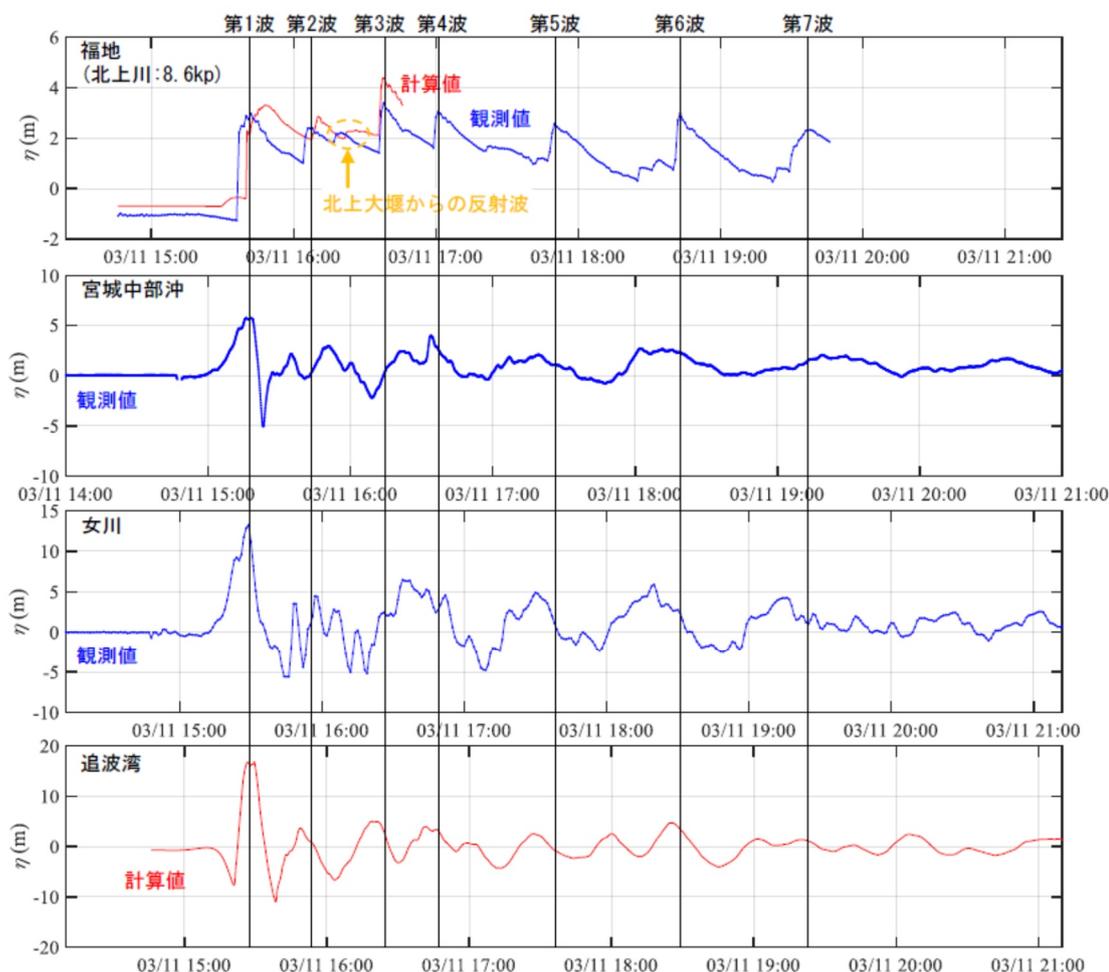


図-1 各地点における観測水位および計算水位の時系列

(2) 河道湾曲部における水位変動特性

次に北上川の右岸側河川堤防の破堤箇所(4.1~4.6kp)に着目し、その周辺での津波挙動を数値計算結果を元に議論する。図-2より、湾曲部における水面勾配の時間変動は同区間の断面平均流速 U の時間遷移と相関がある。湾曲部における河道の曲率半径を R とすると、圧力勾配と遠心力のつり合いから、水面勾配の理論値は次式により与えられる。

