

Auto-BASEGRAIN による洪水前後の河床表面粒度分布の現地計測 ～四万十川橘地区を対象として～

高知工業高等専門学校 学生会員 ○井ノ上青虎 学生会員 池田圭吾 正会員 岡田将治

1. 序論

河床材料の粒度分布調査には、容積法や面・線格子法が一般的に用いられている¹⁾。しかし、作業に多大な労力と時間を要するため、調査点数が限られ、広範囲の面的な把握が困難である。著者ら²⁾は、UAVで空撮された大量の画像を粒度分布計測用画像解析ソフト BASEGRAIN で連続処理することにより、河道内の砂州地形を面的に計測できる手法を提案している。本研究では、四万十川橘地区の砂州を対象として、洪水前後の河床表面粒度分布を計測し、推定された洪水流況から無次元掃流力を算定して、その変化の要因を考察した。

2. 粒度分布の算出方法と 2022 年 9 月出水

本研究では、四万十川橘地区、茅生地区の砂州を対象として、洪水期前後の 2022 年 6 月 10 日と 10 月 5 日に DJI 社 Phantom4-RTK を用いて対地高度約 60m から約 500 枚撮影し、SfM(写真測量)により 3 次元点群モデルを作成した。つぎに、河床表面の粒度分布解析用の画像を対地高度約 20m から取得した。

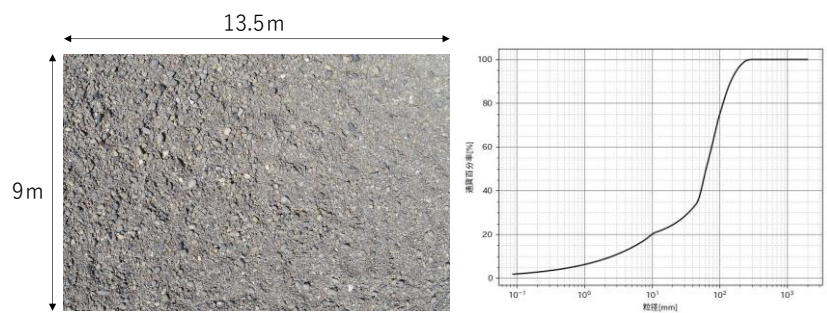


図-1 BASEGRAIN 解析用の画像範囲(対地高度 20m) (左)と解析結果(右)

図-1 に粒度分布を解析する画像と解析結果の一例を示す。提案する手法では、画像内にスケールを入れなくても対地高度から地上のピクセルサイズを算定できることから、自動連続処理を可能にしている。横 13.5m、縦 9m の範囲の粒度分布を解析した結果、代

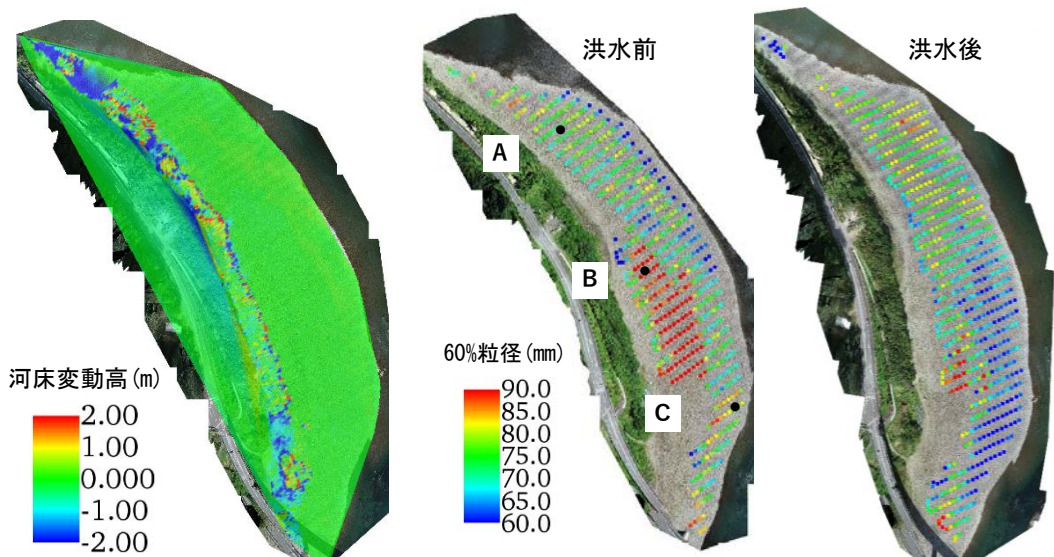


図-2 橘地区における洪水前後の河床変動高(左), 洪水前 D60(中), 洪水後 D60(右)

表粒径 D60 は約 80mm であった。2022 年 9 月に洪水が発生し、両地点の中間に位置する四万十川津野川水位観測地点(国土交通省)では、9 月 19 日 5 時 30 分に、はん濫注意水位を約 1m 上回る 9.48m のピーク水位を記録した。

3. 橘地区における 9 月洪水前後の粒度分布の変化

SfM により得られた洪水前後の地形から求めた変動高、洪水前および後の各地点の 60%粒径(D60)の平面分布を図-2 に示す。写真の上側が上流側であり砂州の全長が約 600m、横断幅は中央部で約 120m である。図より砂州部では洪水の前後で河床高はほとんど変化していない。各地点で撮影された画像から図-1 右図で示したよう

