

芦田川下流現地実験域における UAV による調査・解析

福山大学 正会員 ○ 津田 将行
 福山大学 名誉会員 尾島 勝

1. はじめに

芦田川は、府中大橋（27.3km）から下流の河道中州の樹木化が進み、いわゆる河道の二極化が著しい。その結果として河川堤防の洪水安全率の低下が危惧されている。

本研究は、このような現況のもとに現地実験域を設けて、出水時の河道内植生の繁茂消滅をも含めた変遷や中洲及び河床形状の変化を実証的に調査・解析したものである。

2. 現地調査および調査方法

現地調査対象域は、図-1 に示す芦田川本川と支川高屋川の合流部（本川 9.6km～10.4km）である。この区間は本研究のために河道内樹木の伐開と河道整備が完了している試験地である。調査項目は UAV による地形測量（写真測量）、植生調査、幼木調査であり、今回は UAV による地形測量（写真測量）により 3 次元計測を行い、点群データの結果について述べる。

調査期間は平成 30 年 5 月～10 月の出水期を含む 7 ヶ月のうち 5 月、6 月、8 月および 10 月の 4 回である。この調査期間中に 7 月の西日本豪雨に見舞われ、調査対象域も河道洗掘や土砂移動・堆積などの大きな被災となった。

UAV の地形測量（写真測量）では、DJI 社製の Inspire2 を用いた。UAV で撮影した写真は、サイドラップ率 60%、オーバーラップ率 80% で写真処理し、そして PhotoScan（Agisoft 社製）で SfM（Structure from Motion）処理を行い、3 次元点群データを構築した。4 回調査の 3 次元点群データは 0.25m^2 当たり 2.34～3.23 点であり、UAV を用いた公共測量マニュアル（案）の標準的な点群密度の条件（ 0.25m^2 につき 1 点）を満たす。



図-1 調査位置図

3. 水文データの解析

4 月から 10 月までの時間降雨量を図-2 に示した。八田原は芦田川上流域、府中は中流域、福山は下流域を代表するものとした。図中の縦赤線は UAV による現地調査日を示す。

1 時間雨量が 10mm を越えるとやや強い雨、20mm を越えると土砂降りの強い雨、30～50mm はバケツをひっくり返したような「激しい雨」とされ、その危険度が急激に増す。今年の芦田川流域の雨は、図に示すように例年に比べて多雨であり、特に 15mm/h 以降の回数が西日本豪雨の期間を除いても福山で 5 回、府中で 3 回、八田原で 2 回となり、10mm/h となれば福山で 6 回、府中で 7 回、八田原で 8 回である。

山手水位観測所における水位の時間変動を図-3 に示した。図中の縦赤線は UAV による現地調査日を示す。「西日本豪雨」と呼ばれることになった 7 月 6 日～8 日に及ぶ線状降雨帯の停滞による水位上昇は河道計画高水位をも超える最悪の流況（観測史上最高水位 7 月 7 日 0:50、7.919m）となった。もちろん支川高屋川の御幸観測所の水位も 7 月 7 日 1:10 に 8.959m の最高水位を記録している。なお、この豪雨による芦田川中下流

キーワード UAV, 河床変動, 河川流況

連絡先 〒729-0292 福山市学園町 1 番地三蔵 福山大学 TEL084-936-2111

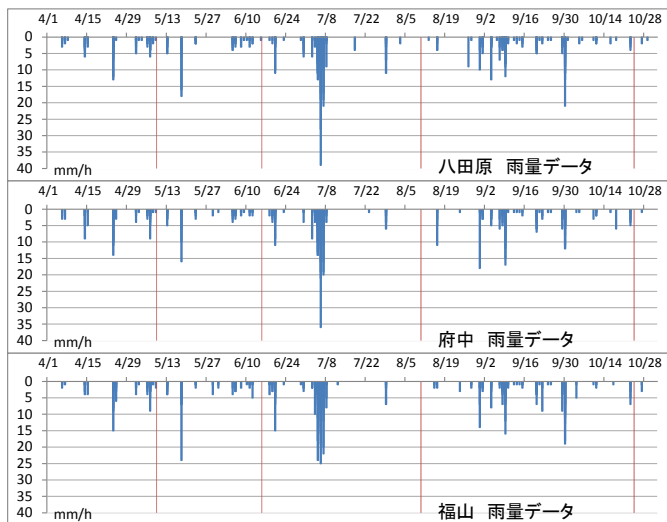


図-2 八田原、府中、福山の雨量の経時変化

域の浸水被災は、福山市と府中市を合わせて浸水面積約 2050ha、浸水戸数約 2300 戸と報告された。

また山手水位観測所の 7 月の西日本豪雨以外を見ると 9 月 30 日～10 月 1 日に 3.0m 以上(最高水位 9 月 30 日 23:00、5.829m)、9 月 9 日～10 日に 1.5m 以上(最高水位 9 月 9 日 22:00、3.769m)であった。

