

平成 27 年 9 月関東・東北豪雨による鬼怒川河道への洪水インパクトの影響評価

芝浦工業大学 学生会員 ○井 上 敏 也

芝浦工業大学 正 会 員 宮 本 仁 志

芝浦工業大学 千ヶ崎 祐 夏

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正 会 員 浜 口 憲一郎

1. 研究の背景と目的

平成 27 年 9 月 10 日, 前日からの記録的大雨により利根川水系鬼怒川では堤防決壊や越水が生じ, 茨城県常総市を中心に大きな浸水被害が発生した. 河川流域を豪雨の集水システムとして見たとき, この大きな洪水流を流下させた河道特性を実証的に把握することは, 河道の流下能力を含め中長期にわたる水系一貫の河道整備に重要な観点となる. 本研究では UAV(Unmanned Aerial Vehicles)による洪水直後の現地観測と GIS 解析および水理解析により, この洪水流が鬼怒川の河道と植生に及ぼした影響を水系全体にわたり定量的に評価した.

2. 研究対象

2.1 対象流域

図 1 に本研究で対象とする鬼怒川の流域図を示す. 図中の赤色プロットは後述の現地観測地点である.

平成 27 年 9 月関東・東北豪雨では, 台風 18 号および台風から変わった低気圧により長時間にわたり強い雨が降り続いた. 鬼怒川の計画高水流量は石井地点

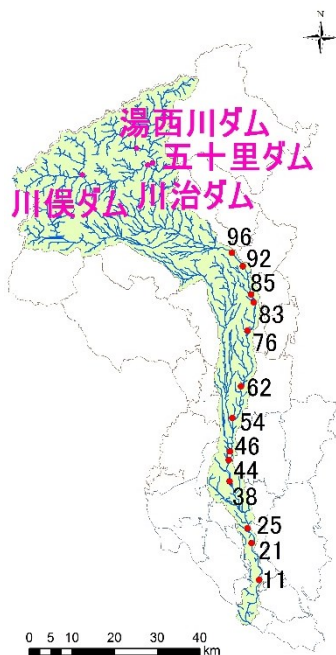


図 1 鬼怒川流域図

(75.13k)で 5,400m³/s, 鬼怒川水海道地点(10.95k)で 5,000 m³/s であるが, 今回の豪雨では石井地点で 4,600m³/s, 水海道地点で 4,000 m³/s が観測された.

2.2 現地観測

洪水発生直後の鬼怒川河道の状況把握のため, 利根川との合流地点上流の 3~101.5km から 13 地点を選定し, 2015 年 10 月に 4 回の現地観測を行った. 各地点の

縦断距離は約 2.3km であり, 総計 30.4km をカバーする. 観測地点は, 河川環境基図(平成 18 年度調査; 以下 H18 基図と略記)を参考に代表断面を抽出した後, その中で UAV による航空写真測量が可能な地点を選定した. さらに, 今後の考察において水位等データが必要になることから, 水位観測所の有無を付加条件とした. 観測項目は, UAV を用いた航空写真撮影と植生種の目視確認である. UAV の飛行高度は観測地点から対地高度 100m とし, 得られた画像(4k×3k 画素)における 1 画素の実長は約 4.3cm である.

2.3 植生データ

鬼怒川の河川植生状況を把握するために, 河川環境データベース¹⁾から鬼怒川の H18 基図を取得した.

3. 解析方法

本研究の解析手順を図 2 に示す. 以下に説明する各節の手順は図中の番号に対応している.

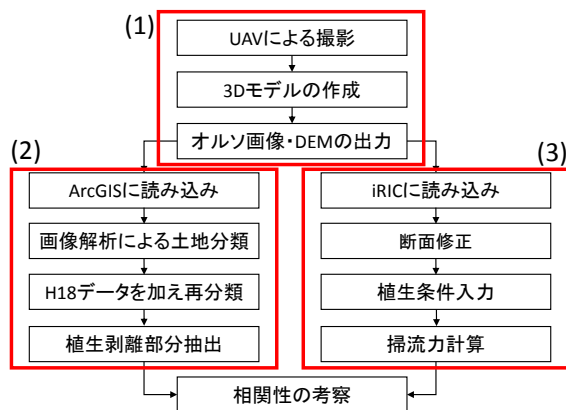


図 2 解析手順

(1) 航空写真測量

UAV の写真画像は Agisoft PhotoScan²⁾を用いて処理し, 河川地形の 3D モデルと DEM および植生分布解析のためのオルソ画像を出力した. 3D モデルの歪み補正には, 国土地理院の DEM より緯度・経度・標高のデータを利用した. 得られた出力データの空間解像度は 12cm/pix であった.

キーワード: 洪水, 河道システム, 植生, 現地観測, 影響解析, 鬼怒川

連絡先〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学工学部 宮本仁志 miyamo@shibaura-it.ac.jp

(2) 植生分布の剥離分析

植生剥離部分の抽出は、各地点における現状の植生分布と H18 基図の差異を検出することで実施した。現状の植生分布は、(1)で得られたオルソ画像を ArcGIS に読み込み、以下の手順で分析することで得た。まず、水面や施設地、耕作地を手動でマスクし、これらを除いたオルソ画像を生成する。次に、1画素の大きさを約 0.6~0.7m として画像の最尤法分類を行い、RGB 値により草本類・木本類・裸地に分類する。手動でマスクしたものと合わせ、オルソ画像全体を草本類・木本類・耕作地・施設地・裸地・水面の 6 種類に分類する。H18 基図についても基本分類番号をもとに同じく 6 分類した。以上より、平成 18 年から洪水直後の地被状態変化を 36(6×6)パターンに分類し、その中から植生剥離に該当するパターンを統計分析した(図 3)。

