

平成 28 年台風 10 号による仙台海岸の地形変化*

東北大学 大学院工学研究科 三戸部 佑太

東北大学 大学院工学研究科 田中 仁

東北大学 工学部 鈴木 彰容

東北大学 大学院工学研究科 梅田 信

東北大学 大学院環境科学研究科 小森 大輔

東北大学 大学院工学研究科 峠 嘉哉

1. はじめに

平成 28 年 8 月 30 日に太平洋沖を通過し東北地方に上陸した台風 10 号は東北地方から北海道の各地において甚大な被害をもたらした。太平洋側沿岸部においては各地で高潮および高波浪が観測されており、これにより構造物の損壊を含め多数の港湾・海浜施設の被害が報告されている¹⁾。本台風は観測史上初めて太平洋側から東北地方に上陸した台風であり、台風通過以前から大きな被害の発生が危惧されたため、台風通過時から直後にかけて仙台海岸において現地調査を実施した。本論では仙台海岸において実施した高潮・高波実態調査の結果を報告するとともに、同地域の空中写真を元に行った今次台風による地形変化およびその後の回復過程の調査結果を述べる。

2. 対象領域

今回実施した調査は仙台海岸北部の名取川河口から仙台新港までの約 12km の砂浜海岸を対象とした(図-1)。台風 10 号が東北地方太平洋沖を通過している 2016 年 8 月 30 日 16 時~18 時および通過翌日の 8 月 31 日 9 時 30 分~14 時の 2 度におたって現地調査を実施した。仙台海岸では 1992 年から約 1~2 か月間隔の高頻度で定期的に航空写真を撮影しており、台風 10 号来襲前の 2016 年 7 月 12 日と直後の 9 月 1 日、10 月 1 日および 11 月 5 日に空中写真が撮影されている。本領域は 2011 年東日本大震災津波により大規模な地形変化が生じており、津波来襲から 5 年以上が経過した現在

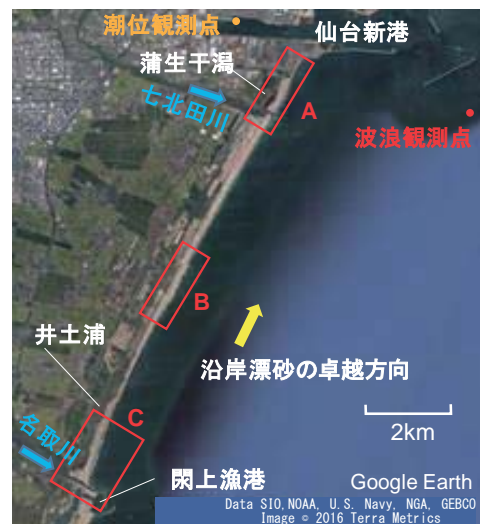


図-1 対象領域(画像は Google Earth より)

においてもその影響が残存している²⁾。また、名取川河口周辺や七北田川河口周辺部においては現在も津波により破壊された海岸堤防の復旧工事が進められており、海浜変形について継続的に調査が必要とされている。なお対象領域の北側に位置する仙台新港において台風通過時の

*Beach morphological changes on Sendai Coast induced by Typhoon No. 10, 2016 by Yuta Mitobe, Hitoshi Tanaka, Akihiro Suzuki, Makoto Umeda, Daisuke Komori and Yoshiya Touge

8月30日15時頃に潮位偏差が最大値50cmを記録している。また、全国港湾海洋波浪情報網(ナウファス)の観測記録(図-2)によると、2016年8月は複数の台風により高波浪が発生しており、特に台風10号通過時には有義波高で6m、最大波高10m程度の高波浪が観測されている。

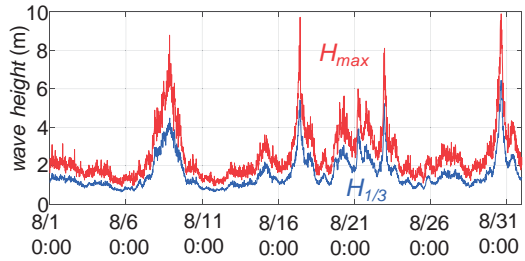


図-2 波浪観測値

3. 現地調査結果

3.1 仙台新港～七北田川河口

図-3は台風通過時の8月30日17時頃に仙台新港付近(図-1:A)にある高台の駐車場から撮影した写真である。高潮および高波浪の影響で駐車場部分の盛土の法先まで波浪が到達している様子が確認できる。また七北田川河口左岸側に位置する蒲生干潟ではその前面に位置する砂丘を高波浪が越波する様子が確認された。

