

鳥取県天神川河口砂州の地形変化観測と砂州フラッシュ後の回復過程

シンワ技研コンサルタント（株）正会員 ○片山 崇・倉繁 仁
鳥取大学 正会員 黒岩正光・梶川勇樹・山本真二
株式会社安藤・間 非会員 戸田 俊

1. はじめに

鳥取県中部の天神川河口部では、常時河口砂州が形成されており(図-1)、冬季波浪による漂砂の打ち込みや沿岸流の作用により河口閉塞を起こすことが懸念され、河口閉塞対策を検討するためには、河口砂州の地形変化特性を明らかにする必要がある。著者らは平成27年7月から平成29年12月まで、天神川河口を含めた周辺海域の地形変化の調査を実施してきており、UAV（ドローン）とRTK-GNSSを用いた地形測量結果から河口砂州の地形変化を検討した。昨年度に引き続き、本研究では、天神川河口砂州を対象として、UAVとRTK-GNSSを用いた砂州地形の観測を継続し、砂州の変形特性を検討した。また、台風通過後の砂州の形成過程についても検討した。



図-1 天神川河口砂州（UAVによる空撮結果）

2. 現地調査

現地調査は平成27年7月～平成29年12月にわたり行った。この間、RTK-GNSSによる砂州地形測量を18回、UAVとラジコンボートによる砂州前面域の水深測量を4回、砂州を含む沿岸方向2kmの範囲の海域の深浅測量を8回実施した。波浪、天神川河川流量、水位および潮位はそれぞれ、鳥取港ナウファス、天神川小田地点、河口長瀬地点および田後港（鳥取県東部）における観測値を利用した。得られた結果より、河口砂州の地形変化と外力との関係を検討した。なお、観測期間中の平成29年10月22日～23日にかけて台風21号による河川流と高波によって砂州がフラッシュされた。本研究では、砂州の地形変化特性について検討し、同台風通過後の砂州の回復過程について考察した。

3. 河口砂州と河口テラスとの関係

図-2は、RTK-GPSによる砂州形状の測量結果および深浅測量結果の一例である。観測開始時平成27年7月2日には砂州は左岸側から形成されており、右岸側が開口していたが、平成28年2月23日の観測結果では、左岸側から延びている砂州がやや上流側に移動するとともに、右岸側から砂州の発達が見られ、さらに4月には流路が変化するとともに、右岸より砂州が発達し、開口部が左岸側に变化した。上段の図より、左岸側から伸びていた砂州は徐々に右岸側からの伸長に変化していったことが明らかである。これに対応して、深浅測量結果より、河口前面にはテラス（浅瀬）が存在するが、河口前面のテラスの位置が砂州の開口部の変化とともに、図上右側に変化していることがわかる。このように、河口砂州の伸長方向と河口テラスの発生位置が関係していることが明らかである。図-3はUAVとラジコンボートによる測量結果の一例で、河口内右岸側（No.8+75）、中央（No.10）および左岸側（No.11+25）の横断図を示したものである。これらの図から、10月

キーワード 海浜変形、河口砂州、UAV写真測量、RTK-GNSS測量

連絡先 〒680-8552 鳥取市湖山町南4-101 鳥取大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻

TEL 0857-31-5299

から 12 月にかけてさらに 3 月，冬季波浪が強くなるにつれ河口前面の海底地盤の低下がみられるとともに，砂州は河口内に移動しつつあるのが確認できる．特に，中央部（図-3 No.10）では，高波浪時に河口前面の土砂が河口域へ運ばれるとともに，沖側にも土砂移動が見られることがわかる．また，このときの波浪の状況は定点カメラによっても確認され，波の打ち込みと遡上が要因のひとつであると考えられる．

