

城下町一乗谷における上城戸の洪水対策に関する研究

福井工業高等専門学校 環境都市工学科 教授 野々村善民

1. はじめに

現在、砂防堰堤に関する日本最古の記録は江戸時代の福山藩により作成された普請記録などである^{文献1)}。江戸時代の1700年代以降から福山藩は複数の砂留を建造した。最古の砂防堰堤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いわれている。

本稿における砂留は砂防堰堤と同じである。その砂留の築造年代の記録は元文3年(1738年)である。特に、福山藩の堂々川における砂留は、石積みを用いた構造物である。また、文献には砂留の建造に至った原因も記されており、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)}。

そこで、本研究では砂留の建造年数から大雨の発生間隔を想定し、現在の気象データから当時の1時間降水量を推定した^{文献3)}。また、歴史的な事象に対して流体数値シミュレーションCFDを適用することで、過去の大雨の1時間降水量が予測できることを明らかにした^{文献4)}。

考古学の分野では、2014年に福井県立一乗谷朝倉氏遺跡博物館(以下、博物館)が戦国時代の一乗谷川(以下、旧一乗谷川)の遺構を発見した。図1に一乗谷の所在地を示し、写真1に現在の一乗谷川の様子を示す。この発掘調査などにより、旧一乗谷川における河川断面などが明らかになり、戦国時代の旧一乗谷川において外水氾濫は1573年の朝倉氏滅亡直後に1度あったことがわかった。筆者らは発掘調査の成果とCFDを用いて、考古学の分野で解明できなかった過去の大雨時の降水量が逆算できることを明らかにした。

以上の研究成果を用いて、本稿では戦国時代の城下町であった一乗谷の町づくりを支える都市インフラの機能を明らかにすることを目的とする。



図1 一乗谷の所在地



写真1 現在の一乗谷朝倉氏遺跡の様子

2. 戦国時代の一乗谷について

一乗谷は福井県福井市の南側に位置し、周囲を山に囲まれた谷間の狭い地域である。この谷間に一乗谷川が流れている。この一乗谷川の水は足羽川に合流し、次に九頭竜川を経由して日本海にたどりつく。九頭竜川の河口の日本海に面した箇所に三国港がある。戦国時代には三国港において南蛮貿易が行われ、ヨーロッパからゴブレットおよびワインなどが輸入されていた。これらの輸入品は和舟によって一乗谷まで運ばれていた。図2と図3に示すように、旧一乗谷川の遺構によると、旧一乗谷川の河川断面は小さく、川幅は7.5m～9.0m、高さは3.0m～4.0mであった。なお、この河川断面とCFDを用いることで、旧一乗谷川の外水氾濫を引き起こした降水量が逆算できることがわかった。その結果、毎時42mmの大雨が降った場合、旧一乗谷川で外水氾濫が発生することが明らかになった^{文献4)}。

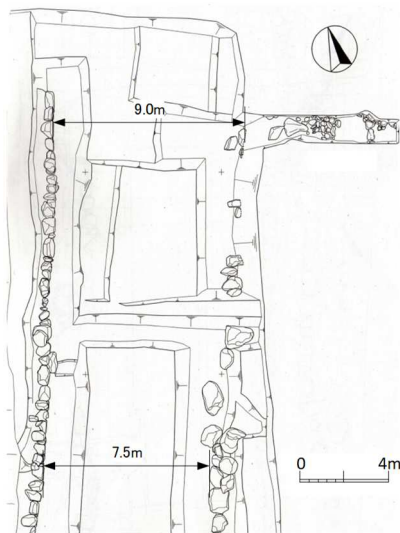


図2 旧一乗谷川の平面図



図3 旧一乗谷川の断面図

一方、戦国時代の日本国内における人口は約1千万人であった^{文献5)}。また、当時の一乗谷における人口は最盛期で約1万人であった。一乗谷における人口集中を考慮した場合、戦国時代の一乗谷では頻繁に大雨は降っていなかったことが想定できる。

戦国時代の城下町であった一乗谷を敵の襲来から守るために、一乗谷の南北方向には、城壁が建造されていた。図4と写真2に示すように、一乗谷の南側の川上に上城戸があり、北側の川下に下城戸があった。朝倉氏がこの一乗谷を含む越前国を支配した期間は1471年～1573年の約100年間であった。この間、朝倉氏は一向宗と激しい戦を繰り返していた。朝倉氏が戦国大名となった時期は1466年以降であり、当時の当主は朝倉孝景であった。なお、朝倉孝景は領民から神に近い存在としてあがめられた。そのため、朝倉孝景の墓所である英林塚は1481年頃に建造され、一乗谷の小高い丘にある。写真3に示す英林塚は、旧一乗谷川の氾濫または土石流などの影響を受けにくい箇所にある。現在、朝倉孝景の墓所は風化を防ぐために建物の内部にある。