仙台新港付近の盛土箇所においては今回の台風来襲以前から海岸侵食が進んでおり、その盛土背後にはすぐに道路やコンテナヤードが位置することから防災上問題となっていた(図-4:写真③)。北端部においてはすでに護岸工事が開始されていたが、8月に来襲した一連の台風によって工事箇所を含め大きく侵食が進んでいることが確認された(写真④)。

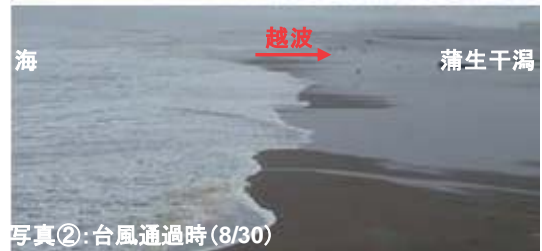
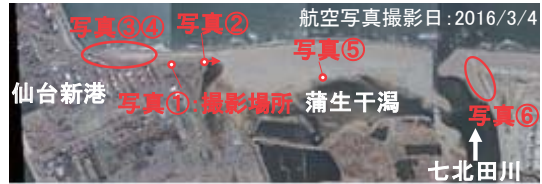


図-3 仙台新港～七北田川河口周辺における写真撮影箇所および台風通過時の様子

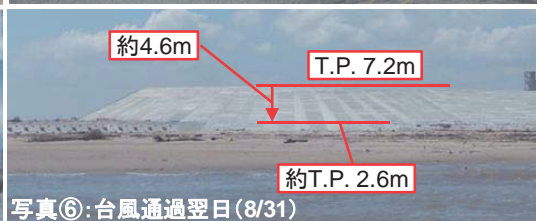


図-4 仙台新港付近における海岸侵食の様子

図-5 蒲生干潟および河口周辺の様子

また、蒲生干潟前面の砂丘の干潟側では越波した流れにより干潟側に倒された植物の根元が砂で埋没しており（図-5：写真⑤）、高波浪の越波により干潟側へ土砂が輸送されていることがわかった。また七北田川河口右岸側の河川堤防において確認された痕跡から河口部ではおよそ T.P. 2.6 m まで水位が上昇していたことがわかった（写真⑥）。

3.2 荒浜海岸

荒浜海岸（図-1: B）においては6基の離岸堤が設置されているが、台風通過時には高波浪がこれらの離岸堤を乗り越えている様子が確認された（図-6：写真⑦）。現地を確認された漂着物の集積箇所から最大で T.P. 4 m 程度まで波浪が遡上したものと推定される（写真⑧）。本海岸においては2011年津波後の復旧工事において海岸堤防天端高が T.P. 7.2m までかさ上げされているが、以前の海岸堤防高さである T.P. 5.2 m でも防護可能なレベルの高潮および高波浪であったものと考えられる。

3.2 名取川河口

名取川河口左岸側（図-1: C）に位置する井土浦の前面においても台風通過時に高波浪が砂丘を越波する様子が確認された（図-7：写真⑨）。なお河口付近の閉上第二観測所では8月30日15時に最大水位である T.P. 2.05 m を観測している。現地における目視の観察では明瞭な地形変化は確認されなかったが、同地域は現在、砂丘上において海岸堤防の復旧工事が実施されていることから、今回の台風による海浜変形への影響についてより詳細な調査が必要である。

4. 空中写真解析結果

図-7 は台風来襲以前の2016年7月から2016年11月までの仙台新港から七北田川河口までの空中写真および抽出した汀線位置を示している。なお汀線位置については仙台海