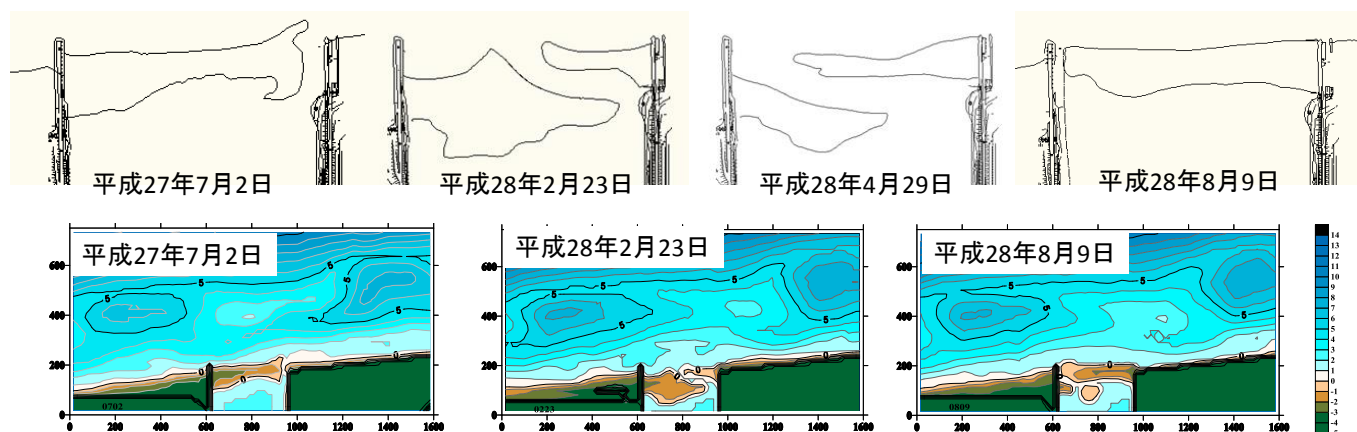


図-2 RTK-GNSS による砂州地形の観測結果と深浅測量結果

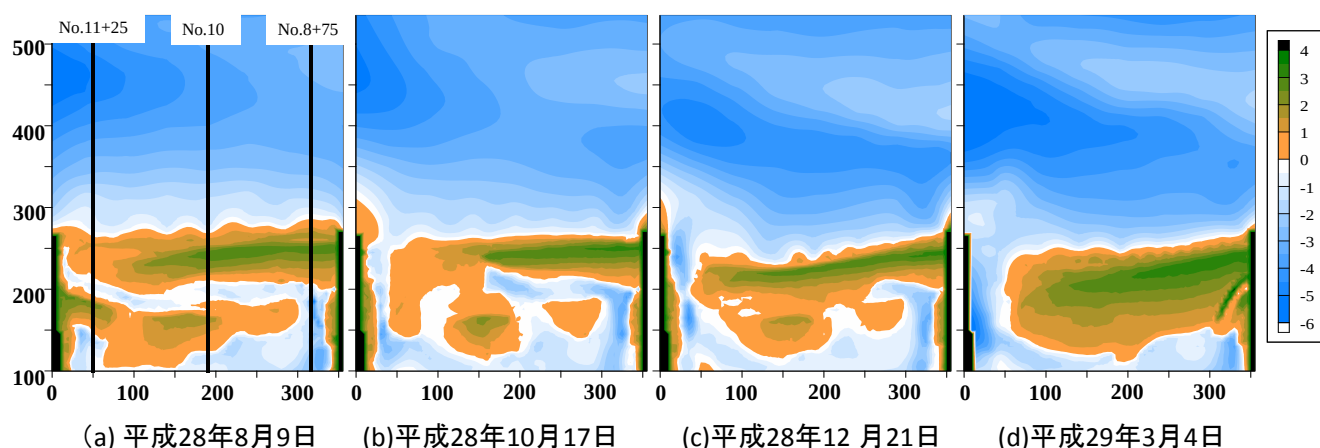


図-3 UAV とラジコンボートによる観測結果

4. 河口砂州の形成過程

図-5 は平成 29 年 9 月 1 日から平成 30 年 1 月 1 日までの天神川河口内と潮位の水位差，流量，波浪および波のエネルギーフラックスの時間的変化を示したものである．図-6 は台風 21 号通過後 11 月と 12 月の砂州地形の観測結果を示したものである．これらの図から以下のことがわかる．

（1）河川流量，水位および波浪との関係（図-5）

- ・台風 21 号により 6m を越える有義波が来襲し，通過後，波高は減衰するものの比較的長い 10 秒を越える周期の波浪が継続していた．台風時における河川流量は最大 $800\text{m}^3/\text{s}$ であった．
- ・台風 21 号来襲前の 9 月と 10 月では平均的に波高が 1.0m，周期 6 秒弱程度の大きさの波であった．台風通

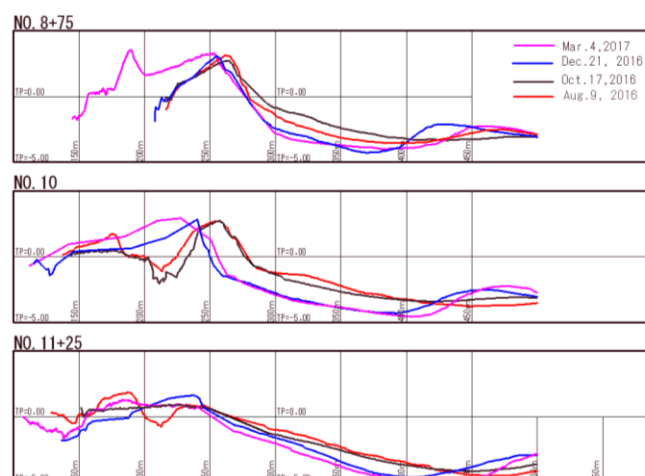


図-4 河口砂州の横断面の比較

過後 1 月以降は冬季特有の波浪条件となり、平均値で波高 1.6m, 周期 7.0 秒, その間、波高 4m を超える波浪が 2 回来襲している。

- ・河口内の水位と潮位との差は、河川流量が多くなると水位差は大きくなることが明らかであるが、流量が少ない場合であっても、高波浪時には波の進入により河川内の水位が上昇しているのがわかる。(12 月 11 日～21 日)

