

## マルチコプターでの空撮による鉄道橋に堆積した流木の撤去前後の比較

岩手大学大学院 学生会員 ○堀井一希, 岩手大学 正会員 松林由里子, 小笠原敏記

### 1. はじめに

2016年8月30日に岩手県を通過した台風第10号による降雨に伴い、岩手県久慈市市街地を流れる久慈川流域で、大量の流木が発生し、久慈川にかかる橋梁に堆積したことで久慈駅周辺における床上浸水被害拡大の一因となったと考えられる。

今後の流木対策に向けて、流木量の把握は重要であり、非接触観測で流木量の推定を行った既往の研究<sup>1)</sup>では、3Dスキャナを用いて、橋脚と流木の3次元モデルを作成し、流木撤去後の地形データを利用して高精度に流木量を算出している。

本研究では、3Dスキャナより安価で、空撮画像による高精度な地形情報取得技術が開発され、様々な分野で利用されている<sup>2)</sup>マルチコプターを用い、上空から画像を撮影して解析し、安全な場所から広範囲の流木量の推定を試みた。

### 2. 調査内容

対象領域は橋脚に流木が堆積し、上流の左右岸から越流したJR八戸線の鉄道橋とし、写真-1に赤線で示す鉄道橋を撮影対象とした。矢印は流下方向を示す。

撮影は流木が鉄道橋に堆積していた平成28年9月2日と流木が撤去された後の12月14日に分けて行った。

使用したマルチコプターはDJI社製のphantom4で、撮影方法は対象領域の上空約50mの高さからカメラを地面に対して垂直に向けて撮影した。カメラはマルチコプターに搭載されているカメラを使用し、カメラの画像解像度は4000\*3000画素である。

### 3. 解析結果

マルチコプターで撮影した画像から3次元的な堆積状況を得るためにAgisoft社のPhotoScanPro



写真-1:久慈川鉄道橋の航空写真(国土地理院(2013年撮影))を加工

を用い、RTK-GPSによる測量データ9点による補正を行った。

流木量の計算を行うに当たって、作成した3次元モデルから10cm/pixelの解像度で数値標高モデル(以下、DEMと略す)を抽出して用いた。図-1に3次元モデルを左岸上流から見た様子を示す。

写真-2は9月12日に撮影した鉄道橋の様子である。図中の矢印は流下方向を示す。標高や線路幅を比較した結果、橋や流木は再現できている。



図-1:左岸部のモデル 写真-2:撮影した鉄道橋の様子

本研究では、積量が多い左岸部を解析対象とし、空隙はなく橋の下の流木量を算出するのが困難なため、橋の下には流木がないものとして計算した。

流木が撤去される前のDEMを図-2に、流木が

キーワード：画像解析，3次元モデル，マルチコプター，流木量の推定

岩手県盛岡市上田 4-3-5 岩手大学大学院工学研究科社会環境工学専攻 019-621-6317

撤去された後の DEM を図-3 に示す。また、図-3 の地盤高から図-2 の地盤高を引いた DEM を図-4 に示す。図-2~4 の縦軸と横軸は平面直角座標系の第 10 系の座標を表している。差が 0m 未満の場所は流木などが堆積していた箇所、0m 以上は洪水により地盤が洗掘されたが、復旧工事により地盤が高くなっている。

災害直後の写真から得られた DEM のみを用いた算出方法では、鉄道橋に隣接するテニスコートの高さを基準とし、赤点で示す基準点より標高が高い点を流木または橋とし、標高が低い点を地盤として計算を行い、流木と橋の合計体積を求めた。

実測結果や 3 次元モデルの計測から算出した橋の体積や橋下部の空洞体積を差し引いた結果、橋脚 2 本、線路距離 24.8m に対して、堆積量は 102.1m<sup>3</sup> と算出された。