一方、最後の当主である朝倉義景の墓所は江戸時代に建造され、現在の朝倉館跡にある。この朝倉館跡

は一乗谷川の東側にあり、旧一乗谷川が氾濫した場合、氾濫水の影響を受けやすい標高である。以上から1466年頃の領民は旧一乗谷川の氾濫を意識していたものと考えられる。

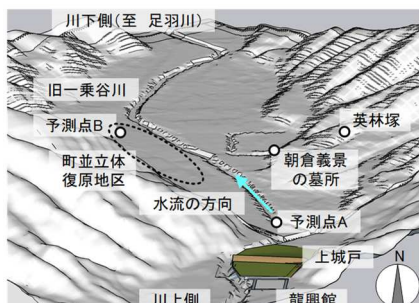


図4 上城戸と龍興館の位置



写真2 上城戸の立面



写真3 英林塚(朝倉孝景の墓所)



写真4 朝倉義景の墓所

なお、朝倉氏が滅んだ直後、一向宗が一乗谷を支配し、焼け野原となった一乗谷は土で埋められた。その数年後、柴田勝家が一向宗を滅ぼした後も一乗谷は田畑の広がる地域であった。従って、1573年に織田信長により滅ぼされた直後の町の状況がそのまま土に覆われた。

戦国時代の一乗谷の住人が暮らしていた屋敷などは、博物館による発掘調査などによって明らかになっている。現在の福井市の町並立体復原地区において、当時の住宅は復原され、その構造は簡素な木造である。以下、これを復元住宅とする。また、復元住宅において室内の床は地面に並べた根太の上に床を張ったものであり、地面からの床の高さは10 cm程度であった。つまり、一乗谷において外水氾濫を引き起こす大雨の発生回数は少なかったものと考えられる。

一方、当時の日常生活における燃料は薪であるため、戦国時代の一乗谷周辺の山々は禿山（はげやま）であったものと考えられる。もし、大雨が発生した場合、降雨により土砂が流れ出すことは日常的であったように考えられる。

以上の状況から戦国時代の一乗谷には外水氾濫を防ぐ何らかの都市インフラが存在していたことが予想できる。なお、朝倉氏が一乗谷を支配した期間は1471年～1573年の約100年間であり、1573年までの数十年の間、旧一乗谷川においては大雨による外水氾濫は殆ど無かったものと予想される。

この頃、越前国の隣国である美濃国では、1561年～1567年の間、戦国大名の斎藤龍興が治めていた。斎藤龍興は斎藤道三の実の孫であり、1567年に織田信長によって美濃国から追放された。その後、1571年に

斎藤龍興は朝倉義景の客将として迎えられ、1573 年まで一乗谷の上城戸の北側に住居を構えた（以下、「龍興館」という）。この龍興館の所在地は上城戸の川上側に広がる土地の一部であった。後述するが、この広い土地は上城戸の川上側の遊水池であった。なお、博物館の発掘調査などによると、龍興館の標高は周辺の土地と比べて低くなっていることがわかった。

つまり、斎藤龍興が一乗谷に来た 1571 年頃には、しばらく外水氾濫が無かったため、上城戸の川上側には広い空地（遊水池）が残っていた。そのため、旧一乗谷川に面する遊水池の一部が龍興館の敷地となった。また、客将としての威厳を保つために、龍興館は武家屋敷であり、その四方は堀で囲まれた。堀の水は旧一乗谷川からの水流であった。なお、一乗谷は 1573 年に織田信長によって滅ぼされ、その直後に旧一乗谷川で外水氾濫が発生した。この外水氾濫の発生前に、斎藤龍興は隣国の戦国大名である浅井長政を支援するため、小谷城のある近江国に出兵し、同年 8 月の刀禰坂で戦死した。

以上のように、考古学で明らかになった歴史的事象に基づいて、旧一乗谷川における外水氾濫と大雨の状況が概ね想定できる。この想定を CFD によって詳しく解明することが本研究の目標となる。

