

住民視点による河川監視カメラを活用した避難情報加工の検討

福島大学大学院共生システム理工学研究科 学生会員 ○渡部 隼
 福島大学共生システム理工学類 非会員 梶田 颯斗
 福島大学共生システム理工学類 正会員 川越 清樹

1. 序論

近年、流域全体のあらゆる関係者が協同し、ハード・ソフト両面の対策を一層強化する流域治水が推進されている。流域治水の一環として、危機管理型水位計・河川監視カメラを増設し、webサイトを通じた情報公開とともに、避難行動を強化させるソフト対策の取り組みも展開されている。河川監視カメラは、河川モニタリング動画を用いた非接触型流量計測法の精度検証¹⁾や画像解析法による中小河川の流量の解析方法に関する検証²⁾の先行研究事例に示される通り、画像上から定量的なデータを引き出すことに有効である。したがって、河川監視カメラによる画像は、直接的な現象の可視化だけでなく水量や河道状況の把握に活用できる。しかしながら、画像上から現象を抽出する高度技術が構築されている一方で、避難行動を実行する住民へ機能する情報に直結できる方法論まで確立されていない。住民側の防災情報のニーズとしては、ハイドログラフなどの数値情報よりも、視覚的に情報を入手できる河川監視カメラ画像の方が、河川の状態を読み取りやすい研究結果も得られている³⁾。そのため、河川監視カメラを住民視点の情報に変換する加工技術が向上されれば、避難行動に有益な結果を与える可能性を持つといえる。増設されている河川監視カメラ・危機管理型水位計の課題を整理すると、住民の避難判断基準となる洪水予報水位が河川監視カメラに連動していない事、危機管理型水位計も計画高水位と氾濫危険水位のみ設定されている事が挙げられる。併せて、河道の状況を直観的に把握できる情報の可視化が必要といえる。

以上の背景より、本研究では避難行動を実行する住民へ機能する情報を構築することを目的にして、河川監視カメラ・水位計の地点における、各洪水予報水位と河道状況の情報統合化を図った。河道内における定点の情報だけではなく、上下流との水量の連動性と、3次元的地形・植生の再現による特性把握を検討し、住民視点での円滑に避難行動できる情報の高度化を試みた。対象領域は、令和元年東日本台風により甚大な被災が生じ、流域治水により河川監視カメラ・危機管理型水位計の増設が進められている阿武隈川本川の福島県領域とした(図1参照)。

2. 研究方法、およびデータセット

解析の手順を以下の①～⑤に示す。

- ① 流域内にある水位計、危機管理型水位計、河川監視カメラの分布の把握とカメラの画像の項目化・判定を行い、河川管理機器の確認用途に関するデータベースを作成した。
- ② ①の結果を踏まえ、計画流量が設定されている福島水位観測所(河口から77km地点)と須賀川間(河口から147.8km地点)の2地点間に存在する危機管理型水位計の洪水予報水位を導出した。設定されている洪水予報水位の他、数値地理情報より取得される河川断面地形データ、および河川縦断測量の結果に基づく河床データを用いて流速(マニング式、式(1)参照)、河積、それらにより求められる流量を上下流で連続化させた。流量の連続化に応じて洪水予報水位を導出した。
- ③ 式(1)より求められた流速、逆算により求められた粗度係数を正規化植生指標(NDVI: Normalized Difference Vegetation Index)と相関関係を精査した。精査した結果から、本川上で越水するリスクが高まる地点の抽出を行った。
- ④ ③より抽出された地点を UAV(DJI 社_Mavic 2 Enterprise Dual)を使用し、周辺に設置されている河川監視カメラ上では把握できない、広範な地形データを取得した。取得されたデータを基にオルソ画像と数値表層モデル(DSM: Digital Surface Model)情報を整備した。
- ⑤ DSMとオルソ画像を重ね合わせ、地形を3次元化した。併せて洪水予報水位の情報を付与し、流況の変化を可視化した。周辺に設置されていたカメラと同じ画角に合わせ、カメラの画像上に洪水予報水位の情報を付与した状態を再現した。

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (1)$$

ここで、 v : 平均流速(m/s)、 Q : 流量(m³/s)、 n : 粗度係数、 A : 流積(m²)、 R : 径深(m)、 I : 水面勾配である。

これら①～⑤の結果を用いて、重点的危険地域の情報サンプルを提示するとともに、どの領域の住民が、どの河道情報を用いて円滑に避難行動すべきかを考察した。本文には重点危険区域の情報を記載する(須賀川市江持地区)。

キーワード : 流域治水, 避難体制, 監視カメラ, 水位

Keyword : River basin disaster resilience and sustainability by all, Evacuation system, Surveillance camera, Water level