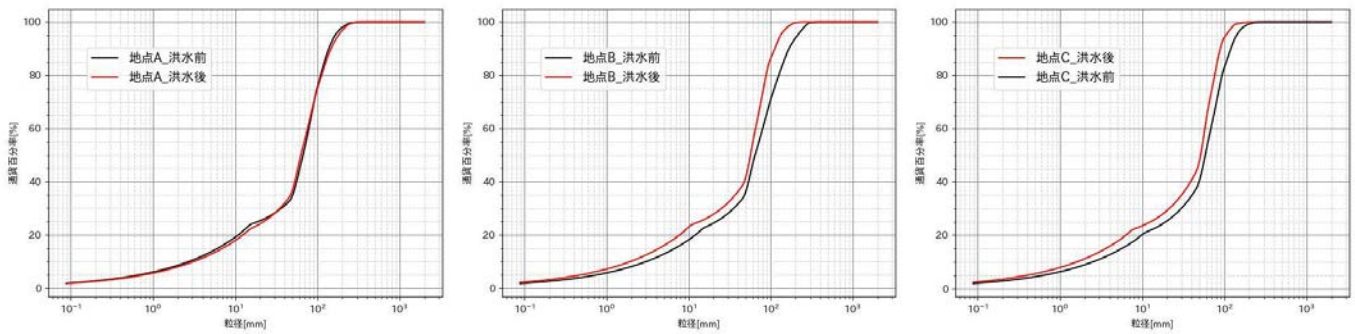


図-3 四万十川橋地区 A 地点(上流側), B 地点(中央部), C 地点(下流側)における洪水前後の粒度分布の変化

な粒径加積曲線が得られ, D60 は 60mm から 90mm の範囲に分布していた. 特徴的な箇所として, 砂州の上流側の A 地点, 中央部の B 地点, 下流側の C 地点の洪水前後の変化を図-3 に示す. 上流側の A 地点は, ほとんど変化が見られず, 中央部の B 地点および下流側の C 地点では, 粒度分布が全体的に小さくなっていることがわかる.

これらの結果を土砂移動の観点から考察するために, 国土地理院の LP データを用いて iRIC ソフトウェアの Nays-2DH により津野川水位観測地点の実測水位が再現できる洪水流量ハイドログラフを推定

した. その結果, ピーク流量は $3280\text{m}^3/\text{s}$ であった. 推定された流量ハイドログラフを境界条件として, 橋地区を含む区間において, 90mm(D60 相当)および 30mm(D30 相当)の単一粒径として河床変動解析を行った. 図-4 にピーク流量 $3280\text{m}^3/\text{s}$ 時における無次元掃流力分布を示す. 各粒径に対して, 無次元掃流力が 0.05 を超えると河床の砂礫が移動すると想定すれば, D60 に相当する 90mm では, 下流側の一部を除いて閾値を超えておらず, D30 に相当する 30mm では砂州上全体で移動していたと推察される. したがって, 図-2 左図の洪水前後の河床変動高がほとんど確認されていないこと, 図-2 中央図および右図から洪水後に粒度分布が小さくなる傾向が見られたこと, 図-4 において洪水のピーク時においても D60 程度の粒径は移動せず, D30 程度の粒径が活発に移動していたことから, 9 月出水では顕著な砂礫の移動が生じておらず, 洪水の減水期に比較的小さい粒径の礫が薄く覆いかぶさるように堆積したと考えることができる

4. 結論

著者らが提案する UAV で空撮した大量の画像を BASEGRAIN で連続処理を行うことにより, 洪水前後の河床全体の表面粒度分布の変化を詳細に把握できた. さらに, SfM で得られた河道地形を用いて流況・河床変動解析を行うことにより, 洪水中の砂礫の移動について詳細に考察することが可能となった. 提案する手法を UAV から水上ドローンに変更すれば, 水面下の地形および河床の粒度分布計測に応用が可能である. これらの技術が汎用化できれば, 河川植生の生育場, 魚類の生息場の評価や保全, 創出にも寄与できる.

参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局：河川砂防技術基準 調査編, 2014.4.
- 2) 池田圭吾, 安田晃昭, 西山典志, 岡田将治, UAV 撮影画像の連続処理による詳細な河床表層粒度分布把握技術の提案, 河川技術論文集, 第 28 巻, 2022.6.

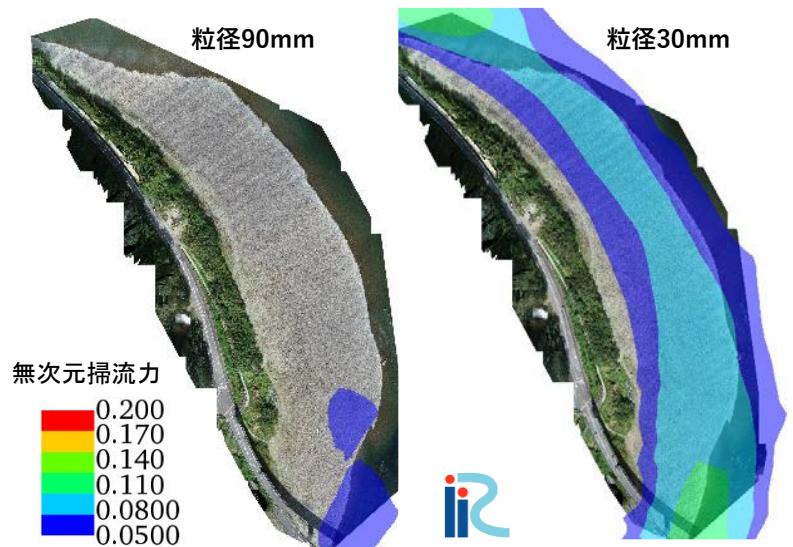


図-4 四万十川橋地区における 2022 年 9 月洪水のピーク流量 ($3280\text{m}^3/\text{s}$) 時の無次元掃流力分布