

平成27年9月関東・東北豪雨出水による河口地形変化とその後の回復*

東北大大学院工学研究科 田中 仁
 東北大大学院工学研究科 三戸部佑太
 東北大大学院工学研究科 Vo Cong Hoang

1. はじめに

平成27年9月の10日から11日に発生した豪雨により関東地方では鬼怒川の破堤が生じ、周辺地域に大きな被害が発生した。また、東北地方においても鳴瀬川水系渋井川における破堤による洪水氾濫をはじめ、大きな被災をもたらした。今時の出水時には既往最大洪水位を記録した箇所も見られ、このような既往最大規模の出水は流域内に大きな洪水被害をもたらしたのみならず、流域最下流の河口部において大きな地形変化を生じさせた。東北地方の河川河口部においては、その地形形状に2011年東日本大震災津波のインパクトが未だに残存する箇所が多く見られる^{1), 2), 3)}。このため、大規模出水による河口地形変化およびその後の回復過程は、震災前のそれと大きく異なるものと考えられる。本研究では、津波インパクトの残る宮城県の河川を対象に平成27年9月豪雨出水による河口地形変化とその後の回復過程について報告する。

2. 研究対象

本研究においては二級河川・七北田川および一級河川・名取川を対象とした。河口地形の概要を図-1に示す。いずれの河口においても東日本大震災津波来襲時には津波の河川遡上、河川堤防から堤内地への津波の越流、さらには大きな地形変化が見られた。その後、津波対策として河川堤防のかさ上げ、導流堤の改修などの災害復旧工事がなされている。

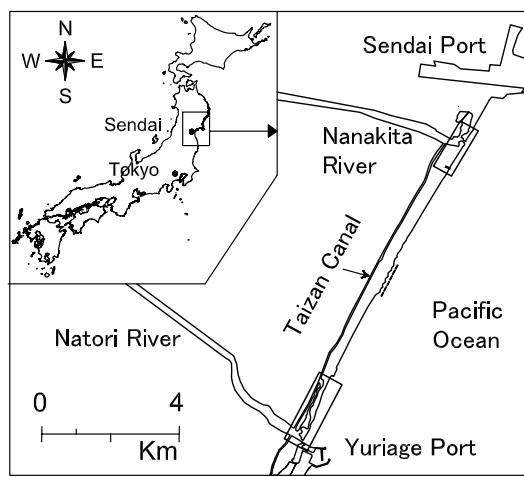


図-1 研究対象河川の概要

* Estuarine morphological changes due to the 2015 Kanto-Tohoku Heavy Rainfall and their subsequent recovery, Hitoshi Tanaka, Yuta Mitobe and Vo Cong Hoang



図-2 洪水前の七北田川河口（2015年9月3日）



図-3 洪水時の七北田川河口（2015年9月11日）
((株)テクノシステム、パシフィックコンサルタント提供)



図-4 洪水後の七北田川河口（2015年9月19日）



図-5 洪水後の七北田川河口（2015年9月22日）

3. 七北田川の地形変化と回復

図-2は豪雨災害発生直前の2015年9月3日に撮影された七北田川河口地形を示している。東日本大震災津波後に建設された右岸海岸堤防や、かさ上げ工事中の右岸河川堤防が認められる。また、以前は砂面下に埋没することの多かった右岸河口導流堤に代わり、天端高さ2.7mの構造物がすでに竣工している。図-3は洪水時の河口の様子をUAVにより撮影したものである。図-2に認められた右岸河口砂州が完全にフラッシュされている。また、水位の上昇により左岸導流堤先端付近で蒲生干潟と海域が連結している。

図-4、図-5は洪水後の七北田川河口地形変化を示す。図-4では河口左右岸ともに河道内における二次碎波が認められ、導流堤沿いの沿い波により河口内に砂が押し込まれている。それから3日後に撮影された図-5では左岸導流堤沿いに押し込まれた堆積地形が氷面上まで発達している。田中⁴⁾によれば、七北田川河口右岸砂州は洪水後約2週間程度で完全に回復するとの報告がなされているが、その報告に比べ右岸河口砂州回復に遅延が認められる。