$$\frac{d\eta}{ds} = \frac{U^2}{Rg} \quad (1)$$

ここで、北上川の破堤箇所周辺における河道の曲率半径 R はおよそ 1200 m (図-3) であり、これを代入することで求めた水面勾配の理論値は数値計算結果の水面勾配とよく一致している(図-2 : 破線). これは河道湾曲部における外側の水位上昇が遠心力の効果によるものであることを示している . 大きな流速を生じる第一波および第三波において遠心力により有意な水面勾配が発生しており、これにより湾曲部外縁に位置する右岸側河川堤防により大きな外力を生じたものと考えられる .

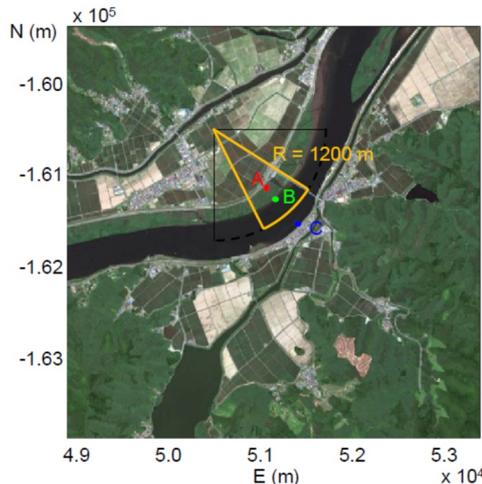
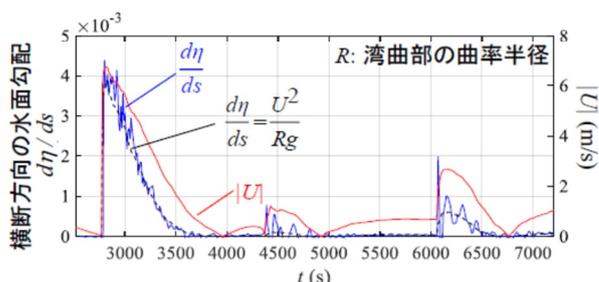


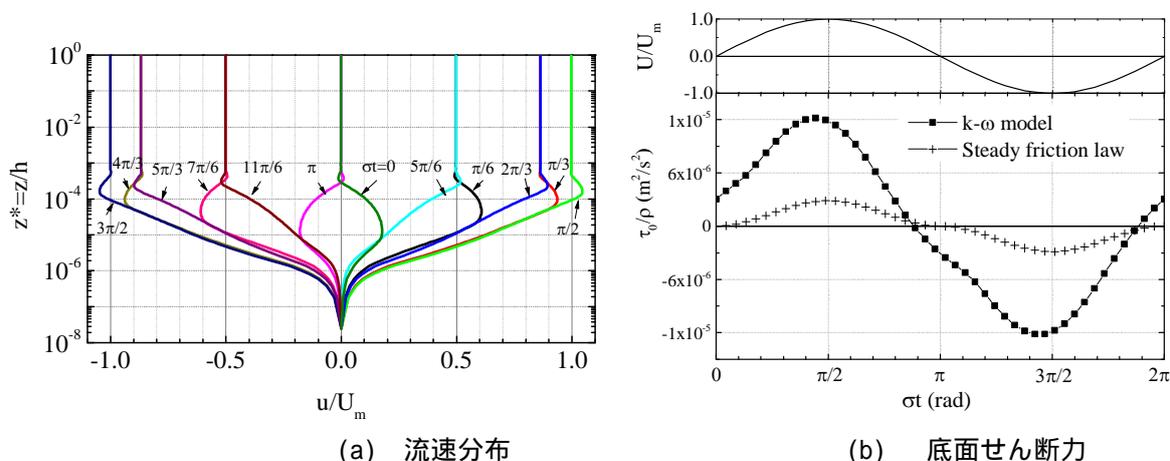
図-2 湾曲部における横断方向水面勾配と平均流速の変化 図-3 北上川における曲率半径

