

## 令和5年7月豪雨時の馬場目川における洪水について\*

秋田大学工学部

秋田大学大学院理工学研究科

秋田大学大学院理工学研究科

秋田大学大学院理工学研究科

秋葉海志

自見寿孝

齋藤憲寿

渡辺一也

### 1. はじめに

秋田県では令和5年7月による記録的な大雨による洪水<sup>1)</sup>により、秋田県内最大の二級河川である馬場目川<sup>2)</sup>で河床変動が起こった。洪水による被害を減らすために河床変動の特性を把握し、管理することは大切である<sup>3)</sup>。本研究では馬場目川を対象とし2010年から2023年までの河床変動と秋田県により久保観測所で観測された2017年から2023年の水位変動<sup>4)</sup>、数値計算を行い令和5年7月の豪雨時における馬場目川の水位、流量が河床変動や流速にどのような影響を与えたかについて検討した。

### 2. 研究対象

馬場目川は八郎潟へ流れる河川である。図1に馬場目川の概要図を示す。図2は観測領域の秋田県五城目町平ノ下地区にある馬場目川を示したものである。赤線の矢印が流れの方向を示しており、上流側から測線1～測線3とした。2010年～2022年は光波測量で測量し、2023年はRTKで測量した。

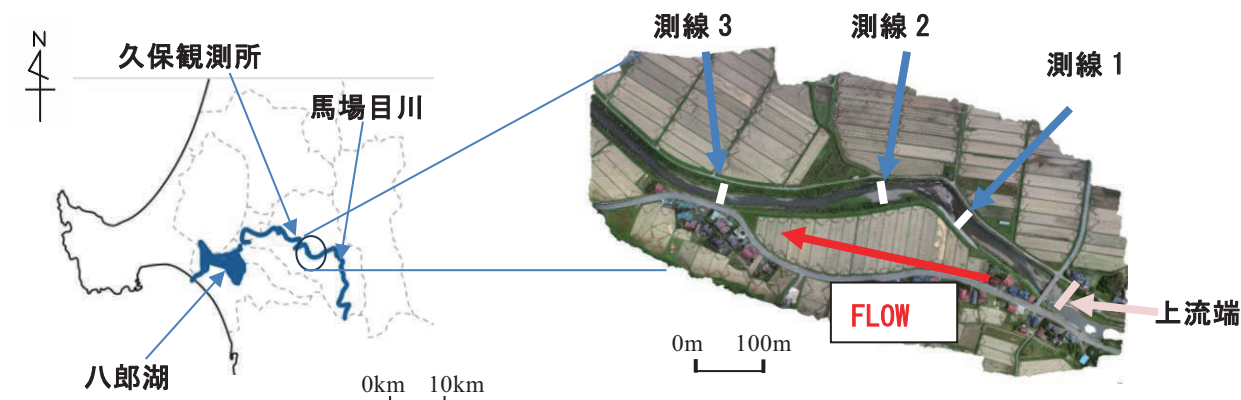


図1 対象領域

### 3. 水位変化

図3は観測領域から4km下流にある久保観測所の2017年から2023年にかけての水位の変動<sup>4)</sup>であり、赤線は測量時期を表している。毎年7月から8月にかけて水位が高くなっており、

\* Damage caused by the Flood generated to Heavy Rain at Akita in July 2023 by Kaishi Akiba, Yoshitaka Jiken, Noritoshi Saito and Kazuya Watanabe

氾濫危険水位である 3.4m を超えている年は 2017 年, 2022 年, 2023 年である。2023 年の水位は 523m<sup>3</sup>/s であり, 他の年に比べ一番水位が大きくなっている。