3. 研究計画

3.1 旧一乗谷川流域の 3D 地形モデルについて

図 4 に示すように、旧一乗谷川流域の 3D モデルは博物館の発掘調査成果と国土地理院基盤地図情報数値標高モデル 10m メッシュを用いて再現したものである。写真 2 に示す上城戸とその周辺の 3D モデルは写真測量を用いて作成した。写真撮影で用いたデジタルカメラは OLYMPUS Tough TG-6 であり、画像解析ソフトは Agisoft Metashape Professional 1.7.3 である。3D モデルの編集作業は SketchUp Pro 2022 を用いた。

3.2 iRIC による流出解析について

1 時間降水量 X_t と旧一乗谷川の流量などの関係は流出解析により明らかにした。この流出解析は河川氾濫シミュレーション iRIC(Nays2DFlood) を用いた。この Nays2DFlood の解析方法は 2 次元解析である。図 5 は流出解析の解析領域である。解析領域の広さは南北方向に 4550m、東西方向に 6000m である。流出解析の主な解析条件は表 1 に示す。

表 1 iRIC による流出解析の主な条件

No.	事 項	内 容
1	使用したソフト	iRIC(Nays2DFlood)
2	解析の対象地域	福井県福井市の一乗谷川流域
3	地形データ	国土地理院 基盤地図情報 数値標高モデル 10m メッシュ
4	流移項の差分方法	CIP 法
5	マンニングの粗度係数	0.035 [$\text{m}^{-1/3} \cdot \text{s}$]
6	解析領域側方の境界条件	自然流出
7	初期水面	水深ゼロ
8	降雨条件	2008 年 7 月 8 日 福井地方気象台の観測値
9	解析領域	6000m × 4550m
10	空間メッシュ数	273000 [個] = 600 × 455
11	格子サイズ	10m × 10 m

図 6 は流出解析で入力した降雨量モデルである。図中の数値は 2008 年 7 月 8 日に福井地方気象台において観測された 10 分間降水量をその時の 1 時間降水量 X_t で基準化したものである。

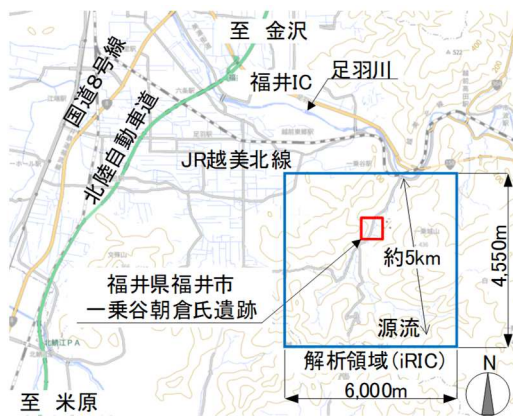


図5 iRIC を用いた流出解析の解析領域

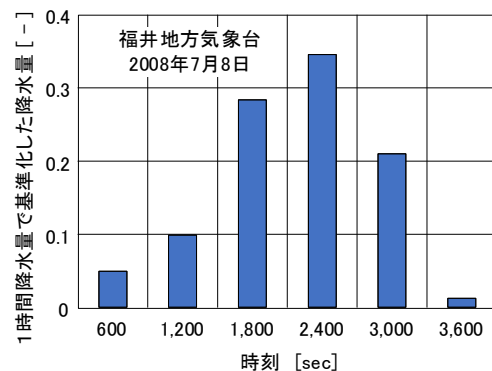


図6 流出解析で入力した降雨量モデル

図7は1時間降水量 $X_T = 100\text{mm/h}$ の場合の流出解析による旧一乗谷川の水深分布である。図中に示すように、旧一乗谷川の源流が複数存在する。また、解析領域の範囲に降った雨水が一乗谷川に集まっていることがわかる。

図8は旧一乗谷川の予測点Aにおける1時間降水量 X_T と流量の関係である。図4に示すように、予測点Aは上城戸と町並立体復原地区の概ね中間に位置する。図中に示すように1時間降水量と流量は比例関係となる。

図9は旧一乗谷川の予測点Aにおける1時間降水量 X_T と流速の関係である。図中に示すように、1時間降水量 X_T と流速は比例関係となる。

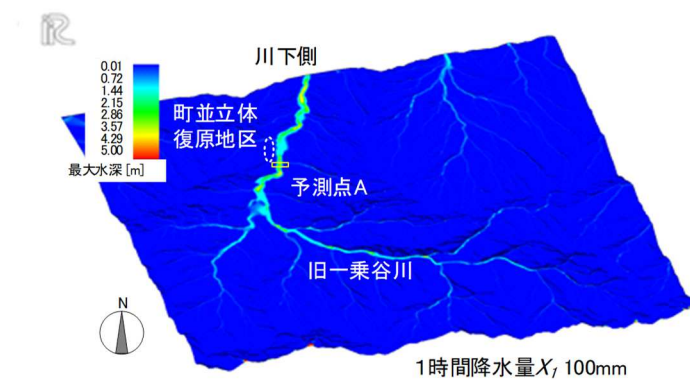


図7 旧一乗谷川における最大水深分布 ($X_T = 100\text{mm/h}$)