図-6 荒浜海岸における写真撮影箇所および台風通過時および翌日の写真

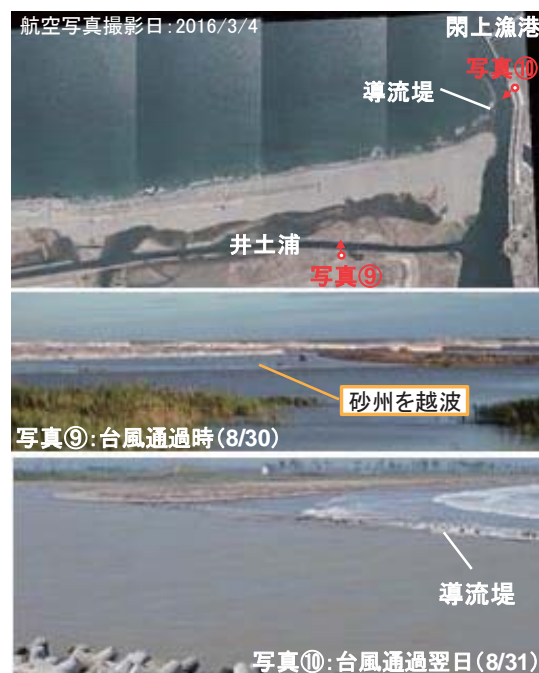


図-6 名取川河口周辺における写真撮影箇所および台風通過時および翌日の写真

岸における平均的な勾配をもとに潮位補正済みの値を示している。台風直後の9月1日では7月のものと比べて全体的に汀線が数十 m 後退しており、北端部の仙台新港付近では汀線が盛土まで達している。また、七北田川河口部では右岸側からの沿岸漂砂が卓越し右岸側からの河口砂州の発達が顕著であるが、これが大きく侵食され、右岸側に設置されている導流堤が海岸線から突出した。その後全体として汀線位置は回復傾向にあるが、特に河口右岸側において汀線の前進が速い。南から北へ向かう沿岸漂砂が卓越するため、これが河口部で遮断され右岸側において堆積傾向が強いものと考えられる。また、前述のように現地調査から蒲生干潟前面の砂丘部に越波が生じたことが確認されているが、空中写真から抽出した干潟部の水域の水際線には台風前後で明瞭な差が見られず(図-8)、水域面積には大きな差を生じていない。ただし、現地調査において砂丘の干潟側において砂の堆積が確認されており、今回のイベントによる干潟環境への影響を評価するにはより詳細な調査が必要である。

荒浜海岸においては離岸堤背後においてトンボロの発達がみられたが、汀線が後退するとともにやや平坦な汀線形状となっている(図-9)。同海岸においては20m程度の汀線後退が生じているが、1か月後の10月1日の段階で概ね元の汀線位置まで回復している。

名取川河口部周辺においても全体的に20m程度の汀線後退が生じており、また河口砂州の先端部100m程度が侵食された(図-10)。名取川河口左岸側には導流堤が設置されており、2011年東日本大震災津波時には河口砂州のフラッシュにより導流堤と砂州の先端が離れ、その後4年以上にわたりその間が流路の一部となっていた²⁾。このような河口砂州のフラッシュは2011年以前も大規模な洪水により度々生じていたことが知られているが³⁾、今回生じた侵