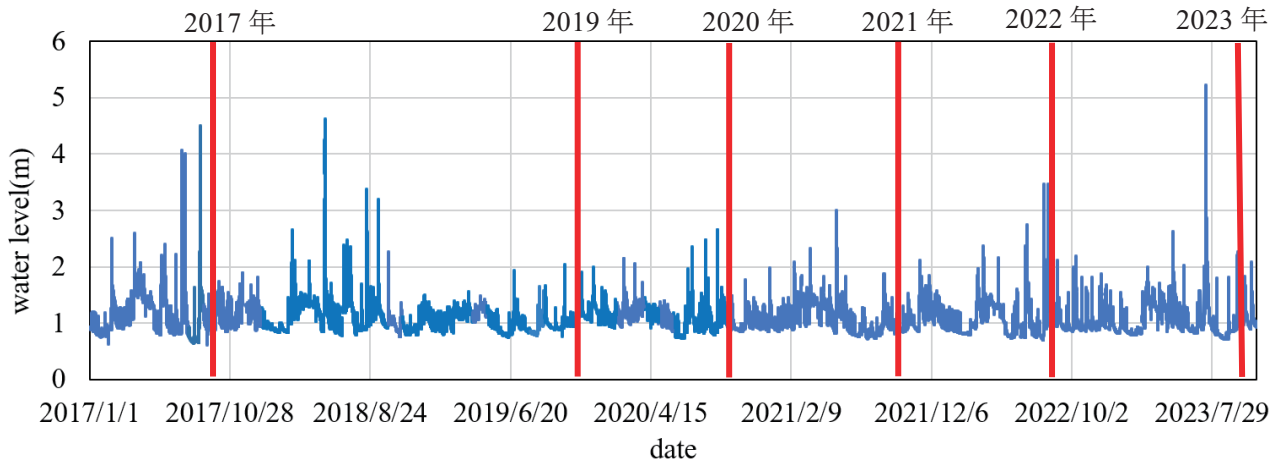


図 3 水位の変動 (久保観測所)

#### 4. 断面図の変化

図 4, 図 5, 図 6 は 2010 年~2023 年の断面図である。図 4 が測線 1, 図 5 が測線 2, 図 6 は測線 3 である。図 4 の 2010 年と 2023 年を比較すると左岸側が 1m 堆積している。2022 年と 2023 年を比較すると左岸側が 0.5m 堆積, 右岸側が 0.5m 堆積している。図 5 の 2010 年と 2023 年を比較すると左岸側が 2m 堆積している。2022 年と 2023 年を比較すると左岸側が 2m 堆積, 右岸側が 0.5m 堆積している。図 6 の右岸側が 2010 年と 2023 年を比較すると 1.5m 堆積している 2022 年と 2023 年を比較すると左岸側が 0.5m 洗堀, 右岸側が 1.2m 堆積している。

