

戦国時代の一乗谷における上城戸の水流の予測

正会員 ○野々村善民* 准会員 寺前海斗**
正会員 萩原春親***

一乗谷朝倉氏遺跡 上城戸 透過型砂防堰堤
3D モデル CFD MARS 法

1. はじめに

日本国内において最古の砂防ダムは現在の広島県福山市神辺町西中条にある深水古砂留と言われている。記録されている築造年代は元文3年(1738年)である^{文献1)}。1700年代以降から、この「砂留」が江戸時代の福山藩において盛んに造られた。その原因は延宝元年(1673年)5月14日に発生した梅雨の長雨洪水であった^{文献2)}。このように江戸時代以前から石積みを用いた構造物によって外水氾濫を抑制する治水が行われていたものと考えられる。また、福井県立一乗谷朝倉氏遺跡資料館(以下、資料館)は2019年に戦国時代の一乗谷川(以下、旧一乗谷川)の河川断面を示す遺構を発見した。また、同じく発掘調査により、旧一乗谷川における外水氾濫は1573年の朝倉氏滅亡直後に1度あったことがわかった。

戦国時代の城下町であった一乗谷は福井市にあり、最盛期の人口は約1万人であった。また、朝倉氏により支配された期間は1471年～1573年の約100年間であった。

そこで、旧一乗谷川で外水氾濫を引き起こした大雨の降水量と再現期間を明らかにするために、筆者らは3Dモデルと流体数値シミュレーション STREAM などを用いて旧一乗谷川における外水氾濫を予測した。この予測結果から一時間降水量が42mm/hとなった場合、旧一乗谷川からの氾濫水による町並立体復原地区(以下、復原地区)の水深は1mとなることがわかった。また、その再現期間は1年間で3.5日であることがわかった^{文献3)}。

しかし、戦国時代の一乗谷における外水氾濫は頻繁に発生したことは考えにくい。そのため、本研究では旧一乗谷の川上側(南側)に治水を目的とする洪水対策が施されていたことを想定した。そこで、本稿は旧一乗谷川の川上側にある上城戸(かみきど)周辺において、大雨時の水流を明らかにすることを目的とする。なお、上城戸は南側からの敵の襲来に備えて建設された土塁である。

2. 研究計画

図1に示すように、一乗谷の所在地は福井県福井市である。図中の3Dモデルは資料館の遺跡調査資料と国土地理院基盤地図情報数値標高モデル10mメッシュを用いて作成した。図中の龍興館は美濃国の戦国大名の斎藤龍興の住居であった。斎藤龍興は朝倉氏の客将であったため、龍興館は城下町の外側に位置していた。

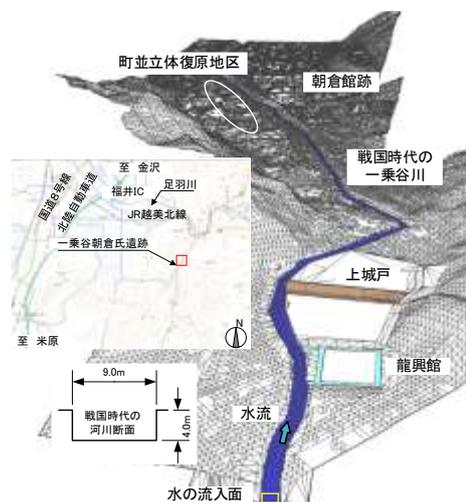


図1 一乗谷の所在地(福井県福井市)と3Dモデル

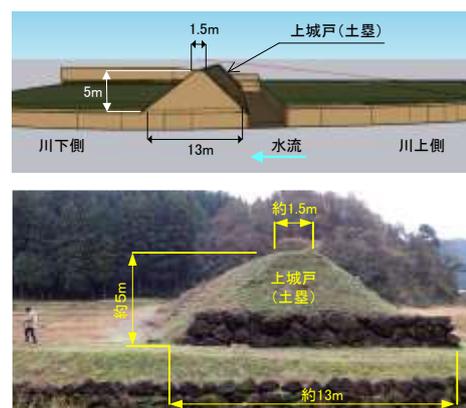


図2 上城戸の外観

表1 STREAMによる主な解析条件

No.	事項	内容
1	流体領域	水(非圧縮, 20°C)
2	水の計算方法 (自由表面)	非定常解析 MARS法(Multi-interface Advection and Reconstruction Solver)
3	自由表面の圧力の 補正方法	SIMPLER法
4	自由表面の壁面上 の接触角(全体)	15度
5	解析領域	470m × 940m × 30m
6	空間メッシュ数	17,009,300個(235 × 470 × 150)
7	メッシュサイズ	2m × 2m × 0.2m
8	水の流入面	幅9m × 高さ10.5m
9	水の流量と流速	337.2m ³ , 5.6m/s 一時間降水量 X _t は50mm/hに相当。

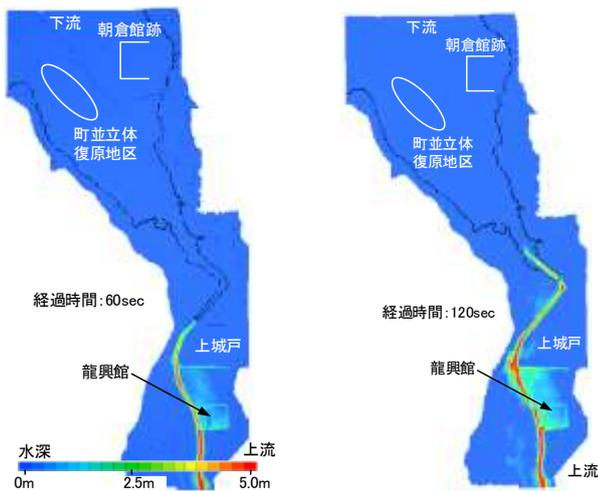


図3 上城戸周辺の水深分布 その1($X_t = 50\text{mm/h}$)