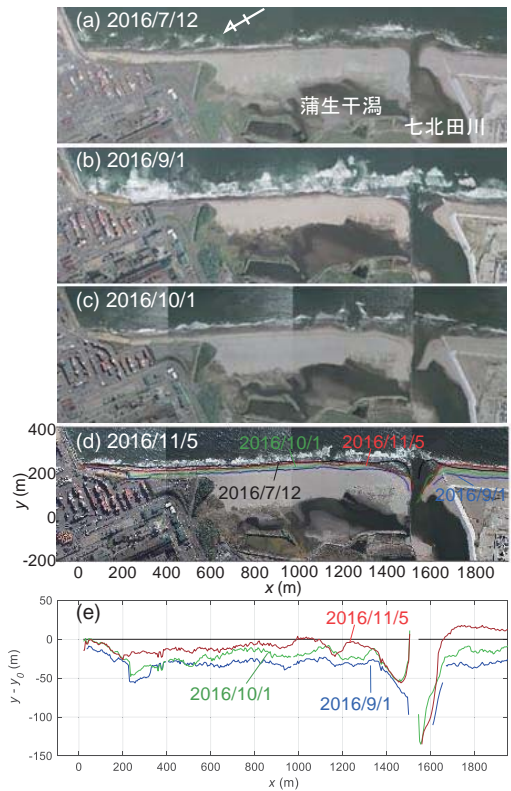


図-7 仙台新港～七北田川河口周辺における空中写真および汀線位置(a)～(d)。(e)は台風前(2016/7/12)の汀線位置(y_0)からの変化量

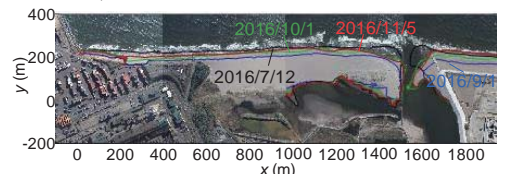


図-8 仙台新港～七北田川河口周辺における水際線(潮位補正なし)

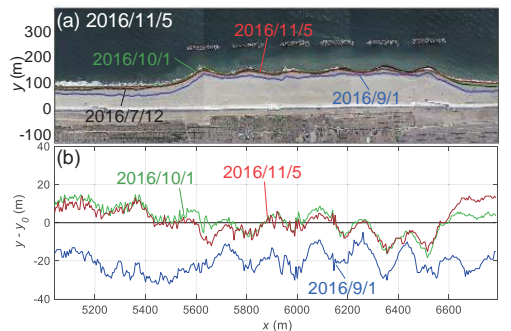


図-9 荒浜海岸における空中写真(a)および汀線位置の変化量(b)

食では河口砂州と導流堤間に隙間を生じるほどの大規模な地形変化には至らなかった。また、井戸浦よりも北側の領域（約 $8000\text{m} < x < 9400\text{m}$ ）では2011年の津波およびその後の侵食によって砂浜が消失し、海岸堤防前面に設置されている直立壁や消波ブロックが海岸線に露出している。そのため今回の台風では海岸線に変化は見られなかった。漂砂の下手側に位置する井戸浦の北端部周辺では汀線の回復が早く、1か月後の10月1日には台風来襲以前の汀線位置まで回復している。また河口砂州の回復も早く、台風前と比較してより伸長した状態となっている。

対象領域全体をみると、台風来襲以前から砂浜が消失していた部分（約 $8000\text{m} < x < 9400\text{m}$ ）を除いて概ね一様に20~30m程度汀線が後退している。その後の回復を見ると領域中央の荒浜海岸周辺では1か月間で汀線位置が台風来襲前と同程度まで前進している。構造物等から離れている領域（約 $3000\text{m} < x < 5000\text{m}$ ）においては沿岸方向に概ね一様に汀線の前進がみられるため、岸沖方向の砂移動が汀線回復に支配的であると推察されるが、荒浜海岸の離岸堤南側および七北田川河口の南側において特に汀線の前進傾向が大きい。これらの領域は離岸堤および河口に対し沿岸漂砂の上手