堆積した流木の塊の幅は約 19m、奥行きは約 3m、高さは図-2 の基準点から最大で約 3m であり線路より高く堆積している部分もあった。

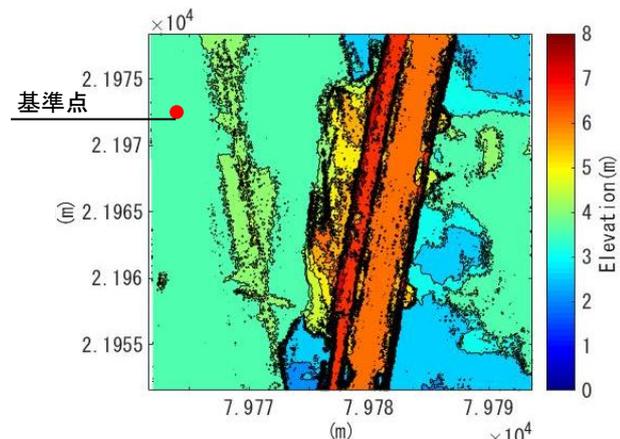


図-2: 流木が撤去される前の鉄道橋の DEM

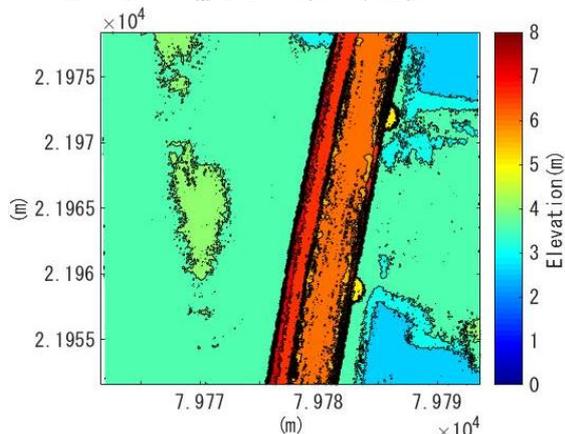


図-3: 流木が撤去された後の鉄道橋の DEM

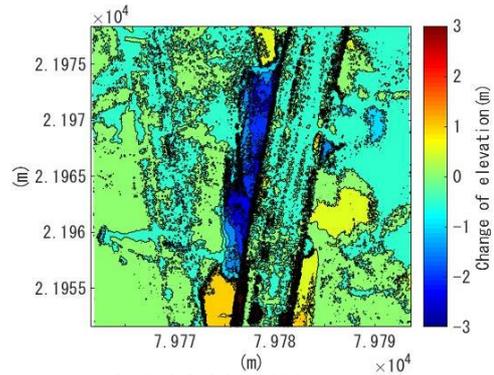


図-4: 流木が撤去される前後での地盤高の変化量

また、地盤高の変化量を用いて堆積量を計算した結果、堆積した流木量は 132.2m<sup>3</sup> と算出された。

#### 4. 考察

流木の堆積量を 2 つの方法で算出したが、堆積量に差が生じた。その理由として、地盤を埋め戻したときの地盤高の変化が影響していると考えられる。

災害直後の写真から得られる DEM のみを用いた方法と地盤高の変化量を用いて流木量を算出する方法を比較すると下流部で体積の状況に差異が見られる。災害直後の DEM を用いる方法では堆積していないと認識されて、地盤高の変化量を用いる方法では、堆積していると認識されて計算が行われたと考えられる。

しかしながら、2 つの方法で差が生じたものの 100m<sup>3</sup> を超える流木が堆積していたことは確かと言える。

今回、マルチコプターを用いて上空から撮影した画像を解析して流木の堆積量を算出できた。しかし、算出結果の精度の検証を行っていないので、今後検討していきたいと考えている。

#### 5. 参考文献

- 1) 玉井信行他編 (2015) 『豪雨による河川橋梁災害 - その原因と対策 - 』技報堂出版 pp.29-43
- 2) 内山庄一郎・井上公・鈴木比奈子(2014): SfM を用いた三次元モデルの生成と災害調査への活用可能性に関する研究, 防災科学技術研究所研究報告, 81, 37-60