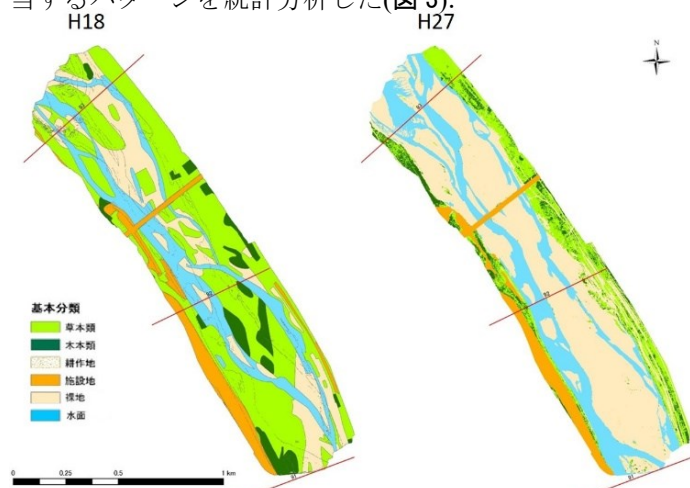


図 3 植生分布図(92k)

(3) 水理モデルによる掃流力解析

水理解析には既往の汎用ソフト iRIC³⁾(ソルバー: Nays2DH)を用いた。解析には(1)で得られた DEM を地形データとして使用し、メッシュサイズは 10m×10m とした。さらに、オルソ画像より植生の在・不在を同定し、在部分に植生の密生度と高さを与えた。

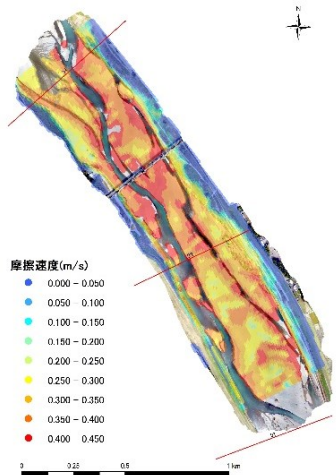


図 4 摩擦速度分布図(92k)

計算の水理条件としては、上流端で今回の洪水流量 4000~4600m³/s を地点ごとに与え、下流端では等流水深とし、定常計算を行った。解析で得られた水深をもとに掃流力の平面分布を算出した(図 4)。

4. 結果と考察

図 5 に草本類、図 6 に木本類の剥離割合と摩擦速度の縦断分布を示す。左縦軸は全体の面積に対する植生剥離部分の面積割合、右縦軸は解析区間における低水路を除いた河道内の平均摩擦速度を表す。

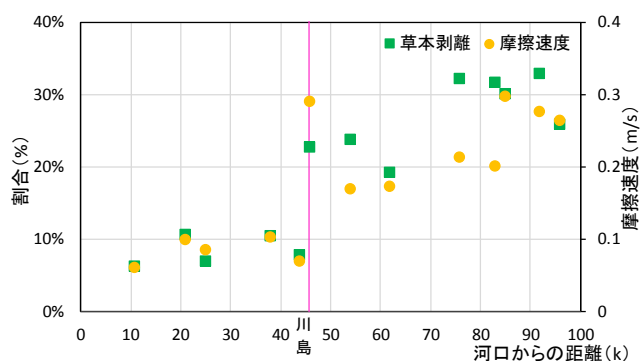


図 5 草本剥離と摩擦速度の縦断分布図

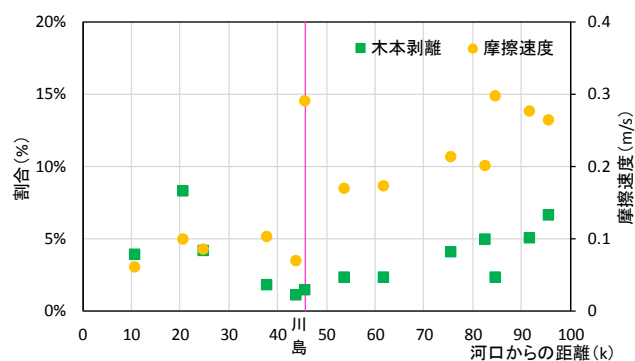


図 6 木本剥離と摩擦速度の縦断分布図

図 5 より草本の剥離と摩擦速度の縦断変化が全般的に非常によく一致することが確認できる。また、川島地点(45.65k)を境に上流では草本剥離の割合が急激に大きくなる。これは、川島付近から河相が変化して砂州が増え、砂州上の草本類が多く剥離したためである。さらに、図 6 でも木本剥離と摩擦速度の相関は見られるが、特に、下流側で剥離が大きい。これは、下流側では水深が大きくなり、対応する倒伏モーメントが大きくなるためと推測される。さらに、21k 地点では木本剥離の割合が相対的に高いが、これは堤防決壊直後の流れの影響の可能性がある。一方、46k 地点は摩擦速度の大きさに対し植生剥離が若干小さくなる。これは、この区間が河相の遷移区間であり、河道が狭くなり流れが主流部に集まりはじめるため木本類をはじめ高水敷の植生が残存するためと考えられる。

《参考文献》 1) 河川環境データベース(2016/3/17 接続確認): <http://mizukoku.nilim.go.jp/ksnkankyo/>. 2) Agisoft PhotoScan(2016/3/17 接続確認): <http://www.agisoft.com/>. 3) 河川シミュレーションソフト iRIC (2016/3/17: 接続確認): <http://i-ric.org/ja/>.