(3) 津波底面境界層の計算方法

$h=1000\text{ m}$ での速度分布および底面せん断力の変化を図-4 に示す . 図中で、流速、鉛直座標、時間は、それぞれ最大流速 U_m 、水深 h および角振動数 σ により無次元化して示している . 図-4 (a) の速度分布について見ると、底面近傍の粘性底層内の分布から対数分布に遷移している . さらに、波動境界層に特有のオーバーシュートを経て、それより上方で一様分布域に至る . 境界層厚さは $\delta=0.17\text{ m}$ である . すなわち、周期の長い長波といえども底面に発達する境界層はきわめて薄く、水表面まで対数則に従う定常流の速度分布とは全く異なっている . その底面境界層特性は、むしろ波動境界層に類似している .

図-4 (b) には主流流速と底面せん断力の時間変化を示している . 下段図中には定常流抵抗則による算定値も示した . 図-4 (a) に見られる速度分布の特徴、特に底面近傍の大きな速度勾配を有する流速分布から、定常流の摩擦係数が底面せん断力について過小評価値を生むことが明らかである .

本研究の乱流モデルによる計算値はマニング式による計算値の約4倍の大きさを有している . また、定常流の抵抗則を用いた時、流速と底面せん断力は同位相で変化することとなるが、 $k-\omega$ モデルによる底面せん断力は上段流速波形に比べて位相の進みが見られる . この点でも、乱流モデルにより計算された底面せん断力特性は波動境界層のそれに類似している .