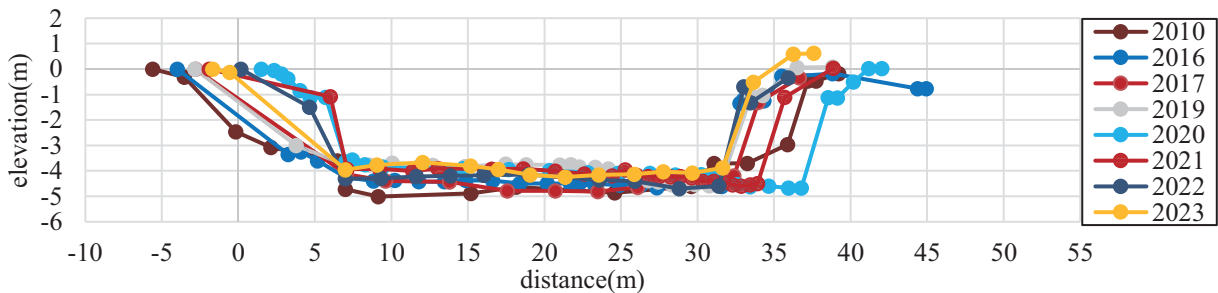


図 4 測線 1 断面図

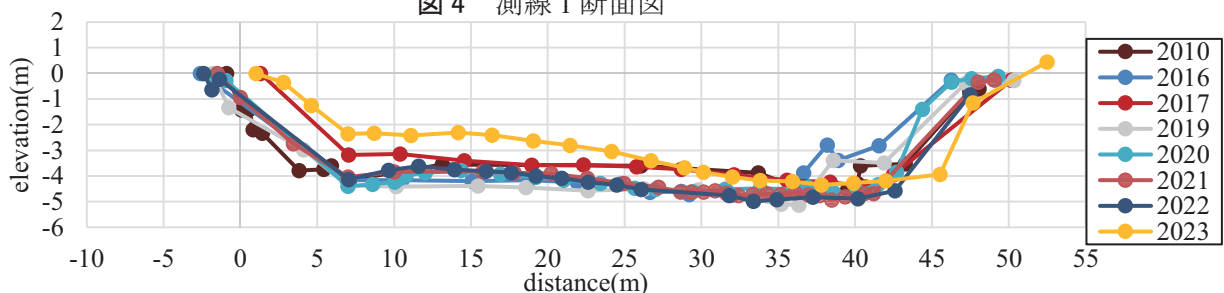


図 5 測線 2 断面図

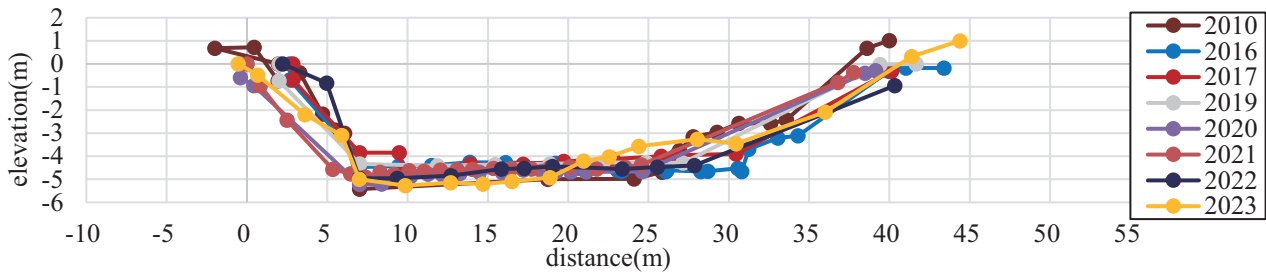


図6 測線3断面図

## 5. 数値計算

河床変動の解析には平面2次元計算式を使用した。以下の(1)~(9)が計算式である。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{d(hu)}{dx} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad \dots\dots(1)$$

$$\frac{\partial(uh)}{\partial t} + \frac{d(hu^2)}{dx} + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = -gh \frac{dH}{dx} - \frac{t_x}{\rho} + D^x \quad \dots\dots(2)$$

$$\frac{\partial(vh)}{\partial t} + \frac{d(hv^2)}{dx} + \frac{\partial(hv^2)}{\partial y} = -gh \frac{dH}{dy} - \frac{t_y}{\rho} + D^y \quad \dots\dots(3)$$

$$\frac{t_x}{\rho} = C_f u \sqrt{u^2 + v^2} \quad \dots\dots(4)$$

$$\frac{t_y}{\rho} = C_f v \sqrt{u^2 + v^2} \quad \dots\dots(5)$$

$$C_f = \frac{gn_m^2}{h^{\frac{1}{3}}} \quad \dots\dots(6)$$

$$n_m = \frac{k_s^{\frac{1}{6}}}{7.66\sqrt{g}} \quad \dots\dots(7)$$

$$D^x = \frac{d}{dx} \left[ V_t h \frac{du}{dx} \right] + \frac{d}{dy} \left[ V_t h \frac{du}{dy} \right] \quad \dots\dots(8)$$

$$D^y = \frac{d}{dx} \left[ V_t h \frac{du}{dx} \right] + \frac{d}{dy} \left[ V_t h \frac{du}{dy} \right] \quad \dots\dots(9)$$