(2) 砂州の回復過程 (図-6)

- ・台風 21 号来襲時における河川流と高波によって砂州がフラッシュされたが、11 月 6 日～12 月 21 日 (図-5 下段：①～⑤) までの間砂州は直ちに形成され始めた。
- ・11 月 6 日 (図-5 下段①) と 10 日 (図-5 下段②) の測量結果では、砂州は右岸側から発達し始めている。この間台風通過後、図-5 下段の波浪エネルギーフラックスが負の値、すなわち北西寄りの波の来襲により発生し始めたものと考えられる。
- ・12 月 11 日の調査結果 (図-5 下段③) では、左岸側に砂州が形成され始めている。台風通過後、北西からの波浪により右岸側から形成され始めたが、北東寄り的高波浪が 2 回発生し、また北西寄り的高波浪も発生し左岸側に砂州が形成された後、ある程度発達した後は冬季特有の北西からの波浪 (波浪エネルギーフラックス) によって砂州が発達していったことがわかる。
- ・12 月 11 日～12 月 21 日 (図-5 下段③～⑤) の間において、比較的長い周期の波浪が来襲するとともに、河口内の水位と潮位との差が大きく、砂州の形成に何らかの要因として関係すると考えられる。
- ・砂州の形成位置は台風通過前の砂州より河道上流側に形成され始めている。台風による流量 $800\text{m}^3/\text{s}$ を越える河川流によって砂州がフラッシュされるものの河口テラスは顕著には発達せず、台風通過時の長周期のうねりによって、河口前面の海底面が低下し深みが形成されたことにより、波が河道内に遡上しやすくなったのが原因であると考えられる。