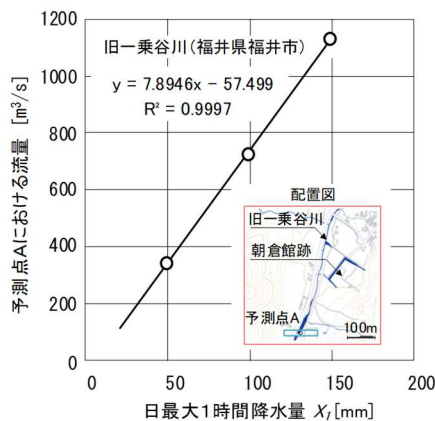


図8 旧一乗谷川の予測点Aにおける1時間降水量と流量の関係

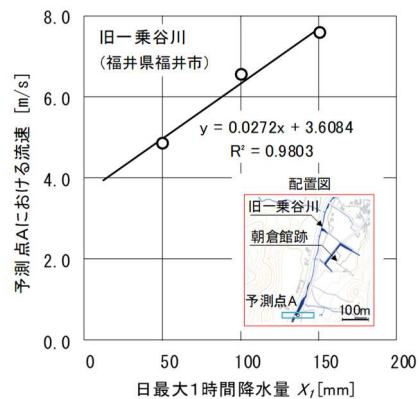


図9 旧一乗谷川の予測点Aにおける1時間降水量と流速の関係

3.3 STREAM による氾濫解析について

旧一乗谷川における水流はSTREAMのMARS法を用いて予測した。STREAMによる解析方法は3次元解析である(以下、「氾濫解析」という)。

図10は氾濫解析に用いた解析領域である。図中に示すように、解析領域1には上城戸は含まない。一方、解析領域2には上城戸は含まれる。図中に示す予測点Bは町並立体復原地区の北側に位置する。

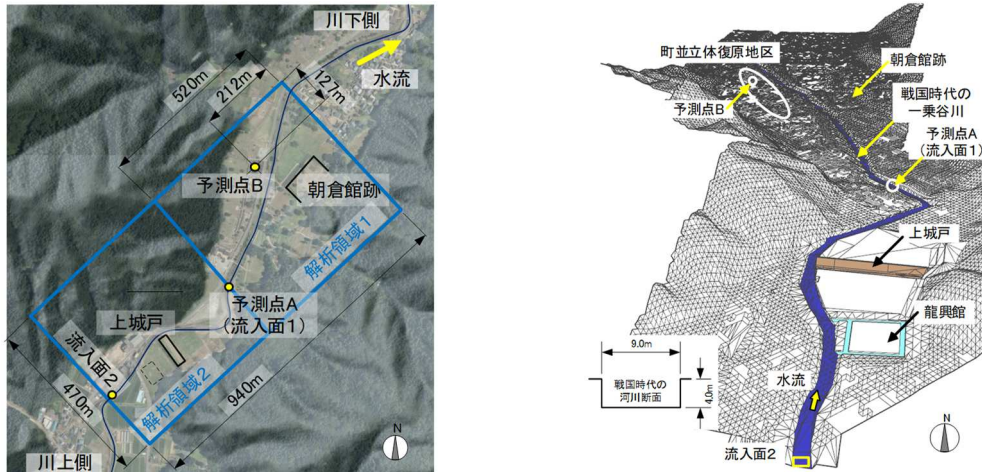


図10 氾濫解析に用いた解析領域と3Dモデル

表2はSTREAMによる氾濫解析の主な条件である。表中に示すように、氾濫解析1の解析領域1は470m×520mであり、氾濫解析2の解析領域2は470m×940mである。

表2 STREAMによる氾濫解析2の主な条件

No.	事項	内容
1	流体領域	空気(非圧縮, 20℃) 水(非圧縮, 20℃)
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
氾濫解析1(一乗谷の川上側に上城戸は無い状態)		
5	解析領域1	470m×520m×30m
6	空間メッシュ数	9,165,000個 (235×260×150)
氾濫解析2(一乗谷の川上側に上城戸は有る状態)		
7	解析領域2	470m×940m×30m
8	空間メッシュ数	16,567,500個 (235×470×150)