ここに、 $h$  は水深、 $t$  は時間、 $u$ 、 $v$  は  $x$ 、 $y$  方向の水深平均流速、 $g$  は重力加速度、 $H$  は水位、 $t_x$ 、 $t_y$  は  $x$ 、 $y$  方向の河床せん断力、 $D_x$ 、 $D_y$  は拡散項、 $C_f$  は河床摩擦係数、 $n_m$  はマンニングの粗度係数を示している。式(1)が連続式であり、式(2)(3)が運動方程式である。

## 6. 境界条件

上流端流量を2023年7月15日から16日までの1時間あたりの流量変化を使用し、図7に示した。15日の午前0:00から水位が上昇し、19時間後に流量がピークに達しており、その値は $485\text{m}^3/\text{s}$ であった。

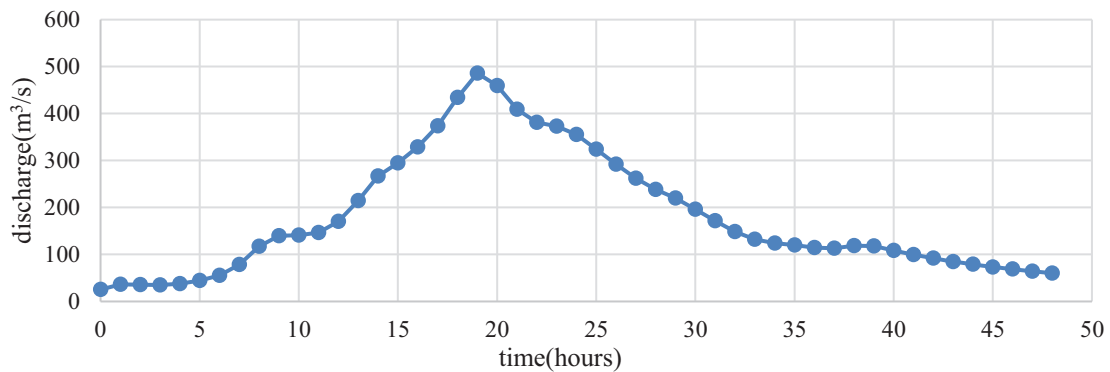


図7 流量 2023年7月15日～16日

## 7. 計算条件

計算条件を表1に示した。既往研究<sup>5)</sup>を参考にしてマンニングの粗度係数は河床は0.03，その他を0.04，粒径は混合粒径を選択した。本研究では，交換層と堆積層の粒度分布の与え方として粒径加積曲線を使用した。その粒径加積曲線は図8に示している。

表1 計算条件

考慮する層	混合粒径
マンニングの粗度係数	河床0.03 その他0.04
時間ステップ	0.1s
計算格子	非正方格子
流砂の種類	掃流砂と浮遊砂
掃流砂ベクトル式	渡邊の式
浮遊砂浮上量式	板倉・岸の式
交換層の厚さ	0.3m
堆積層一層の厚さ	0.4m
初期河床以下の全移動層厚	1m
考慮可能な層厚	25

