

# 川辺川における水害防備林による氾濫流の減勢効果に関する評価

熊本大学 学生会員 ○徳永至, 鹿児島大, 富重幹太, 正会員 皆川朋子

## 1. はじめに

令和2年7月3日から4日にかけて熊本県南部では線状降水帯等の発生によって、過去最大の雨量を観測した。それに伴い熊本県人吉市を流れる球磨川とその支川で氾濫被害が発生した。気候変動が進む中、今後の治水対策においては流域治水や伝統的治水工法の導入による減災対策を併せて行うことが求められる。伝統的治水工法の一つ、水害防備林は氾濫流の減勢、土砂や流木の捕捉といった作用を有し、特に氾濫流の抑制に寄与する。球磨川支川川辺川には水害防備林が多く残存しており、令和2年の豪雨においても氾濫流の減勢等に効果を発揮した可能性があるが、定量的に評価されていない。そこで本研究では、川辺川を対象に水害防備林の分布状況を把握し、令和2年7月豪雨時における水害防備林による氾濫流の減勢効果を、水理シミュレーションにより評価することを目的とする。

## 2. 方法

### 2.1 対象河川の概要

川辺川は球磨川の右岸 66km に合流する右支流であり、流路延長 57km、流域面積 532km<sup>2</sup> の河川である。令和2年7月豪雨では、約 130ha、約 170 戸の浸水被害が発生しており、過去最高の水位を観測、護岸の一部欠損が複数地点で確認されている。

### 2.2 水害防備林と集落の配置

川辺川における水害防備林の現在の分布と過去からの残存状況を把握するため、2020年に撮影された空中写真 (Google Earth)、過去の分布状況として水害防備林の把握が可能なカラー写真で最も古い1976年に撮影された空中写真 (国土地理院) を対象に、QGIS を用いて分布状況を把握し、延長や面積を計測した。また、水害防備林と土地利用との関係について、特に集落に着目し把握した。集落は、基盤地図情報ダウンロードサービス (国土地理院) より得た建築物の分布データを QGIS を用いて可視化し把握した。

### 2.3 水害防備林の減勢効果と集落との関係性評価

2.2で把握した2020年の水害防備林の分布を Case1、水害防備林がない場合を Case2 として、DioVISTA Flood Professional ((株) 日立パワーソリューションズ) を用い

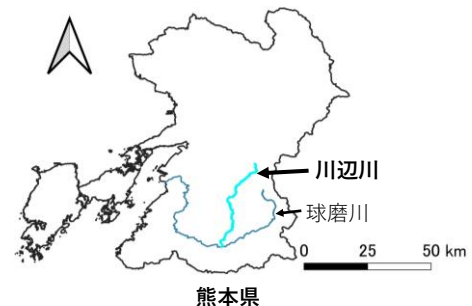


図-1 研究対象河川

て水理シミュレーションを行い、川辺川流域の氾濫域や水量を比較した。なお、川辺川は国土地理院が提供する数値標高モデル (5mDEM) から 200m ピッチで得たデータから表現した。対象とした降雨は令和2年7月3日 0:00 から 5日 0:00 にかけての 48 時間の降雨シナリオとした。降雨シナリオは DIAS (データ統合・解析プログラム : Data Integration and Analysis System) が提供する XRAIN オリジナルダウンロードシステムのデータを使用した。水害防備林は水理的観点からみると、大きな粗度の集団と考えることができる<sup>1)</sup>ため、本研究においても水害防備林を粗度によって表現することとした。

樹木繁茂特性を表す樹木繁茂透過係数  $K$  は以下の式のように表される<sup>2)</sup>。

$$K = (2 * g / a_w / C_d)^{0.5}$$

ここに、 $a_w = N * D_m$ 、抗力係数  $C_d = 1.2$ 、重力加速度  $g$  である。 $N$  は単位面積あたりに繁茂する樹木本数、 $D_m$  は幹の胸高直径である。

繁茂を考慮した粗度係数は、水深に応じて以下の式のように表される<sup>2)</sup>。

$$h_m = 0 \text{ の場合, } n = \infty$$

$$h_m > 0 \text{ かつ } h \leq h_m \text{ の場合, } n = (n_b^2 + h^{4/3} / K^2)^{0.5}$$

$$h_m > 0 \text{ かつ } h_m < h \leq h_v \text{ の場合, } n = (h / h_m)^{5/3} * (n_b^2 + h_m^{4/3} / K^2)^{0.5}$$

$$h_m > 0 \text{ かつ } h_v < h \text{ の場合, } n = (h_v / h_m)^{5/3} * (n_b^2 + h_m^{4/3} / K^2)^{0.5}$$

ここに、 $h_m$  は枝下長さ、 $h_v$  は樹高、 $n_b$  は樹木群が繁茂する範囲での高水敷地表面の粗度係数であり、下草の有無によって以下の値を用いた<sup>3)</sup>。

$$\text{下草あり } n_b = 0.04, \text{ 下草なし } n_b = 0.03$$

透過係数、粗度係数を算出するための情報を取得するため、川辺川左岸 6.8km 地点及び右岸 8.3km 地点に調査区を設定し、それぞれ 2x2m のコドラート 3 つを設け、

水害防備林の樹種、密度、胸高直径、枝下長さ、樹高、下草の有無について調査を行い求めた。モデルの再現性を確認するため、柳瀬観測所地点の令和2年7月3日0:00から5日0:00にかけての観測流量と水理解析による計算流量を比較した。