表3は氾濫解析2で設定した入力条件の一部を示す。旧一乗谷川の流量と流速は、図10に示す流入面1と流入面2で設定した。解析ケースは合計4ケースである。

表3の下部に氾濫解析の入力データとなる1時間降水量 X_t の再現期間を示す。この確率降水量を算出するに当たっては、若狭湾における確率降水量を用いた。なお、確率降水量は日最大1時間降水量 X_t とその再現期間である。

表3 氾濫解析2の入力条件(一部)

ケース名		A	B	C	D
1時間降水量 X_t	[mm/h]	20	50	75	100
流入面の幅	[m]	9	9	9	9
流入面の高さ	[m]	4.5	7.5	10.5	11.5
流入面の流速	[m/s]	4.4	5	5.6	7.1
流入面の流量	[m³/s]	178.2	337.2	732.0	732.0
再現期間 (1980～1989 年)	[年/日]	0.05	1.4	23.2	381.3
	[日/年]	20.5	0.7	0.043	0.003

3.4. 確率降水量について

図11は若狭湾における確率降水量を算出するために用いた気象庁の観測点の位置を示す。表4に示すように観測点数は19点である。本研究は19点の観測点における同じ年月日の日最大1時間降水量 X_t の最大値を抽出して発生頻度を算出する。この発生頻度を用いて X_t の超過確率は算出される。なお、本稿で定義する確率降水量は X_t とその発生頻度である。

表4に示すように各観測点の観測開始年数は異なる。そのため、本稿における確率降水量の再現期間は10年間とした。なお、1980年の観測点数は13点である。



図11 若狭湾に面する観測点の配置図(合計19点)

表4 若狭湾に面する観測点の観測期間(合計 19 点)

地点	観測期間
福井	1974年11月1日～2021年12月31日
小松	1978年12月1日～2021年12月31日
加賀菅谷	2013年3月7日～2021年12月31日
三国	1975年6月27日～2021年12月31日
越廼	1978年11月27日～2021年12月31日
勝山	1977年12月20日～2021年12月31日
武生	2005年10月27日～2021年12月31日
大野	1974年11月1日～2021年12月31日
九頭竜	1982年6月1日～2021年12月31日
今庄	1974年11月1日～2021年12月31日
小浜	1974年11月1日～2021年12月31日
敦賀	1974年11月1日～2021年12月31日
美浜	1975年5月19日～2021年12月31日
大飯	1995年11月10日～2021年12月31日
朽木平良	2005年12月6日～2021年12月31日
柳ヶ瀬	1976年4月27日～2021年12月31日
長浜	2010年3月25日～2021年12月31日
宮津	1974年11月1日～2021年12月31日
舞鶴	1974年11月1日～2021年12月31日

図 12 は若狭湾における年最大 1 時間降水量 M_1 の経年変化を示す。図中に示すように、2000 年代以降から、 M_1 は年数に比例して増加する傾向にある。従って、 M_1 の経年変化が概ね同じである期間における降水量のデータを用いて、本稿は過去の大雨の状況を予測する。 M_1 が概ね同じとなる期間は 1975 年～1998 年である。

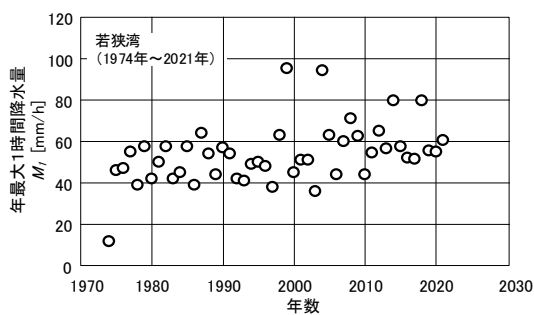


図 12 若狭湾の年最大1時間降水量 M_1 の経年変化

図 13 は若狭湾における過去の確率降水量である。戦国時代の大雨の状況を予測するために、確率降水量の算出に用いた解析期間は 1981～1990 年の 10 年間とした。氾濫解析 2 の入力条件で用いた日最大 1 時間降水量 $X_T=50\text{mm/h}$ の大雨は 1.4 年間で 1 回発生し、 $X_T=75\text{mm/h}$ の大雨は 21.0 年間で 1 回発生する。

