

河川監視カメラの防災活用方法の検討

福島大学大学院共生システム理工学研究科 学生会員 ○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、気候変動に伴う豪雨が頻発しており、河道だけではなく流域治水による災害対応が急務となっている。流域治水の一環として、迅速に異常出水、洪水氾濫など河道の状況を把握し、避難の体制や整備の提案を促進することは防災上有効である。そのため、河川の横断図、河川カメラ、水位グラフ、水位判定等の住民への情報開示も強化されている。河川カメラに着目すると、椿¹⁾、藤田²⁾等の研究事例に示されるとおり、河川管理者にとって有用な情報の解読技術が備わっている。一方、住民に提供される情報は、危険を示す数値の開示のみに特化し、危険状況を解読できる状態に至っていない。数値のみを信頼して被災回避できれば安全を担保できるが、牛山(2017)の災害時の犠牲者分析に示される通り、安定的ではないものの一定数の能動的行動による(田んぼの見回り等)被災事例も認められており、ある程度の被災経験値の高さや生活の責務で犠牲が生じることを示している。³⁾以上より河川管理者だけでなく住民にも解読できる河道、およびその周辺の状況を可視化できる技術や方法を高度化させる必要がある。流況を可視化した場合の防災への有効性は既に長谷川(2021)により報告されているが⁴⁾、カメラ画像による河川流況の可視化が図られれば、現行、メディア、ネットツールを通じてストリーミング状態にある河川情報を住民に対する防災情報として有効に活用することができ、防災意識の向上、避難のリードタイムの短縮や人的被害の減少への効用を与える可能性をもつ。

これらの背景を踏まえて、河川監視カメラ画像による流況に応じた可視化技術の導出と住民視点の情報伝達手段を本研究の目的とする。河道内外の状態を河川監視カメラの情報から三次元的に再現、理解できるようにすることが研究の新規性となる。対象領域は令和元年東日本台風の被災を経験値として持ち、流況情報に乏しく、河積の小さい中小河川である夏井川とその支川とした。

2. 研究方法、およびデータセット

研究方法とデータセットの内容は以下の①から⑤に示すとおりである。

- ① 対象領域における河川監視カメラの画像データを川の防災情報(国土交通省)から取得し、カメラ画像から読み取れる情報を項目化、および判定

を行った。

- ② 河川監視カメラの設置された対象3橋梁(磐城橋、三島橋、御厩橋)を中心に河道距離1km(市街地周辺は500m)間隔で流量、水位状況(国土交通省)、地形(国土地理院地図を基にした断面図を含む)を復元して、上下流の河道と河道流出水の連続性を求めた。
- ③ ②で作成された情報を基に、マニング式(式(1)参照)を用いて、流速、粗度係数を算出し、それぞれの変化量を求めて対象領域の流況を再現した。

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

ここで、 v ：平均流速(m/s)、 Q ：流量(m³/s)、 A ：断面積(m²)、 n ：粗度係数(m^{-1/3}/s)、 R ：径深(m)、 I ：動水勾配である。

- ④ 国土数値情報の土地利用情報を基に、②で取得した断面図のポイントにおける兩岸の河道と社会活動の関係を求めた。また③で算出した流速と粗度係数の変化と比較することで、対象河川における区間ごとの洪水リスクを求めた。
- ⑤ ①から④の結果を用いて、現在、定点で計測される河川監視カメラで示される上下流の河道内、河道周辺の影響を三次元的に整理した。また各区間で望まれる河道管理の方法を考察した。

3. 研究結果

図1は、令和元年東日本台風で堤防決壊などの被災集中した下平窪地区に設置された磐城橋における河川監視カメラ周辺の径深、流速、粗度係数の分布を示したマップである。下流側に頭首工のあるLine-2においては、流速の低下に伴う径深と粗度係数の上昇が見られた。また、橋梁付近は管理機器のない地点と比較すると、径深の値が大きくなる。数値上では、相対的に河積が確保され、越水のリスクを低下させる可能性を示している。ただし、磐城橋は橋脚を含む橋梁であるため、通水の阻害要因を持つ領域である。令和元年東日本台風の際には、橋梁直上流の左岸側で堤防決壊が認められている。時間経過により地形条件による径深変化、粗度係数の変化の認められる領域と判定され、河川監視カメラにより流況以外の河道状況を緻密に解析すべきポイントと評価される。

図2は、夏井川における管理機器設置位置17ヶ所を

キーワード：河川監視カメラ、流況、河畔林

Keyword：River monitoring camera, flow, Riparian forest

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

含む47ヶ所で解析した流速と粗度係数の変化，および調査ポイントの土地被覆状況をまとめた総合解析結果である．流速では流域全体の平均流速から標準偏差を用いて，平均±標準偏差を超越した領域を流速不安定領域(全体の傾向と不調和になる特徴的な領域)になる地点をリスク有とした．粗度係数では，河川砂防基準案に則り， $0.04\text{ m}^{-1/3}/\text{s}$ 以上をリスク大のAランク(平野の小流路，雑草多，礫河床相当)， $0.04\text{ m}^{-1/3}/\text{s}$ 未満 $0.03\text{ m}^{-1/3}/\text{s}$ 以上をリスク中のBランク(平野の小流路，雑草，灌木有相当)， $0.03\text{ m}^{-1/3}/\text{s}$ 未満をリスク小のCランク(平野の小流路，雑草なし相当)とした．この結果から，Line-20，磐城橋，久太夫橋に関してはどれも危険度レベルが高く，ポイントごとの2点間距離が小さく，生活域になることから要注意箇所になる結果を得た．