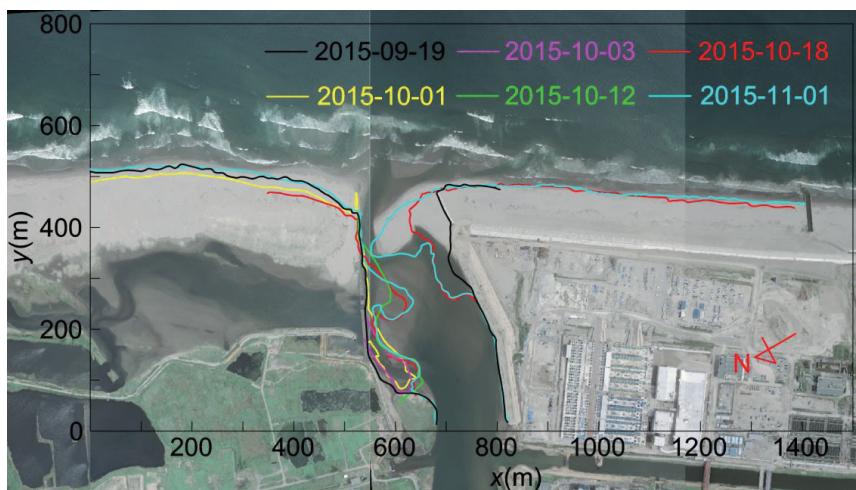


図-6 七北田川河口地形の回復過程（背景の空中写真は2015年9月3日撮影）



図-7 七北田川河口地形の回復（2015年10月18日）

その後10月に入り、図-6に示すように左岸導流堤沿いの堆積地形はさらに河口内に押し込まれつつ発達した。10月18日の時点では、左岸導流堤に沿った大規模堆砂により蒲生干潟通水部の閉塞している。同時に右岸砂州の成長も見られるが、図-2に認められたほどの砂州の延伸はまだ見られない。図-7は10月18日の河口部斜め写真である。左岸導流堤沿いの砂の押し込みが著しい。図-6の汀線形状に潮位補正はなされていないものの、左岸導流堤先端部左側の汀線の後退が認められ、この部分の海浜砂が既設導流堤を越えて河口内に流入して河道左岸に沿った堆積をもたらしたものと考えられる。図-8は11月1日の空中写真であり、河口内への砂州の押し込みと、砂の供給源である左右岸の汀線の後退が認められる。特に、右岸汀線は導流堤先端まで後退しており、洪水前の図-2の状況と大きく異なっている。

現在、宮城県により左岸導流堤についても天端高さ2.6mまでかさ上げする計画がなされている⁹⁾。これにより、今後、河口左

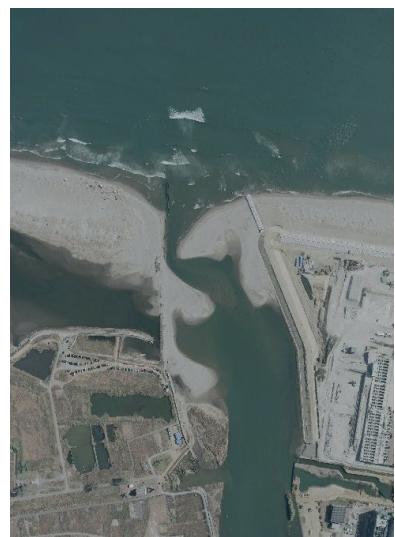


図-8 七北田川河口地形の回復（2015年11月1日）

岸への砂の押し込みは抑制されるものと推測される。さらに、七北田川左岸導流堤から仙台港南防波堤に至る約2kmの砂浜の両端が固定されることにより、この砂浜の安定化が図られると期待される。一方で、現汀線まで左右岸の導流堤が完成することにより、特に右岸導流堤先端を回り込んで河口砂州形成に寄与することの出来る沿岸漂砂量が減少することから、洪水後の河口砂州回復過程が田中⁴⁾の報告にあるような津波以前の形態と異なるであろうことに注意する必要がある。河口導流堤建設後に、河口内に侵入する波浪により河口砂州が河川上流側に移動した事例は最上川⁶⁾、子吉川⁷⁾などでも報告されており、七北田川においても今後これらの事例と類似の河口砂州形態を示すものと予想される。

その後、12月12日には再び蒲生干潟から七北田川への流水が確認されている⁸⁾。さらに、蒲生干潟の水質改善を目的として、七北田川本川と蒲生干潟を結ぶ水路の掘削がなされた。図-9は12月23日の開削工事の状況を示している。

4. 名取川の地形変化と回復

洪水前後の名取川河口を図-10、図-11に示す。名取川河口においては津波後に左岸砂浜が後退し、中導流堤と左岸海浜が分離した状態が続いた⁹⁾。その後、徐々に河口部への砂の回帰が進んだ²⁾（図-10）が、今次の洪水により堆積砂がフラッシュされた。洪水発生直前に河口部では浚渫工事が行われ、浚渫砂が河口左



図-9 蒲生干潟通水部の掘削（2015年12月23日）



図-10 洪水前の名取川河口
(2015年9月3日)



図-11 洪水時の名取川河口（2015年9月11日）
(仙台河川国道事務所提供)



図-12 名取川河口砂州フラッシュ
(1986年8月5日, 仙台河川国道事務所提供)



図-13 名取川河口砂州フラッシュ
(1989年8月7日, 仙台河川国道事務所提供)

岸に仮置きされていた。また、図-11に見られるように、左岸砂丘においては海岸堤防の建設が進められている。この海岸堤防先端部より本川寄りの砂丘部において三箇所の決壊が生じている。左岸砂丘は2011年の津波により一度大規模にフラッシュされ、その後に砂の回帰により形成されたものであり、頂部高さが2m程度であることから、洪水位の上昇により容易に砂丘頂部に越流が生じて決壊した。