4. UAV 空撮データの解析

試験地上空から 4 枚の写真(図-4)を比較すれば、次のような表現になる。

①5 月と 6 月の写真から 1 ヶ月間に試験地(砂裸地)の下流端部の植生の繁茂が明確となり、試験地中央部水流に沿う方向に一筋の植生帯が伸びていることがわかる。

②6 月と 8 月の写真を比較すれば、7 月の豪雨被災の跡が明確にわかる。すなわち、試験地下流端部の植生繁茂域は健在であるが、6 月に示された一筋の植生帯より岸側に傾斜面の植生はかろうじて残存しているが、それよりも左側の試験地は完全に洗掘剥離し、上流端部の岸側は深掘れして浸水し、流水は明らかに岸側から流心部へと偏流している跡が残っている。さらには対象域の 9.9～10.0km 区間の岸側植物樹林域が完全に流失していることがわかる。

③8 月と 10 月の写真を比較すれば、7 月洪水で流失した試験地の復元には至らず、岸側傾斜面の植生の復元のみであることがわかる。しかし、高屋川が合流した後の背割堤より下流部の中州では明確な植生の復元が認められる。

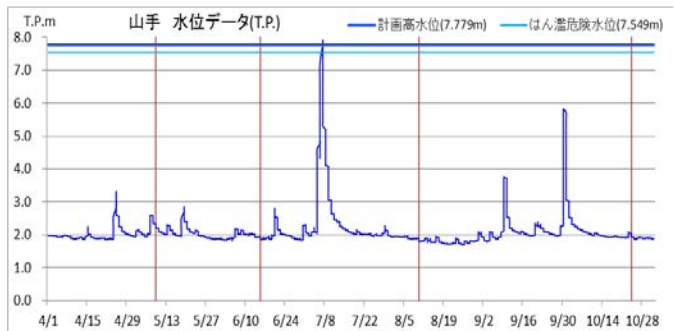


図-3 山手の水位の経時変化



図-4 10.1km 付近、右岸試験地写真
(上から 5 月、6 月、8 月および 10 月)