なお，表1に現在まで取得されたデータを基に各河川監視カメラの氾濫開始水位時に推察できる上流側の状態をまとめた．この結果より，カメラ画像による情報とカメラ設置位置外の状態を連動することができた．

図3は，夏井川流域における各流況情報を，ArcSceneを用いて三次元的に情報集約したものである．これによって住民が危険を直感的に理解できる情報源として活用できる．

4. 考察と今後の課題

河川監視カメラ画像による流況に応じた可視化技術の導出と住民視点の情報伝達手段の検討を行った．結果として，河川監視カメラの画像に流況を把握できる基礎情報を取得し，状態展開できる可能性を得た．ただし，田んぼの見回り等による能動的犠牲や少ない降水イベントによるデータ不足などの課題を解決していくことで住民と専門が連携し，両者が一体となった流域治水を更に構築していく必要がある．今後は，洪水氾濫モデルも利用し，シミュレーションを進めた高度化を図る意向である．

謝 辞：本研究は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費S-18(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て実施されたものである．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) 牛山素行：日本の風水害人的被害の経年変化に関する基礎的研究，土木学会論文集B1(水工学) Vol.73，No.4，I_1369-I_1374，2017．
4) 長谷川歩・松田曜子・諸橋和行・樋口勲・上米秀行・佐野可志・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．

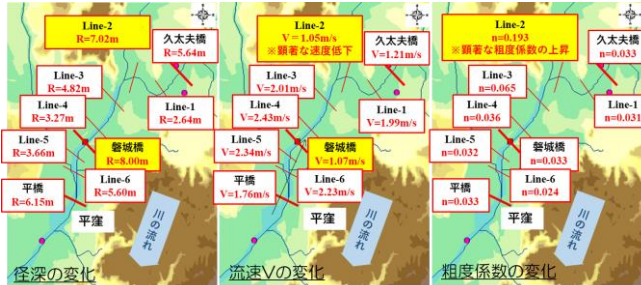


図1 磐城橋周辺の解析結果

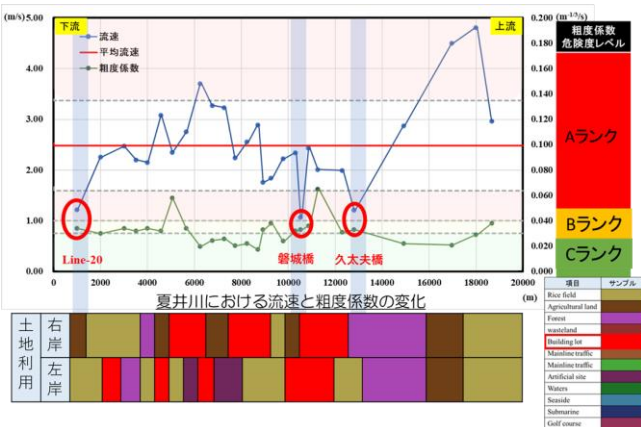


図2 夏井川総合解析結果

表1 河川監視カメラより上流部の状態

河川監視カメラ	特にリスクの高まる位置	状態
三島橋(夏井川)	Line-Y(小山町三島)	流速の値が大きいので支川との合流時にリスク有。
磐城橋(夏井川)	Line-3(平下平窪)	粗度係数の値が大きい。両岸に建物用地あり。
御厩橋(新川)	Line-a(内郷)	流速の値が小さい。粗度係数の値が大きい。両岸に建物用地あり。

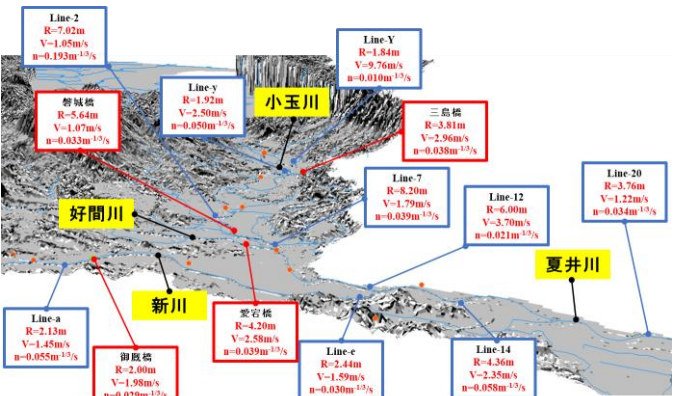


図3 夏井川流域における三次元図