なお、文献 4) の流出解析によると、予測点 B の水深が 1m となる場合、この時の日最大 1 時間降水量 X_T は 42mm/h となる。図 13 に示すように、 42mm/h の再現期間は 0.6 年であり、発生する日数は年間 1.8 日となる。もし、戦国時代と 1980 年代の気象条件が概ね同じであった場合、旧一乗谷川の外水氾濫は毎年発生していたことになる。

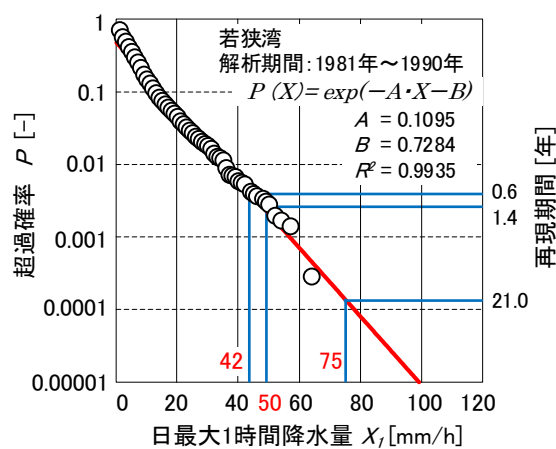


図 13 若狭湾の過去の確率降水量

3.5. 治水率について

氾濫解析により，大雨時の旧一乗谷川流域にある上城戸によって滞留する流量と解析領域全体の流量が定量的に算出できる．この2つの流量を用いて，本研究は治水率 FR を定義する．図 14 は上城戸の周辺における水深分布の一部を二次元で表示したものであり， FR は以下の方法で算出する．

図 14(1) は 1 時間降水量 $X_f=20\text{mm/h}$ の水深分布である．水深が 0.1m 以上となる場合，該当する空間メッシュに配色した．図 14(2) は $X_f=100\text{mm/h}$ の水深分布である．図中のグレーの領域は図 10(1) の $X_f=20\text{mm/h}$ の水深分布である．図 14(2) に示すグレーの領域以外の空間メッシュについて，水深を積算した値が $q_{100\text{mm}}$ となる．

図 14(3) は $X_f=100\text{mm/h}$ の水深分布である．図中に示す 0.1m 以上の水深を積算した値が $Q_{100\text{mm}}$ となる．下式のように，1 時間降水量 $X_f=100\text{mm/h}$ の FR は $q_{100\text{mm}}$ を $Q_{100\text{mm}}$ で除したものである．

$$FR_{100\text{mm}} = \frac{q_{100\text{mm}}}{Q_{100\text{mm}}}$$

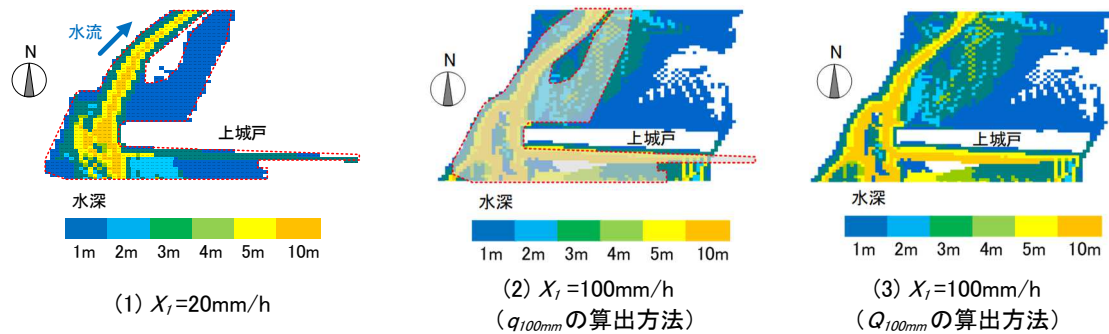


図 14 治水率の算出方法(一部の水深分布図)

4. 解析結果

4.1. 上城戸の有無による旧一乗谷川の水深分布

図 15 は上流側の上城戸が無い状態における旧一乗谷川の水深分布である。氾濫解析 1 の 1 時間降水量は $X_t=50\text{mm/h}$ である。図中に示すように、復原地区の北側にある予測点 B とその周辺には、旧一乗谷川からの氾濫水が達している。図 13 に示すように、 $X_t=50\text{mm/h}$ の大雨の再現期間は 1.4 年である。つまり、3 年間で約 2 回の割合で、 $X_t=50\text{mm/h}$ の大雨は発生していたことになる。