東日本大震災津波来襲前の名取川河口砂州は、左岸砂州を越えるほどの洪水発生時に幅約100mにわたって河口砂州がフラッシュされ、その後、一ヶ月から一ヶ月半程度の期間でもとの地形に回復していた¹⁰⁾。図-12、図-13に1980年代に観察された名取川河口砂州のフラッシュ状況を示す。図-12、図-13から得られる名取川河口の水際を、図-11の洪水時の水際線、さらには2011年東日本大震災津波直後の汀線とともに図-14に示している。まず、津波直後には左岸砂丘がフラッシュされ、砂丘の一部が島状に残存した。その後、全体的に後退した位置で滑らかな汀線が形成された。図-14によれば津波前後において約140mの汀線後退が認められる。この汀線後退により、前述のように左岸砂州が中導流堤に付着することはなくなった。

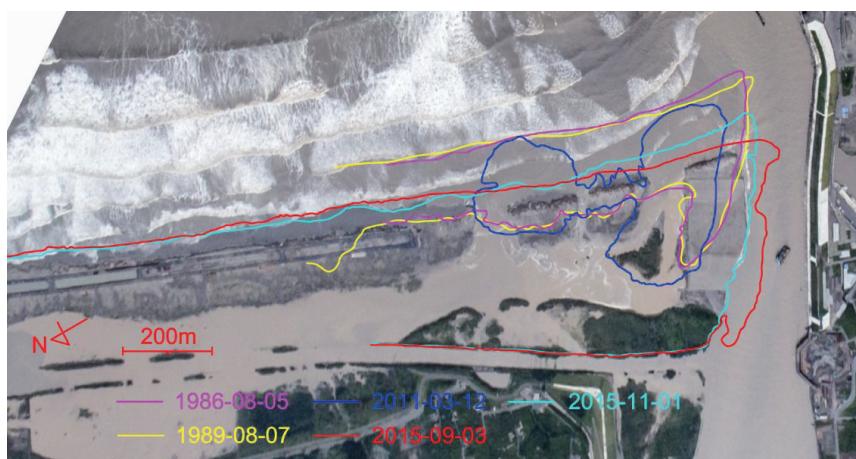


図-14 名取川河口の汀線（背景の空中写真は2015年9月11日撮影）

今次の洪水により河口左岸に仮置きされた浚渫砂の一部が数十 m の幅で侵食された。洪水後の河口部の水際線は、図に示した 1980 年代のそれを河川上流方向に汀線後退分だけシフトしたものに酷似しており、津波のもたらしたインパクトが現在の洪水フラッシュ地形に反映されていることが理解される。

5. おわりに

本論文においては、平成 27 年 9 月に発生した関東・東北豪雨による七北田川および名取川における河口地形変化とその後の回復過程について報告した。これらの河口部では 2011 年東日本大震災津波のインパクトが依然残存している。このため、洪水後の最終的な回復地形は津波前のそれと異なっているものと考えられ、今後もモニタリングが重要である。

謝辞：本研究を行うに際して、国土交通省東北地方整備局仙台河川国道事務所、宮城県土木部河川課、(株)テクノシステム、パシフィックコンサルタンツ(株)より貴重な現地資料の提供を受けた。また、本調査は土木学会水工学委員会 H27 年関東・東北豪雨災害調査団東北グループ、および土木学会東北支部 H27 年東北水害調査団としての活動の一環として実施されたものである。ここに記して深甚なる謝意を表する。

参考文献

- 1) 平尾隆太郎・田中 仁・梅田 信・Nguyen Xuan Tinh・Eko Pradjoko・真野 明・有働恵子: 東日本大震災津波後の河口地形変化の特徴と問題点、土木学会論文集 B1 (水工学) , Vol.68, No.4, pp.I_1735-I_1740, 2012.
- 2) 盧 敏・三戸部佑太・田中 仁: 東日本大震災津波後の名取川河口地形変化と課題、土木学会論文集 B2 (海岸工学) , Vol. B2-70, pp. I_511-I_515, 2014.
- 3) 盧 敏・田中 仁・三戸部佑太: 東日本大震災津波による鳴瀬川河口地形変化とその回復過程に関する研究、土木学会論文集 B2 (海岸工学) , Vol.71, No.2, I_655-I_660, 2015.
- 4) 田中 仁: 七北田川において観測された中小河川特有の河口現象、土木学会論文集, 第 509 号/II-30, pp.169-181, 1995.
- 5) 宮城県土木部: 七北田川災害復旧事業について, 21p, 2015.
- 6) 前川勝朗: 第 9 章 最上川, 日本の河口 (澤本正樹・真野 明・田中 仁編著), 古今書院, pp.83-93, 2010.
- 7) 前川勝朗・大久保博・掃部闇徹: 導流堤施工に伴う子吉川河口付近の地形変化、農業土木学会誌, Vol.67, No.12, pp.1299-1305, 1999.
- 8) 佐藤賢治: 再びつながった潟湖と七北田川、仙台市科学館蒲生調査レポート、速報版, No.100, 2015.
- 9) Tanaka, H., Tinh, N.X., Umeda, M., Hirao, R., Pradjoko, E., Mano, A. and Udo, K.: Coastal and estuarine morphology changes induced by the 2011 Great East Japan Earthquake Tsunami, Coastal Engineering Journal, Vol.54, No.1, 25p, 2012. doi: 10.1142/S057856341250010
- 10) 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.