(a) 流速分布

(b) 底面せん断力

図-4 流速分布 ($h=1000\text{ m}$)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計31件（うち査読付論文 21件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 三戸部佑太, 田中 仁	4. 巻 74-2
2. 論文標題 観測波形および数値計算に基づく河川遡上津波特性の検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B3 (海洋開発)	6. 最初と最後の頁 I_228, I_233
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejoe.74.I_228	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 三戸部佑太, 落合 潤, 田中 仁, Nguyen Xuan Tinh, 会田俊介	4. 巻 74-2
2. 論文標題 砕波段波下における流れ場および底面境界層の発達に関する水理実験	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_55, I_60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.74.I_55	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 沓澤佑樹, Nguyen Xuan Tinh, 渡辺一也, 田中 仁	4. 巻 74-2
2. 論文標題 乱流モデルを用いた津波伝播の数値計算	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_163, I_168
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.74.I_163	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 橋本 潔, 鈴木善友, 田中 仁	4. 巻 74-2
2. 論文標題 仙台湾沿岸の阿武隈川以南における運河新設による津波減災効果	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_211-I_216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.74.I_211	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 田中 仁, Nguyen Xuan Tinh, 宋 文世	4. 巻 74-2
2. 論文標題 津波の下での底面境界層発達と底面せん断力の特徴	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_313, I_318
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.74.I_313	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nguyen Xuan Tinh, 田中 仁, Magnus Larson	4. 巻 74-2
2. 論文標題 東日本大震災時の地盤沈下とその回復過程に対する海浜の応答	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_859, I_864
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.74.I_859	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yuta Mitobe, Hitoshi Tanaka, Kazuya Watanabe, Neetu Tiwari, Yasunori Watanabe	4. 巻 60-4
2. 論文標題 Numerical experiments on effect of river mouth morphology on tsunami behavior in Rivers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Coastal Engineering Journal	6. 最初と最後の頁 516, 531
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/21664250.2018.1531815	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hitoshi Tanaka, Kiyoshi Hashimoto, Nguyen Xuan Tinh	4. 巻 1
2. 論文標題 Effectiveness of a shore-parallel canal for reducing tsunami impact	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 21st Congress of the Asia and Pacific Division of the International Association of Hydraulic Engineering and Research (IAHR-APD)	6. 最初と最後の頁 11, 17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Song Wenzheng, Hitoshi Tanaka, Nguyen Xuan Tinh, Ahmad Sana	4. 巻 1
2. 論文標題 Numerical simulation of wave boundary layers and characteristics of bed shear beneath tsunami wave	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 8th International Conference on Fluid Mechanics	6. 最初と最後の頁 1, 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kiyoshi Hashimoto, Hitoshi Tanaka, Nguyen Xuan Tinh	4. 巻 1
2. 論文標題 Numerical study on tsunami energy reduction by a canal along the Ishinomaki Coast	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 8th International Conference on Fluid Mechanics	6. 最初と最後の頁 1, 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yuki Kutsuzawa, Nguyen Xuan Tinh, Kazuya Watanabe, Hitoshi Tanaka	4. 巻 1
2. 論文標題 Numerical study on tsunami-induced bottom shear stress	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 8th International Conference on Fluid Mechanics	6. 最初と最後の頁 1, 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kiyoshi Hashimoto, Hitoshi Tanaka, Nguyen Xuan Tinh	4. 巻 1
2. 論文標題 Numerical simulation on tsunami mitigation by a shore-parallel canal in the Southern Sendai Coast	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 8th International Conference on Fluid Mechanics	6. 最初と最後の頁 1, 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nguyen Thai Binh, Hitoshi Tanaka, Yuta Mitobe, Nguyen Xuan Tinh	4. 巻 1
2. 論文標題 Water particle velocity under breaking bore	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 8th International Conference on Fluid Mechanics	6. 最初と最後の頁 1, 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 沓澤佑樹, Nguyen Xuan Tinh, 渡辺一也, 田中 仁	4. 巻 30
2. 論文標題 堤防の有無による津波水理特性の相違	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会東北支部技術研究発表会概要集	6. 最初と最後の頁 1, 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 三枝信太郎, 田中 仁, 三戸部佑太	4. 巻 30