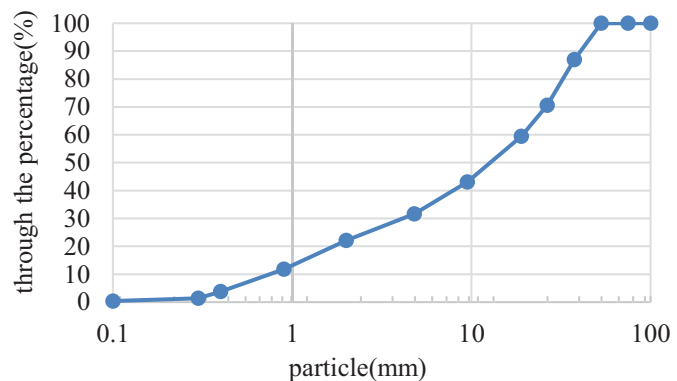


図8 粒径加積曲線

## 8. 水深，流速，標高変化

水深，流速，標高変化の比較には既往研究<sup>6)</sup>を参考にした。図9は初期とピーク時と48時間後の水深である。初期は水深が0m，ピーク時の水深は中心線のあたりが6m，左岸右岸側が0m，48時間後の水深は中心線のあたりが3m，左岸右岸側が0mであった。図10は初期とピーク時と48時間後の流速ベクトルである。初期は流速ベクトルが小さく，ピーク時は流速ベクトルが大きく，測線1から測線2の間の湾曲部の右岸側へ流速ベクトルが向いていた。48時間後は初期よりは流速ベクトルが大きかった。図11はピーク時と48時間後の標高変化である。どちらも測線1から測線2の湾曲部の標高変化が一番大きい。ピーク時と48時間後ではあまり違いは見られなかった。48時間後の流速ベクトルが小さかったため，堆積や洗堀があまり起こらなかったためだと考えられる。