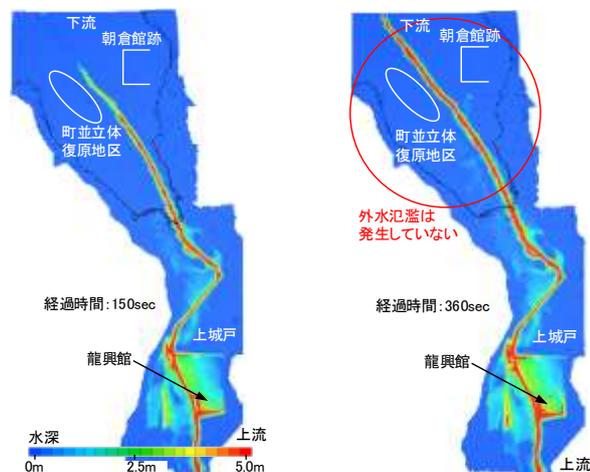


図4 上城戸周辺の水深分布 その2($X_t = 50\text{mm/h}$)

なお、斎藤龍興の居住期間は 1571 年～1573 年であった。

図2は現在の上城戸の外観と 3D モデルである。なお、3D モデルは写真測量を用いて再現した文献⁴⁾。

旧一乗谷川の水流は STREAM の MARS 法を用いて予測した。

表1は STREAM による主な解析条件を示す。本解析の一時降雨量 X_t は 50mm/h である。なお、表中の No. 8 と 9 に示す水の流入面、流量と流速の詳細は文献³⁾を参照のこと。

3. 解析結果

図3および図4は STREAM を用いて解析した旧一乗谷川の水深分布である。図3の経過時間は 60 秒後と 120 秒後である。図4の経過時間は 150 秒後と 360 秒後である。

図3の左図に示すように、60 秒後の濁流は上城戸で堰き止められ、上流側の堀（深さ 4m）に水が溜まっている。また、龍興館の四方を囲む堀（深さ 1.2m）にも水が溜まっている。図3の右図に示すように、120 秒後の上城戸の

下流側において外水氾濫が生じている。上城戸の西側における旧一乗谷川の水深は 5m を超えている。

図4の左図に示すように、濁流が復原地区の東側に到達している。上城戸の上流側の堀における水深は 5m を超えている。

図4の右図に示すように、復原地区の東側に到達した濁流の水深は 5m を超えている。しかし、この周辺では外水氾濫は発生していない。一方、上城戸の上流側の土地は龍興館を含めて、水深は 5m を超え、遊水池の状況となっている。また、上城戸の下流側における外水氾濫の領域は広がっている。

4. まとめ

福井県一乗谷朝倉氏遺跡資料館が発掘した遺跡資料を用いて、本研究は戦国時代の旧一乗谷川流域の 3D モデルを作成した。この 3D モデルの川上側には、上城戸と龍興館を含む地形地物が再現されている。この 3D モデルと STREAM を用いて、本稿は旧一乗谷川の氾濫解析を行った。以下に得られた知見を示す。

城下町一乗谷の川上側に上城戸がある。これまでの資料館による上城戸の用途は敵の襲来を防ぐものであった。本稿の予測結果によると、一時間降雨量が 50mm/h であっても、旧一乗谷川の朝倉館跡周辺では外水氾濫は生じないことがわかった。つまり、上城戸とその周辺の地形によって、濁流が堰き止められたことによって、城下町中心部における旧一乗谷川の流量は抑制されていたことがわかった。以上から、敵の襲来に対する防御機能に加えて、上城戸は「透過型砂防堰堤」の機能を有していたものと考えられる。

5. 引用・参考文献

- 1) 友松靖夫：石積み堰堤を追いかけて（下），SABO vol. 80, pp.37-45, 2004 年 10 月
- 2) 広島県土木建設局砂防課：福山藩砂留案内，2022 年 3 月 15 日閲覧
- 3) 野々村善民，島脇優里，萩原春親：戦国時代の一乗谷川における外水氾濫に関する研究 考古学的資料に基づく 3D モデルの作成と河川氾濫解析，日本建築学会・情報システム技術委員会 第 44 回情報・利用・技術シンポジウム 2021 論文集，pp.161-166, 2021 年 12 月
- 4) 野々垣修慶，野々村善民，萩原春親：写真測量を用いた建築物の 3D モデルの再現方法に関する研究（その 1），日本建築学会・情報システム技術委員会，第 44 回情報・利用・技術シンポジウム 2021 論文集，pp.431-434, 2021 年 12 月

6. 謝辞

本研究は、科学研究費助成事業（基盤研究（C）, 課題番号：20K04863, 代表者：野々村善民）と 2021 年度近畿建設協会研究助成（代表者：野々村善民）の研究助成を受け、福井県立一乗谷朝倉氏遺跡資料館および全国トース技術研究組合（国土交通大臣認可，国官技第 236 号）などから多大な支援を得ている。本報の作成に当たって、多大な協力を頂いた関係各位に心から謝意を表します。

* 福井工業高等専門学校 環境都市工学科 教授 博士(工学)

** 福井工業高等専門学校 環境都市工学科 学生

*** 株式会社サンワコン 空間情報部

* Prof., National Institute of Technology, Fukui College, Dr.Eng.

** National Institute of Technology, Fukui College, Student

*** Spatial Information Department, SANWACON Co., Ltd