

タイムラプスカメラを用いた物部川河口砂州地形の長期モニタリング

高知高専専攻科 学生会員 ○武田龍弥

1. はじめに

河口部では、土砂の供給や波浪の影響で砂州地形が頻繁に変化するため、維持管理が難しい¹⁾。この特徴は地域ごとに異なることから、モニタリング技術等を用いることで、河口ごとに適した維持管理手法を検討する必要がある。物部川河口では、図-1 に示すように中洲の影響で偏流していたことで砂州開口部が河道中央から右岸側に移動し、平成 30 年 7 月西日本豪雨時には、右岸の堤防基礎部が河岸浸食の被害を受け問題となっていた。そこで、物部川を管理する国土交通省高知河川国道事務所は、今年度、図-2 に示すように河口部の右岸側に低水護岸を改修し、出水時に流れを河道中央に寄せるために中洲および河口砂州中央部の掘削を行った。その後に発生した 6 月 30 日出水中には、図-3 に示すように 3 箇所にも砂州開口部が形成された。そのうち右岸および左岸の開口部は波浪等の影響により埋め戻されたが、中央の開口部は現在も維持されている。今後、砂州開口部の維持管理方法を検討するうえで、今年度発生した出水とそれによる砂州地形変化の関係性を把握しておくことが重要である。そこで、本研究では、今年度行われた河川改修が砂州開口部の形成に与えた影響を明らかにした。

2. 研究方法

はじめに、UAV(DJI 社 P4-RTK)による出水前後の空撮、タイムラプスカメラによる長期定点撮影により、河口砂州地形のモニタリングを行った。右岸の砂州開口部と中央部が写るように、右岸側の後川樋門にカメラを 3 台設置し、撮影間隔を 30 秒とした。また、左岸側には国土交通省が設置している CCTV カメラがあり、後日画像データを提供いただいた。

つぎに、砂州開口部が中央に移動するきっかけとなった 6 月 30 日出水を対象として、流況や地形変動を再現できる解析モデルを汎用解析ソフト Nays-2DH を用いて構築する。河道地形の計測は、従来と同様に水面上は UAV-SfM(写真測量)を用い、水面下については水上ドローン(Powervision 社 Power Dolphin)を用いた。洪水中の流量ハイドログラフは、深淵水位観測地点の H-Q 関係式を参考に、河口から 0.2km 地点の実測水位を再現できるよう逆算した。また、タイムラプスカメラで撮影された各時刻の画像を用いて、水位および地形変化の状況を比較して解析結果の再現性を検証した。

さいごに、長期モニタリングの成果に加えて、河川改修実施前後における河口部の流況を比較することで、河川改修が河口部の

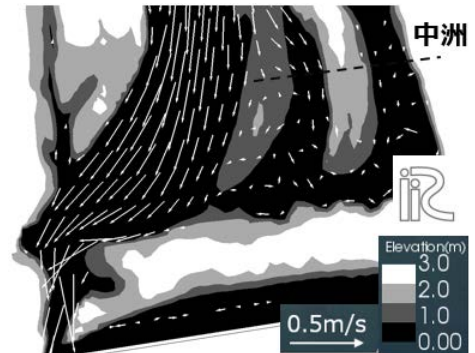


図-1 2019 年 12 月 6 日の河口地形と流量 100m³/s 時の流速ベクトルの解析結果



図-2 国土交通省が行った護岸改修と河道中央に流れを寄せるための中洲と河口砂州の掘削



図-3 6 月 30 日出水中に左岸側の CCTV カメラで撮影された河口砂州地形



図-4 複数の出水後に低水護岸前方に堆積した土砂



図-5 波浪の影響で右岸の砂州開口部が閉塞する状況

流況と地形変化に与えた影響について考察した。

3. 研究成果・考察

タイムラプスカメラで6月30日出水から8月末まで長期モニタリングを行った。6月30日出水では、河口砂州中央部が開口する状況、吉川水門 CCTV カメラでは11時頃に左岸側砂州の越水と開口が確認できた。7月4日、6日に起きた流量 $1000\text{m}^3/\text{s}$ 規模の出水では、3箇所の砂州開口部がさらに拡大する状況、その後、図-4に示すような低水護岸前方に土砂が堆積する状況を把握できた。さらに、図-5に示すように波浪の影響で右岸の砂州開口部が閉塞し、河道中央のみが残るまでの砂州地形の時系列変化を詳細に記録することに成功した。