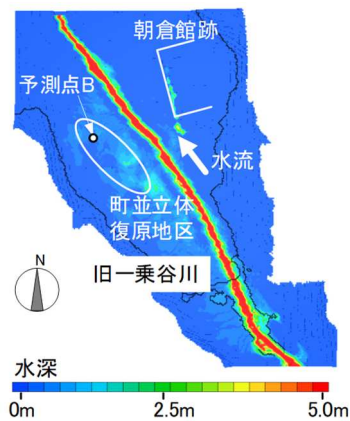


図 15 上城戸が無い状態の水深分布
(氾濫解析 1, $X_t = 50\text{mm/h}$)

図 16 は上流側の上城戸が有る場合の氾濫解析 2 の水深分布である。氾濫解析 2 の 1 時間降水量は $X_t=50\text{mm/h}$ である。図中に示すように、上城戸の上流側にある龍興館とその周辺において水が滞留することで、浸水領域が広がっている。これにより、旧一乗谷川の流量が減ったために、予測点 B の東側の旧一乗谷川において外水氾濫は治まっている。

以上から上城戸とその周辺における地形の起伏によって、大雨時の旧一乗谷川における外水氾濫は抑制されている。つまり、大雨時の上城戸は透過型砂防堰堤と同じ機能を有することになる。また、龍興館を含む上城戸の川上側の地形は遊水池として機能していたものと考えられる。

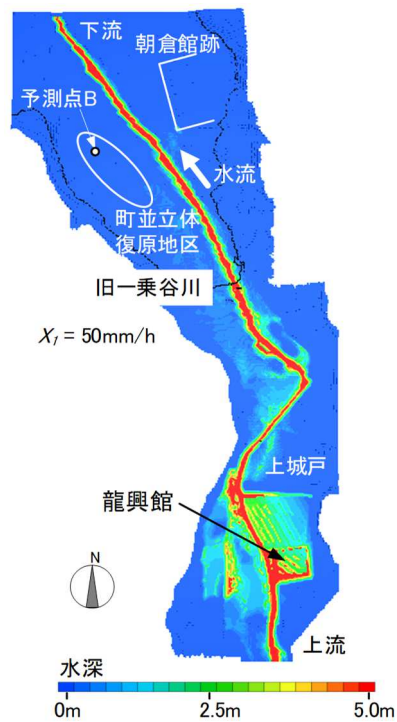


図 16 上城戸が有る状態の水深分布
(氾濫解析 2, $X_t = 50\text{mm/h}$)

4.2. 大雨時の上城戸の影響を受けた水深分布

図 17 は旧一乗谷川に上城戸が有る場合の水深分布を比較したものである。図 17(1)に示すように、1 時間降水量が $X_t=20\text{mm/h}$ である時、旧一乗谷川からの浸水領域は上城戸とその周辺のみで発生する。龍興館を囲む堀には、旧一乗谷川からの水が流入している。図 17(2)に示すように、 $X_t=75\text{mm/h}$ である場合、旧一乗谷川からの浸水領域は $X_t=20\text{mm/h}$ の場合と比べて広がっている。また、氾濫水は予測点 B に達している。

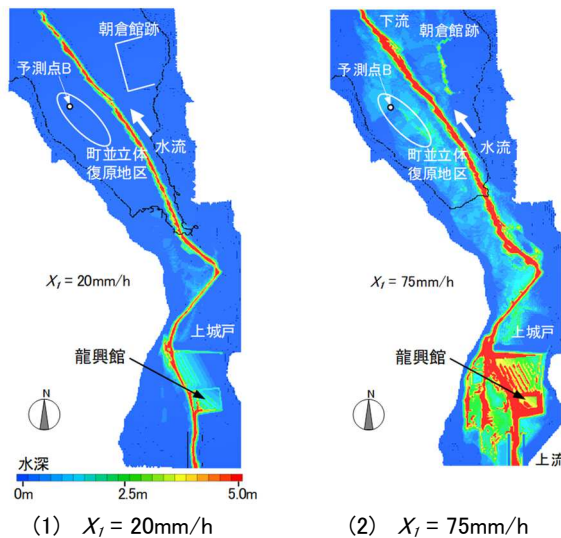


図 17 旧一乗谷川における水深分布
(上城戸は有り, 氾濫解析2)

4.3. 旧一乗谷川における大雨時の治水率

図 18 は 1 時間降水量 X_t と上城戸の影響を受けた治水率 FR の関係である。 X_t が 75mm/h 以上となった場合、 FR は一定値となり、 $X_t=75\text{mm/h}$ と $X_t=100\text{mm/h}$ の FR は概ね 0.46 となる。