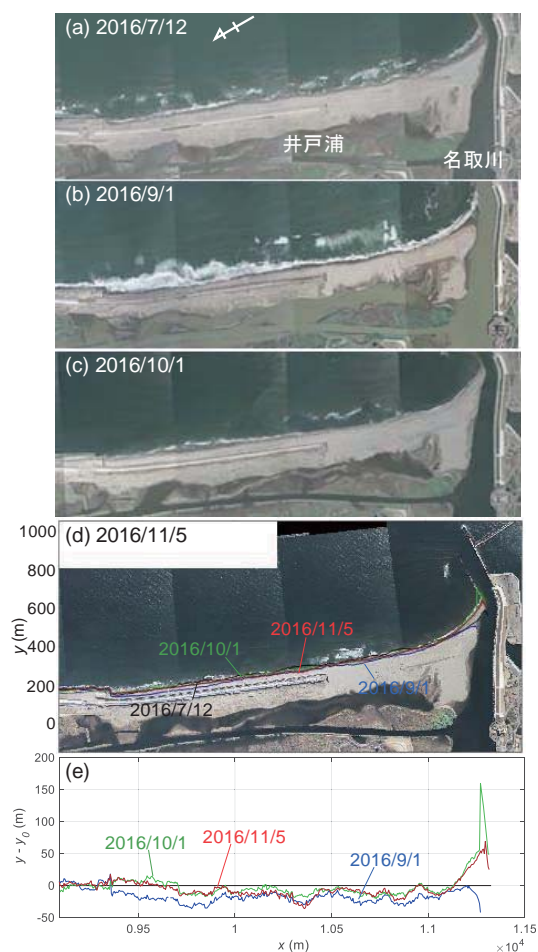


図-10 名取川河口周辺の空中写真および汀線位置(a)~(d). (e)は台風前(2016/7/12)の汀線位置(y_0)からの変化量

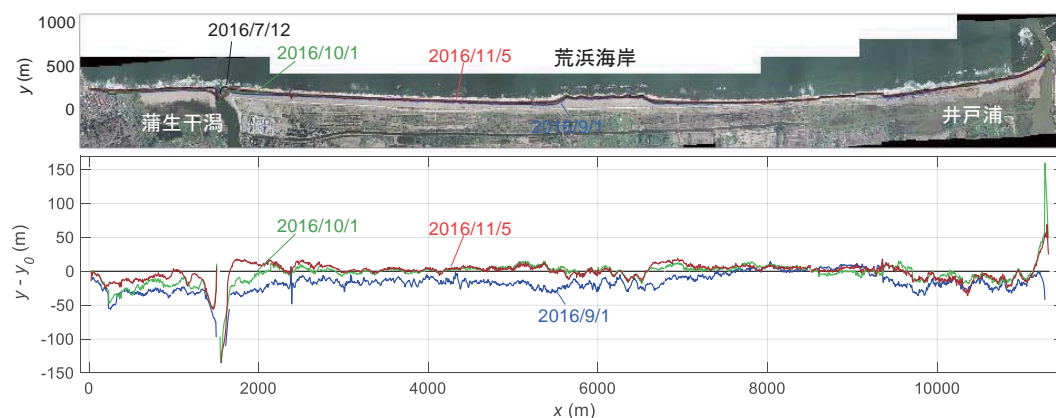


図-11 対象領域全域での汀線位置および台風前(2016/7/12)の汀線位置(y_0)からの変化量

側に位置しており、沿岸漂砂の捕捉効果^{4) 5)}が寄与していると考えられる。一方で井戸浦や蒲生干潟の前面においては汀線の回復が遅い。井戸浦および蒲生干潟前面の砂丘部は台風時に越波が生じており、これに伴い、干潟側へ砂が流入している。より詳細に今次台風による漂砂系への影響を議論するためには越波による土砂輸送量を考慮する必要がある。

5. おわりに

本論文では平成28年台風10号について仙台海岸での高潮・高波実態調査の報告をするとともに、台風10号による地形変化とその後の回復過程に関して空中写真をもとに解析を行った。仙台海岸では観測記録を上回るような大規模な高潮や高波浪は生じなかったが、対象領域全域にわたり数十 m 程度の大規模な汀線後退が生じていた。七北田川河口左岸側や名取川河口左岸側など一部の領域では台風来襲以前の状態まで回復しておらず、さらにこれらの領域では2011年の東日本大震災津波の海浜地形への影響もいまだ残存している。また海岸堤防の復旧工事や導流堤の改修等、海岸構造物の状況も変化している状態にあるため、今後より詳細に漂砂系への影響の評価を行い、継続的な海浜地形モニタリングを行うことは重要である。

参考文献

- 1) 内閣府：平成28年台風10号による被害状況等について（平成28年11月16日14時00分現在），
<http://www.bousai.go.jp/updates/h28typhoon10/>
- 2) Vo Cong Hoang, 田中 仁, 三戸部佑太：東日本大震災津波後の仙台海岸広域漂砂系の回復状況，土木学会論文集B2（海岸工学），Vol.72, No.2, pp.I_769-I_774, 2016.
- 3) 渡辺一也, 田中 仁：第12章 名取川, 日本の河口（澤本正樹・真野 明・田中 仁編著），古今書院, pp.115-122, 2010.
- 4) 姜 炫宇, 田中 仁, 坂上 毅：長期現地観測資料に基づく仙台海岸汀線変動特性・土砂収支の検討，海岸工学論文集，Vol.51, pp. 536-540, 2004.
- 5) Eko Pradjoko, 田中 仁：沿岸漂砂系に流入する河口左右岸の汀線変動特性に関する研究，土木学会論文集B2（海岸工学），Vol. 66, No. 1, pp.541-545, 2012.