2. 論文標題 仙台湾における津波後の漂砂環境変化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会東北支部技術研究発表会概要集	6. 最初と最後の頁 1, 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Song Wenzheng, Hitoshi Tanaka, Nguyen Xuan Tinh	4. 巻 30
2. 論文標題 Numerical simulation of bottom boundary layer beneath tsunami wave	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会東北支部技術研究発表会概要集	6. 最初と最後の頁 1, 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nguyen Thai Binh, Hitoshi Tanaka, Yuta Mitobe, Nguyen Xuan Tinh	4. 巻 30
2. 論文標題 Boundary layer development under effect of surface bore	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会東北支部技術研究発表会概要集	6. 最初と最後の頁 1, 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nguyen Trong Hiep, Hitoshi Tanaka, Nguyen Xuan Tinh	4. 巻 30
2. 論文標題 Morphology change induced by the Tohoku 2011 Tsunami and its recovery process at the Naruse River mouth	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会東北支部技術研究発表会概要集	6. 最初と最後の頁 1, 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Wang Jin, Nguyen Xuan Tinh, Kinuko Ito, Hitoshi Tanaka	4. 巻 30
2. 論文標題 Numerical study on the influencing factors of salinity distribution in the Natori Estuary	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会東北支部技術研究発表会概要集	6. 最初と最後の頁 1, 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 三枝信太郎, 田中 仁, 三戸部佑太	4. 巻 73-2
2. 論文標題 仙台湾における津波後の海浜地形の回復過程	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_817, I_822
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/kaigan.73.1_817	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 金子祐人, 三戸部佑太, 田中 仁, 会田俊介, 小森大輔	4. 巻 73-2
2. 論文標題 海岸堤防裏法尻の洗掘孔の発達過程と津波減勢効果に関する水理実験	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_871, I_876
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2208/kaigan.73.I_871	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 橋本潔, 田中 仁	4. 巻 53
2. 論文標題 東北地方太平洋沖地震津波による貞山運河の復旧断面を踏まえた津波減衰効果	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 東北地域災害科学研究	6. 最初と最後の頁 1, 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 三枝信太郎, 田中 仁, 三戸部佑太	4. 巻 29
2. 論文標題 仙台湾を対象とした津波後の地形変化と土砂収支の分析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会東北支部技術研究発表会概要集	6. 最初と最後の頁 1, 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 阿部こゆき, 三戸部佑太	4. 巻 29
2. 論文標題 海岸堤防裏法尻の洗掘による津波減災効果	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会東北支部技術研究発表会概要集	6. 最初と最後の頁 1, 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 K. Watanabe, T. Yamanaka	4. 巻 5
2. 論文標題 Examination of historical tsunami height and run-up calculated by numerical simulation around the Kitakami River mouth	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the Vietnam-Japan Workshop on Estuaries, Coasts, and Rivers	6. 最初と最後の頁 1, 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Jeremy D. Bricker, Volker Roeber, Hitoshi Tanaka	4. 巻 35
2. 論文標題 Storm surge protection by tsunami seawalls in Sendai, Japan	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Proceedings of 35th International Conference on Coastal Engineering	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 三戸部佑太, Neetu Tiwari, 渡辺一也, 田中 仁, 渡部靖憲	4. 巻 72-2
2. 論文標題 浅水流方程式と乱流モデルを組み合わせた津波河川遡上数値計算	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_259, I_264
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 三戸部佑太, 渡辺一也, 田中 仁, Neetu Tiwari, 渡部靖憲	4. 巻 72-2
2. 論文標題 津波規模に応じた河道内水位変動過程に関する数値実験	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_259, I_264
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 金子祐人, 三戸部佑太, 乙志和孝, 黒澤辰昭, 田中 仁, 小森大輔	4. 巻 72-2
2. 論文標題 海岸堤防裏法尻の洗掘孔内の流れ場と流速低減効果に関する水理実験	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_913, I_918
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 青山恭尚, 三戸部佑太, 田中 仁, 小森大輔	4. 巻 28
2. 論文標題 移動床条件での河川遡上津波の数値計算	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会東北支部技術研究発表会概要集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 金子祐人, 三戸部佑太, 会田俊介, 田中 仁, 小森大輔	4. 巻 28
2. 論文標題 津波越流時における海岸堤防裏法尻の洗掘と流速低減効果に関する水理実験	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 土木学会東北支部技術研究発表会概要集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計23件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Hitoshi Tanaka
2. 発表標題 Effectiveness of a shore-parallel canal for reducing tsunami impact
3. 学会等名 The 21st Congress of the Asia and Pacific Division of the International Association of Hydraulic Engineering and Research (IAHR-APD) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Song Wenzheng, Hitoshi Tanaka