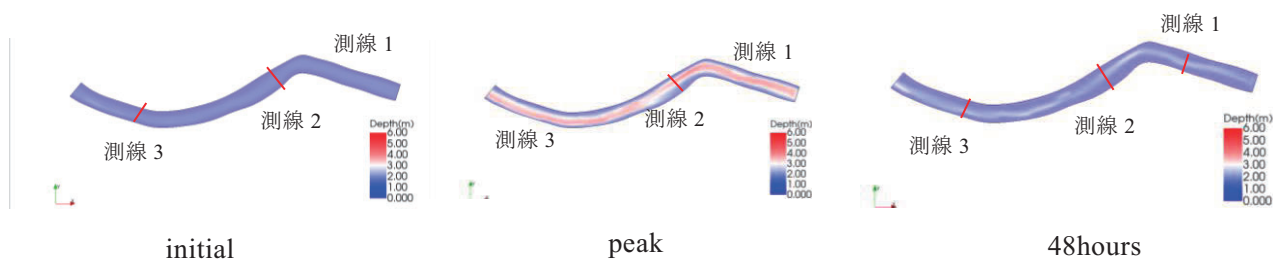


図 9 水深

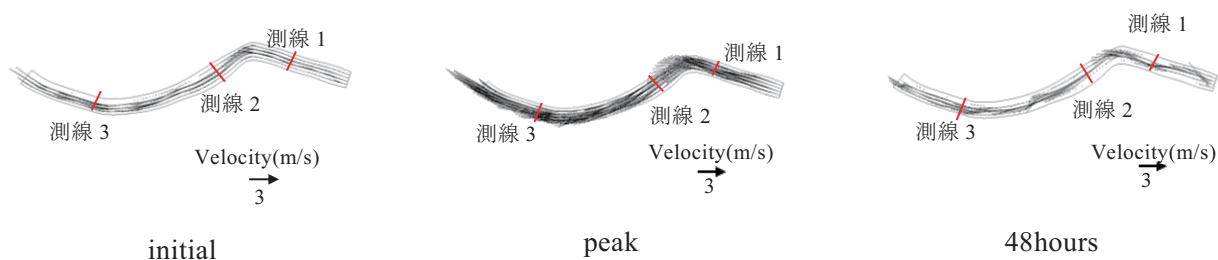


図 10 流速ベクトル

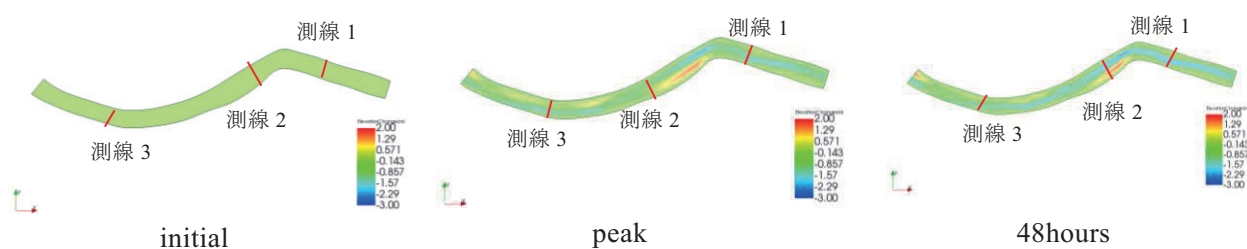


図 11 標高変化

数値計算による断面図の変化を比較した。図 12～図 14 は初期，ピーク時，48 時間後の数値計算の結果と測量結果の断面図を比較したものである。図 12 は測線 1，図 13 は測線 2，図 14 は測線 3 である。図 12 は測量結果と数値計算で結果が異なった。測量結果は初期と同じ-4m 付近の高さであったが，ピーク時と 48 時間後は-6m であり，2m の違いがあった。図 13 は測量結果も数値計算も左岸が堆積し，右岸が浸食していたが，測量結果は初期と比べて 1m 堆積し，ピーク時と 48 時間後は 2m 堆積しており，堆積の高さが異なっていた。右岸の測量結果は 1m 洗堀されており，ピーク時と 48 時間後は 2m 洗堀されていた。図 14 は測量結果も数値計算も初期と比べ左岸側が洗堀されていたが，測量結果は 2m 洗堀され，数値計算は 1m 洗堀されていた。右岸側の測量結果は初期と比べ 1.2m 洗堀されていたが，数値計算の変化はなかった。