### 3. 結果

#### 3.1 水害防備林と集落の分布状況

図-2 に水害防備林と建築物の分布状況と Case1 (現況)の浸水域を示す。水害防備林の総延長は2020年においては左岸 16.5km, 右岸 10.7km であり、山間部を除いた流路延長 (32.8km) のそれぞれ 50.0%, 32.6%を占め、総面積は 551,590m<sup>2</sup>であった。1976 年では左岸 16.5km, 右岸 15.6km, 総面積は 600,517m<sup>2</sup>であり、比較すると右岸で約 1/3 減少していたが、左岸は残存していた。集落は球磨川合流地点から 15.4km 地点までの間に多く確認でき、集落沿いに水害防備林は配置されていることがわかる。

#### 3.2 水害防備林の減勢効果と集落との関係性評価

2 調査区における水害防備林の樹種は、それぞれハチク、ホテイチクであり、密度や胸高直径に違いがみられた。分布している水害防備林の状況をすべて評価することができていないため、今回は2調査区の平均密度5.5本/m<sup>2</sup>、胸高直径 0.03m、枝下長さ 3.7m、樹高 7.6m を用いて算出した透過係数9.38m/s、粗度係数0.15として水害防備林を表現し、水理シミュレーションに反映させることとした。モデルの再現性を確認した結果、ピーク流量や到達時間に差がみられたが、0.7 以上で再現精度が高いことを表す Nash-Sutcliffe 係数は 0.97 であったためこのモデルを使用することとした。

図-3 に集落がある地域で顕著に最大流速が低減された球磨川合流地点から 6.2km~7.2km の地域の Case1 (現況)の最大流速から Case2 (水害防備林なし) の最大流速を差し引いた結果を表す。負の値は水害防備林によって最大流速が減少したことを示している。水害防備林内では流速が大きく低減している箇所が確認でき、土砂や流木の捕捉されやすくなることで背後地の水田への流入が軽減されると考えられた。堤内地への氾濫流に対しては、特に河道の曲線部の下流側で低減効果がみられた箇所が確認できた。しかし、Case2 の方が堤防内地の流速が小さいエリアもあり、特に川辺川下流域に多くみられた。その要因として、上流域では氾濫流の流速が低減した箇所が多く予測され、これにより河道に流下する流量が低減しなかったため、下流域の氾濫流の流速がやや増加し

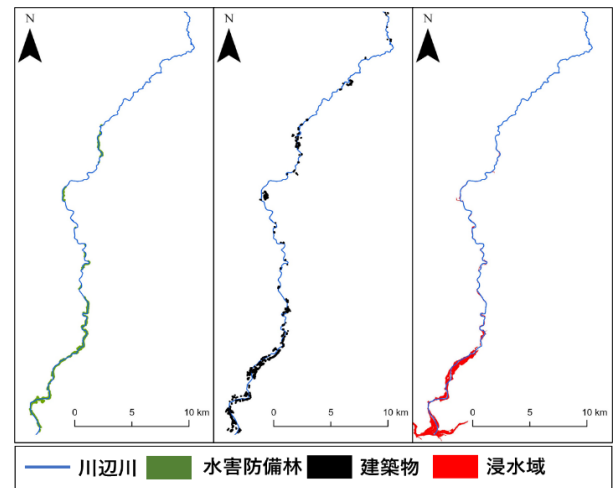


図-2 水害防備林 (左), 建築物 (中), Case1 の浸水域 (右)

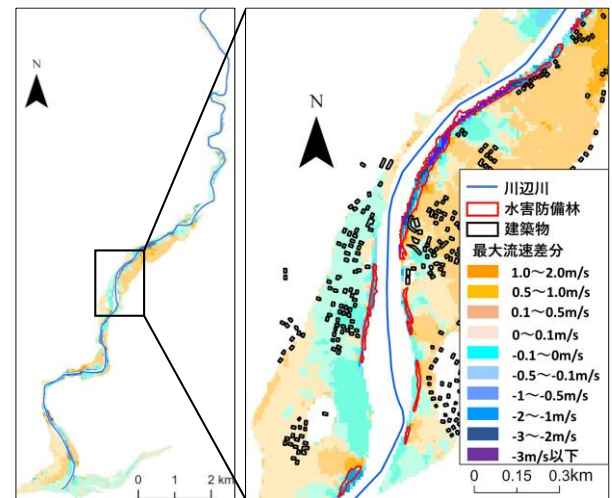


図-3 Case1 と Case2 の最大流速の差分 (Case1 - Case2)

た可能性が考えられた。ただし、検証ができていないため、今後ヒアリング等より検証し精度を高めていく必要がある。

#### 4. おわりに

本研究では川辺川を対象に水害防備林の分布の把握と令和2年7月豪雨時における水害防備林が果たした氾濫流の減勢効果について評価した。今後は、シミュレーションの結果について現地ヒアリングなどにより検証し精度を高め、さらに土砂のスクリーニング効果についての知見を得て、減災のための適切な水害防備林の配置に関する検討を進めていく予定である。

#### 参考文献

- 1) 土木研究所：水害防備林調査，土木研究所資料 第 2479 号，1987。
- 2) 青木健太郎，中井喜美男，松尾至哲：江の川下流域における水害防備林の課題及び改善策，水工学論文集 Vol.72, No.4, 11099-11104, 2016。
- 3) 田中徹，桑村貴志，阿部修也：河川に繁茂する樹木群落が洪水流に与える影響について，寒地土木研究所 平成 17 年度技術研究発表会，2006。