つぎに、6月15日時点の河川地形を用いて平面二次元河床変動解析を行った。6月30日出水時の河口から0.2km 地点における実測水位と解析水位の値が一致するように上流端境界条件の流量ハイドログラフを設定した。11時時点の解析結果では、従来の右岸寄りの砂州開口部の位置に加え、左岸側からの流れで河道中央および左岸寄りの砂州に越流が始まった。11時20分時点では、河道中央および左岸寄りの砂州開口部が形成されており、図-3の流況と概ね一致した。このことから、構築した解析モデルにより6月30日出水(ピーク時流量 $610\text{m}^3/\text{s}$)の流況や地形変動を再現することができた。図-3の河口砂州中央部を見ると、掘削した箇所から開口し始めていることが確認でき、国土交通省が行った河口砂州と中洲の掘削により砂州開口部が形成されるきっかけになったといえる。また、図-4で確認された低水護岸前方に土砂が堆積する状況を解析上でも確認することができた。

河川改修前後の地形を用いた解析結果を比較することにより、流況の違いを把握した。10月13日の河口地形と流量 $100\text{m}^3/\text{s}$ 時の流速ベクトルの解析結果を図-6に示す。洪水下降期の流況を把握し、比較するためそれぞれの流量を $100\text{m}^3/\text{s}$ とした。これを図-1と比較すると、右岸側への流れがほとんどなくなっており、河道中央に流れが導かれていることから、流れの偏りが改善されていることがわかる。この変化が生じた要因を長期モニタリング成果から考察した。右岸寄りの流れがなくなった要因として、従来の右岸の砂州開口部が波浪の影響で閉塞したことが挙げられる。これは、6月30日出水時に河道中央に導かれる流れが生じた後に $1000\text{m}^3/\text{s}$ 規模の出水が2回発生したことでこの流れが強くなったこと、その後低水護岸前方に堆積した土砂が右岸寄りの流れを弱めたことの2つの影響であるといえる。この土砂は、低水護岸が洪水下降期の流れを導いたことで堆積したものであると考えられる。

4. おわりに

本研究では、タイムラプスカメラによる長期モニタリングと平面二次元河床変動解析を行うことで、物部川河口部で起きた砂州地形変化について考察した。その結果、中洲の切り下げは河道中央に導かれる流れを作るきっかけとなり、護岸改修は土砂を堆積させることで波浪の影響を促す要因となったことが明らかになった。そして、偏流が改善されたことから、今後も砂州開口部の位置を維持できると考えられる。また、現在の地形が形成された要因を明らかにする上で、モニタリング結果は極めて重要な役割を果たした。長期モニタリングは、河口部の維持管理を行う際、出水時の詳細な流況や河口砂州地形の時系列変化を把握することができる有効な手段であるといえる。

参考文献

- 1) 公共財団法人 河川財団 河川総合研究所:河道の維持管理要領 試案,河川総合研究所資料第33号,2018年10月。

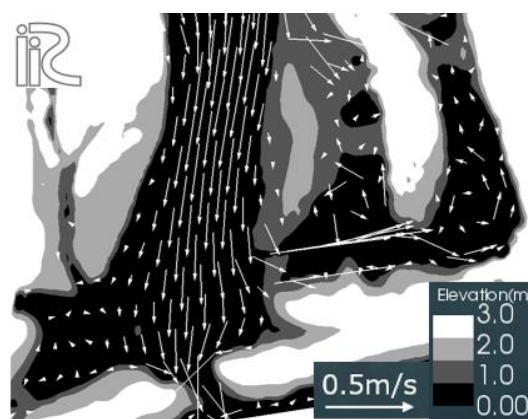


図-6 2020年10月13日の河口地形と流量 $100\text{m}^3/\text{s}$ 時の流速ベクトルの解析結果