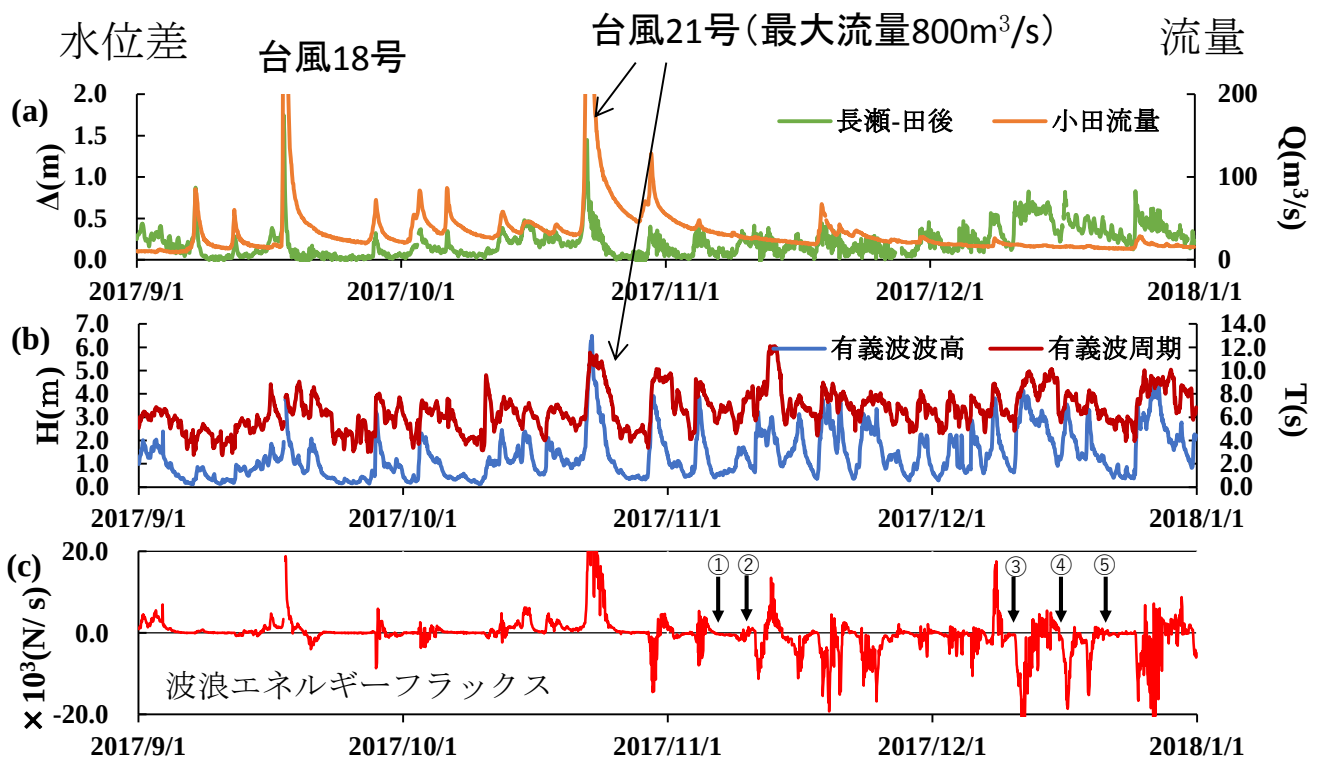
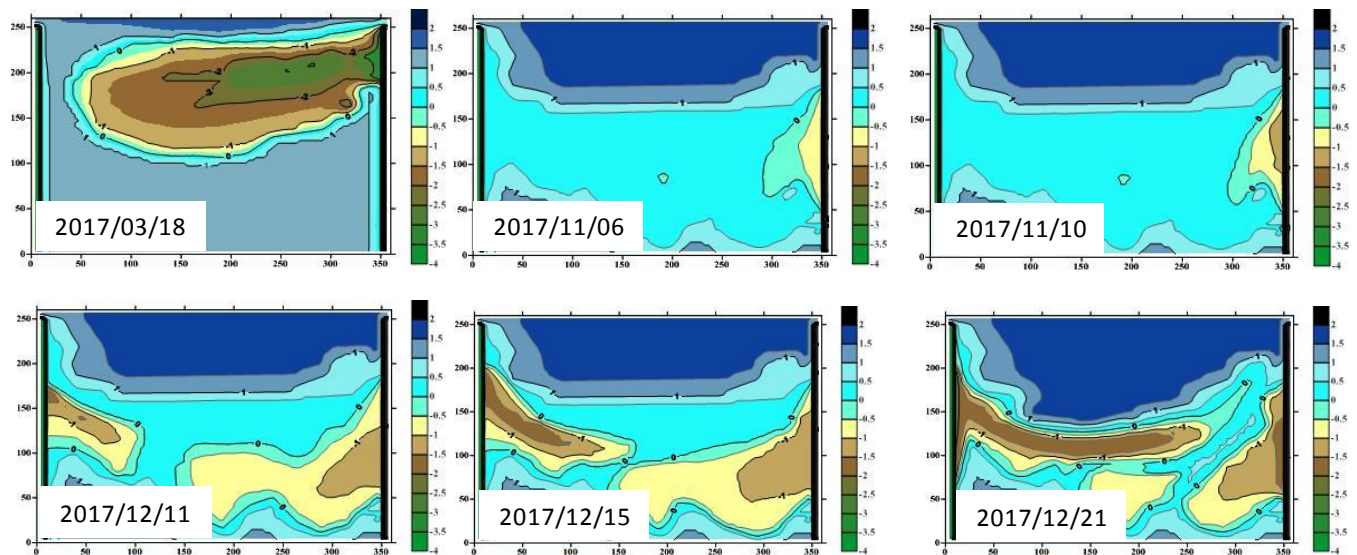


図-5 天神川流量、波浪および波浪エネルギーフラックスの時間的変化

(a)河口部長瀬における水位と田後港潮位との差、天神川小田における流量、(b)鳥取港における波浪観測結果(ナウファス)、(c)波浪エネルギーフラックス (正：東寄り、負：西寄り)



(単位：m，地盤高は T.P.)

図-6 天神川河口砂州の台風 21 号通過後の地形変化 (2017 年 11 月 6 日～12 月 21 日)

5. おわりに

本研究では，UAV と RTK-GNSS による高頻度な観測と深浅測量によって河口砂州の地形変化を捉えることが出来た．得られた結果は以下のとおりである．

- (1) 深浅測量結果より，河口砂州の伸長方向と河口テラスの位置とは密接な関係があることがわかった．
- (2) 台風によってフラッシュされた砂州は冬季波浪によって急速に回復することがわかった．
- (3) フラッシュ後の砂州の形成とその位置は，波浪フラックスの方向，河口内と潮位の水位差との関係があり，また，フラッシュ後の河口テラスの規模に関係すると考えられる．

今後の課題として，周辺の汀線の変化と砂州の地形変化と土砂収支の関係を検討する予定である．

謝辞

本研究は，国土交通省中国地方整備局 倉吉河川国道事務所との共同研究の成果の一部であることを付記し，ここに感謝の意を表する．

参考文献

- 1) 戸田ら(2017) : UAV と RTK-GPS を用いた河口砂州地形測量，第 69 回(平成 29 年度) 土木学会中国支部研究発表会概要集，pp. 135-136. (Ⅱ-35)，CD-ROM.