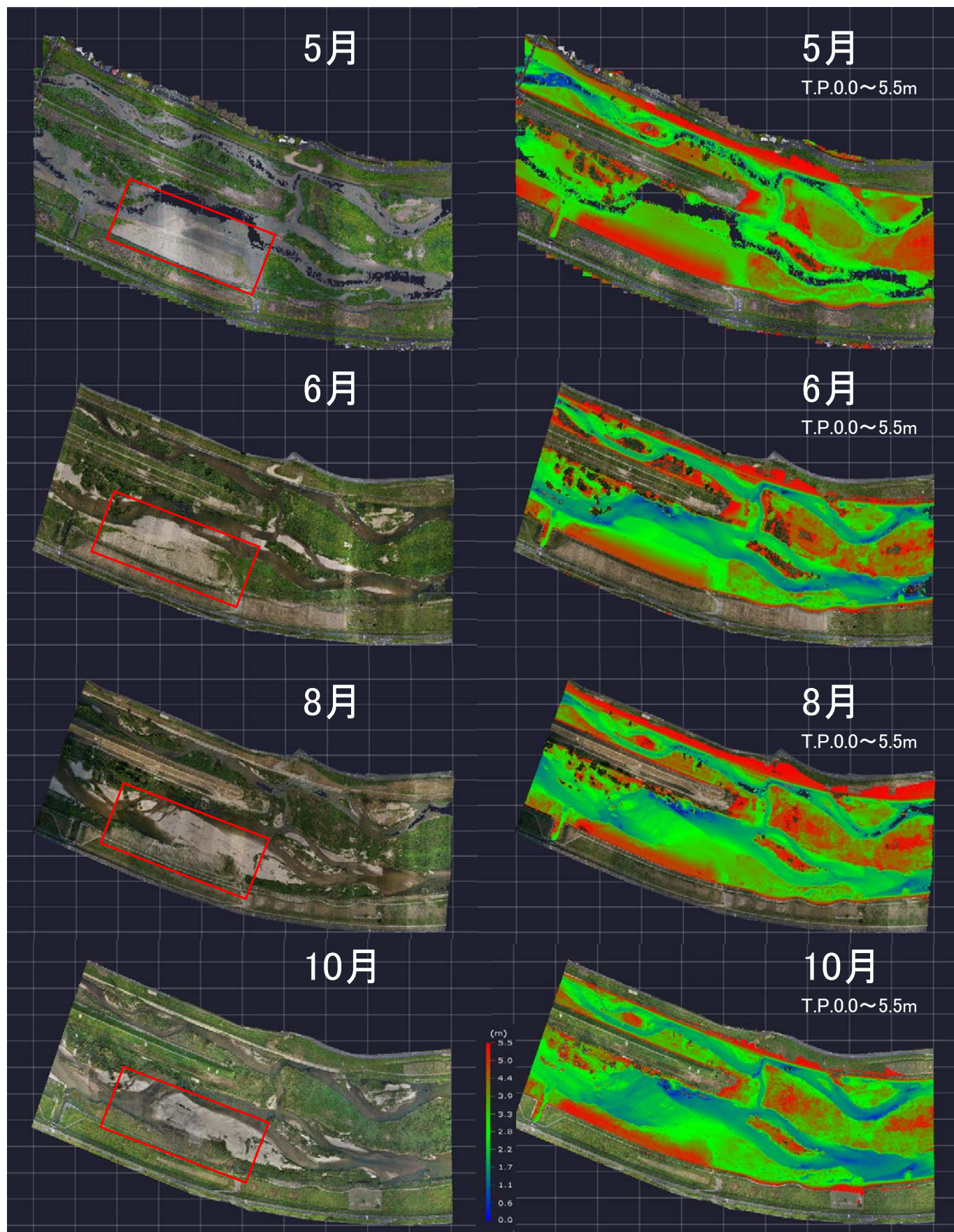


図-5 3次元計測の結果
(左図: 標高の色表示なし・赤枠は現地実験域、右図: T.P. 0.0~5.5m に色表示)

5. 3次元計測の結果と考察

砂州上の平面的な地形変化を詳細に把握するために、UAV を用いて写真測量を実施した。図-5 に 3 次元計測の結果を示す。左図は標高の色表示なしのものであり、赤枠は試験施工対象区間（裸地）である。右図は T.P.0.0～5.5m を標高が低い方から青色、緑色、黄色、赤色へと順に高くなるように色表示したものである。

試験施工対象区間（裸地）についてみると、5 月は流心から右岸側の高水敷までは青色から緑色であり、T.P. が 3.0m から 5.5m と緩傾斜であることがわかる。

6 月は、流心部から右岸側の高水敷までは T.P.2.1m から 5.5m の傾斜状であり、5 月調査と 6 月調査の間の出水により、5 月調査日の流心付近の T.P.3.0m であった箇所は洗掘され河床低下となっている。

8 月は対象区域の上流側と下流側で河床変化に違いがあることがわかる。すなわち、上流部は T.P.1.8m～3.0m であり、下流側は T.P.3.0m～3.5m であることから、7 月の西日本豪雨により、流心から右岸側へと横断的に傾斜状であった断面は破壊され、対象区間の上流側では、洗掘により鉛直方向への 2.0m 以上の鉛直断面が形成されるほど河床低下しており、逆に下流側では堆積により河床上昇していることがわかる。

10 月は対象区間の 8 割が T.P.1.5m～3.0m であり、9 月の出水により、8 月と比較して全体的に洗掘が進み、河床低下を起こしていることがわかる。また T.P.3.0m 以上のところでは、雑草などの繁茂も確認することができる。

6. まとめ

本研究は、河道の二極化抑制に係わる初年度の研究であり、数値は継続して現地検証を重ねていくものである。今年度は偶然にも西日本豪雨の大出水を被り、極めて貴重な現地の実験データの収集が出来た。

謝辞：本報告の投稿に際しては、国土交通省福山河川国道事務所のご了解をいただいたことを、ここに記してお礼申し上げます。また、現地調査業務に関しては(株)シーエム・エンジニアリングに多大なご理解とご協力をいただいたことを、ここに記してお礼申し上げます。