2. 発表標題 Numerical simulation of wave boundary layers and characteristics of bed shear beneath tsunami wave
3. 学会等名 8th International Conference on Fluid Mechanics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kiyoshi Hashimoto, Hitoshi Tanaka, Nguyen Xuan Tinh
2. 発表標題 Numerical study on tsunami energy reduction by a canal along the Ishinomaki Coast
3. 学会等名 8th International Conference on Fluid Mechanics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuki Kutsuzawa, Nguyen Xuan Tinh, Kazuya Watanabe, Hitoshi Tanaka
2. 発表標題 Numerical study on tsunami-induced bottom shear stress
3. 学会等名 8th International Conference on Fluid Mechanics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kiyoshi Hashimoto, Hitoshi Tanaka, Nguyen Xuan Tinh
2. 発表標題 Numerical simulation on tsunami mitigation by a shore-parallel canal in the Southern Sendai Coast
3. 学会等名 8th International Conference on Fluid Mechanics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nguyen Thai Binh, Hitoshi Tanaka, Yuta Mitobe, Nguyen Xuan Tinh
2. 発表標題 Water particle velocity under breaking bore
3. 学会等名 8th International Conference on Fluid Mechanics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 沓澤佑樹, Nguyen Xuan Tinh, 渡辺一也, 田中 仁
2. 発表標題 堤防の有無による津波水理特性の相違
3. 学会等名 土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三枝信太郎, 田中 仁, 三戸部佑太
2. 発表標題 仙台湾における津波後の漂砂環境変化
3. 学会等名 土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Song Wenzheng, Hitoshi Tanaka, Nguyen Xuan Tinh
2. 発表標題 Numerical simulation of bottom boundary layer beneath tsunami wave
3. 学会等名 土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nguyen Thai Binh, Hitoshi Tanaka, Muta Mitobe, Nguyen Xuan Tinh
2. 発表標題 Boundary layer development under effect of surface bore
3. 学会等名 土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nguyen Trong Hiep, Hitoshi Tanaka, Nguyen Xuan Tinh
2. 発表標題 Morphology change induced by the Tohoku 2011 Tsunami and its recovery process at the Naruse River mouth
3. 学会等名 土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Wang Jin, Nguyen Xuan Tinh, Kinuko Ito, Hitoshi Tanaka
2. 発表標題 Numerical study on the influencing factors of salinity distribution in the Natori Estuary
3. 学会等名 土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Watanabe, T. Yamanaka
2. 発表標題 Examination of historical tsunami height and run-up calculated by numerical simulation around the Kitakami River mouth
3. 学会等名 Vietnam-Japan Workshop on Estuaries, Coasts, and Rivers (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 三枝信太郎, 田中 仁, 三戸部佑太
2. 発表標題 仙台湾における津波後の海浜地形の回復過程
3. 学会等名 海岸工学講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 金子祐人, 三戸部佑太, 田中 仁, 会田俊介, 小森大輔
2. 発表標題 海岸堤防裏法尻の洗掘孔の発達過程と津波減勢効果に関する水理実験
3. 学会等名 海岸工学講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 三枝信太郎, 田中 仁, 三戸部佑太
2. 発表標題 仙台湾を対象とした津波後の地形変化と土砂収支の分析
3. 学会等名 土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 阿部こゆき, 三戸部佑太
2. 発表標題 海岸堤防裏法尻の洗掘による津波減災効果
3. 学会等名 土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jeremy D. Bricker, Volker Roeber, Hitoshi Tanaka
2. 発表標題 Storm surge protection by tsunami seawalls in Sendai, Japan
3. 学会等名 the 35th International Conference on Coastal Engineering (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 三戸部佑太, Neetu Tiwari, 渡辺一也, 田中 仁, 渡部靖憲
2. 発表標題 浅水流方程式と乱流モデルを組み合わせた津波河川遡上数値計算
3. 学会等名 海岸工学講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 三戸部佑太, 渡辺一也, 田中 仁, Neetu Tiwari, 渡部靖憲
2. 発表標題 津波規模に応じた河道内水位変動過程に関する数値実験
3. 学会等名 海岸工学講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 金子祐人, 三戸部佑太, 乙志和孝, 黒澤辰昭, 田中 仁, 小森大輔
2. 発表標題 海岸堤防裏法尻の洗掘孔内の流れ場と流速低減効果に関する水理実験
3. 学会等名 海岸工学講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 青山恭尚, 三戸部佑太, 田中 仁, 小森大輔
2. 発表標題 移動床条件での河川遡上津波の数値計算
3. 学会等名 土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 金子祐人, 三戸部佑太, 会田俊介, 田中 仁, 小森大輔
2. 発表標題 津波越流時における海岸堤防裏法尻の洗掘と流速低減効果に関する水理実験
3. 学会等名 土木学会東北支部技術研究発表会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	渡辺 一也 (Watanabe Kazuya) (50463097)	秋田大学・理工学研究科・准教授 (11401)	
研究分担者	三戸部 佑太 (Mitobe Yuta) (60700135)	東北学院大学・工学部・講師 (31302)	
研究分担者	金山 進 (Kanayama Susumu) (90562190)	日本大学・工学部・教授 (32665)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	Roeber Volker (Roeber Volker) (60725240)	東北大学・災害科学国際研究所・シニア研究員 (11301)	
研究 分 担 者	ブリッカー ジェレミー (Bricker Jeremy) (20645098)	東北大学・災害科学国際研究所・准教授 (11301)	