連絡先 : 〒960-1246 福島県福島市金谷川1 福島大学共生システム理工学類 Tel and Fax 024-548-5261

3. 研究結果

図1は、福島水位観測所-須賀川水位観測所間の流量を推計した結果である。この結果から、各危機管理型水位計の地点ごとに対応した各洪水予報水位を導出した。

図2は、各水位計のポイントごとの粗度係数・流速とNDVIの相関を示した結果である。粗度係数が $0.065\text{m}^{-1/3}/\text{s}$ 、流速が $1.113\text{m}/\text{s}$ 、NDVIが 0.466 の値を示した釈迦堂川地点は、流れが滞り越水する可能性が高い事が把握できた。この付近の被災事例としては、約1km上流側で、令和元年東日本台風上陸時に戻り出水による堤防決壊が認められている⁴⁾。このことから釈迦堂川合流部水位計が存在する須賀川市江持地区がリスクの高い地点として抽出された。

図3は、UAVにより撮影した、江持地区の空中写真である。この地区を3次元に可視化し、洪水予報水位の情報を付与した結果が図4である。この結果を、釈迦堂川合流に設置してある図5の河川監視カメラの映像を参考に同じ画角で再現した結果を図6に示す。

4. 考察と今後の課題

導出した洪水予報水位を3次元で可視化し、河川監視カメラに活用できる情報に加工する検討をした。結果として、須賀川市下江持地区を事例として解析を進めた。設置されている河川監視カメラの映像を参考に、洪水予報水位の情報が付与された場合のカメラの映像を再現した。これにより、住民側が流況の変化を直観的に読み取りやすく、避難行動に直結できる情報に加工することができた。また、今回は数値地理情報等のデータが整備されている大河川を対象に行った。しかし、流況が変化しやすく、河川管理機器が少ない中小河川を対象に行う方法は、今後検討していく必要がある。中小河川でも同様に流況の変化を可視化させることができれば、流域全体のモニタリング手法が確立でき、住民の避難行動に更なる効用をもたらすことが可能であると考えられる。

謝辞：本研究の実施の一部は、環境省環境推進費（課題番号JPMEERF20S11813）、気候変動に伴う福島県の温暖化影響評価研究の助成を受けたものである。ここに謝意を示す。

参考文献：

- 1) 椿涼太・藤田一郎・眞間修一・竹村仁志・金原健一：既設ビデオカメラを用いた画像解析法による中小河川の流量観測のためのカメラ設定方法および解析方法に関する研究，河川技術論文集 第15巻 2009年6月。
- 2) 藤田一郎・原浩気・萬矢敦啓：河川モニタリング動画を用いた非接触型流量計測法の精度検証と準リアルタイム計測システムの構築，土木学会論文集 B1(水工学), Vol.67, No.4, I_1177-I_1182, 2011.
- 3) 長谷川歩・松田曜子・諸橋和行・樋口勲・上米秀行・佐野可寸志・鳩山紀一郎：河川防災情報表示に対するユーザー要求の明確化と改善策の提示，土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.76, No.5(土

木計画学研究・論文集第38巻), I_609_I_619, 2021.

- 4) 川越清樹・鈴木皓達・阿部翼：令和元年台風第19号による福島県の災害特徴，土木学会論文集(B1)(水工学), Vol.76 1号 P329-345, 2020.

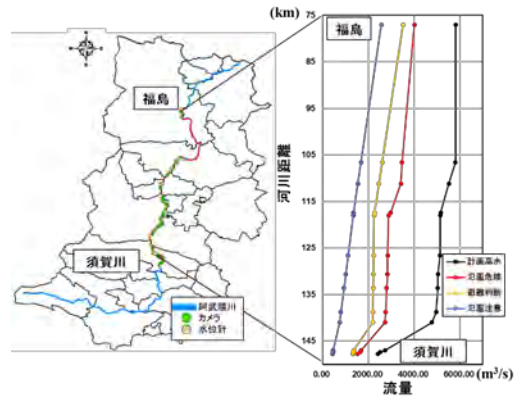


図1 管理機器の分布と流量推計結果

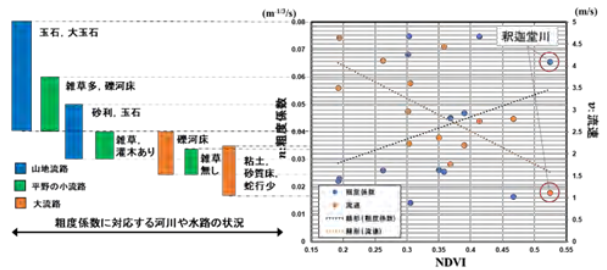


図2 粗度・流速とNDVIの相関図



図3 須賀川市江持地区空中写真

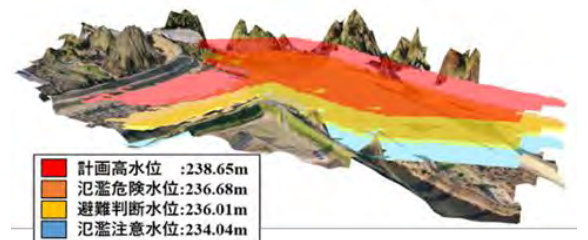


図4 江持地区の洪水予報水位3次元化



図5 釈迦堂川合流のカメラ映像

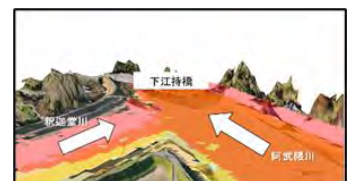


図6 再現したカメラの映像