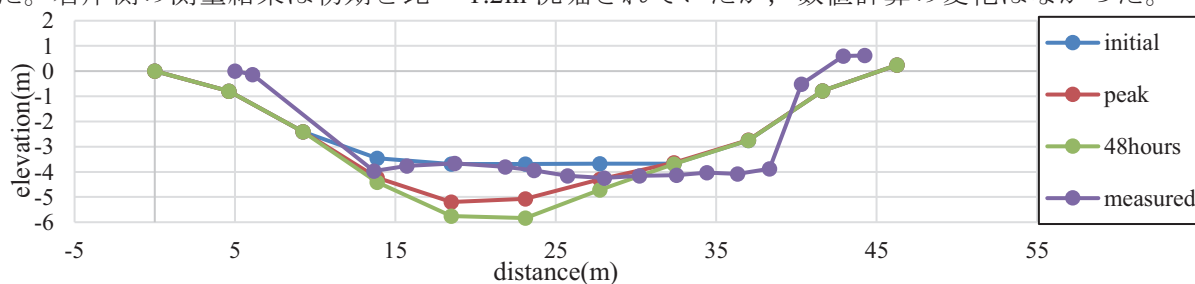


図 12 測線 1 数値計算と測量結果の断面

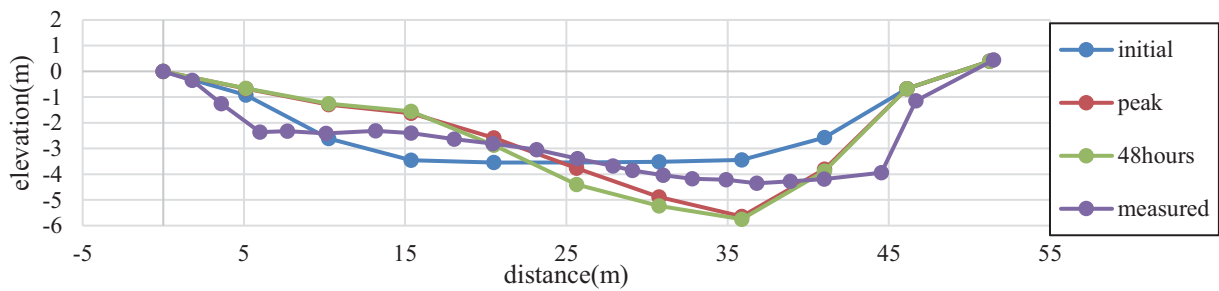


図 13 測線 2 数値計算と測量結果の断面

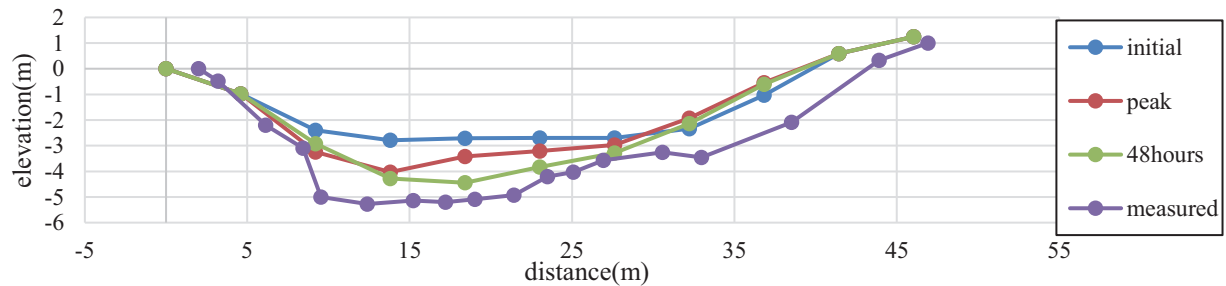


図 14 測線 3 数値計算と測量結果の断面

#### 4. おわりに

本研究では令和 5 年 7 月の馬場目川の洪水について検討した。2010 年～2023 年の横断図の変化は 2023 年では測線 1 は左岸側が 1m 堆積、測線 2 の左岸側が 2m 堆積、測線 3 は右岸側が 1.5m 堆積していた。数値計算と測量結果の比較では過去の測量した 13 年間の河床変動と洗堀、堆積の高さを分析し、数値計算が再現できているかを確認した。測量結果と数値計算で堆積、洗堀の高さが異なることが分かった。

#### 謝辞

本研究を行うにあたり科学研究費補助金（20H00256、代表：風間 聡）の助成を受けた。ここに記し、謝意を表する。

#### 参考文献

- 1)秋田県総務部総合防災課：秋田県防災ポータルサイト<[https://www.bousai-akita.jp/pages/?article\\_id=71](https://www.bousai-akita.jp/pages/?article_id=71)>，（2023 年 11 月 18 日閲覧）。
- 2)秋田県：二級河川馬場目川水系，馬場目圏域河川整備計画変更<[https://www.pref.akita.lg.jp/uploads/public/archive\\_0000010601\\_00/seibi\\_babame.pdf](https://www.pref.akita.lg.jp/uploads/public/archive_0000010601_00/seibi_babame.pdf)>（2024 年 1 月 10 日閲覧）。
- 3)国土交通省：河川の維持管理について<[https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouinkai/r-jigyohyouka/dai02kai/dai02kai\\_siryous.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouinkai/r-jigyohyouka/dai02kai/dai02kai_siryous.pdf)>（2024 年 1 月 12 日閲覧）。
- 4)秋田県建設部河川砂防課：秋田県河川砂防情報システム，<<https://kasen.pref.akita.lg.jp/pc/>>（2024 年 1 月 11 日閲覧）。
- 5)植木 洗太朗，渡辺一也：平成 29 年 7 月秋田豪雨における馬場目川洪水の再現と堤防被災について，東北地域災害科学研究，第 54 巻，pp.149-154，2018。
- 6)中川 遥，谷口隼也，渡辺一也，齋藤憲寿：馬場目川における鉛直方向の粒度分布変化と河床変動計算に関する検討，東北地域災害科学研究 第 57 巻，pp35-40，2021。