つまり、 75mm/h 以上の大雨が降った場合、降水により旧一乗谷川に流れる約半分の流量が氾濫する。また、 $X_t=20\text{mm/h} \sim 75\text{mm/h}$ の場合、1 時間降水量と治水率は比例関係となる。

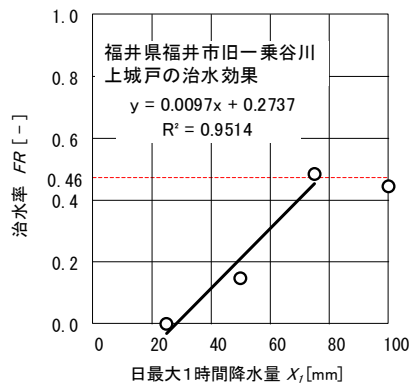


図 18 上城戸による治水率の変化

図 19 は治水率 FR_{100mm} の算出に用いた $X_f=20\text{mm/h}$ の水深分布である。図中に示すように、上城戸の川上側（南側）における龍興館辺りの水深は 1m 以下となっている。

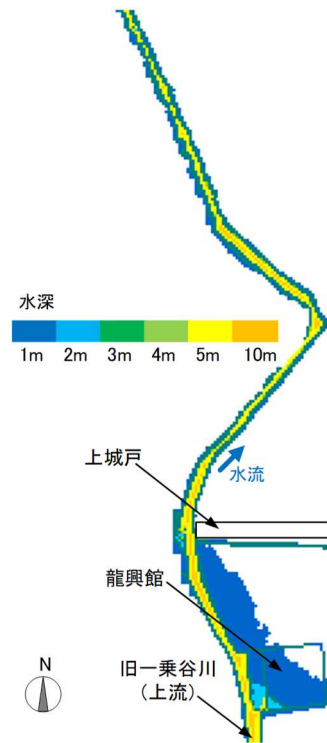


図 19 治水率の算出時の水深分布
($X_f = 20\text{mm/h}$, 氾濫解析2)

図 20 は FR_{100mm} の算出に用いた $X_f=100\text{mm/h}$ の水深分布である。図中に示すように、旧一乗谷川からの浸水領域は広範囲に広がっている。上城戸の川上側の土地は水没し、その水深は 4m 以上となっている。

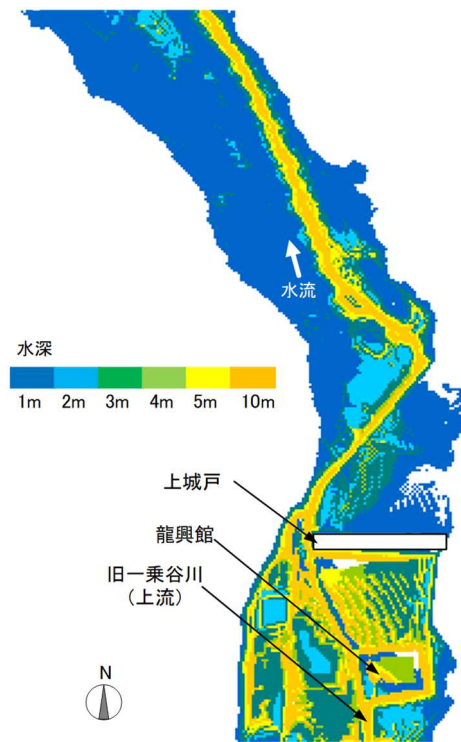


図 20 治水率の算出時の水深分布
($X_f = 100\text{mm/h}$, 氾濫解析2)

5. まとめ

福井県福井市の一乗谷にある上城戸は透過型砂防堰堤と同じ形状であり、1573 年以前に城壁として一乗谷川に接して建造された。上城戸は一乗谷の川上側に位置する。そこで、本研究は上城戸とその周辺における水流を予測し、その治水効果を明らかにした。以下に得られた知見を示す。

- ① 一乗谷の町並立体復原地区は戦国時代の城下町の中心であった。1 時間降水量 50mm/h の大雨が降り、一乗谷の川上側に上城戸が無い場合、復原地区の北側にある予測点 B とその周辺には、旧一乗谷川からの氾濫水が達することがわかった。
- ② 一乗谷の川上側に上城戸が存在することによって、1 時間降水量 50mm/h の大雨が降った場合であっても、城下町の中心付近において、外水氾濫は抑制されることがわかった。従って、大雨時の上城戸は透過型砂防堰堤と同じ機能であり、国内外の砂防堰堤の歴史が約 130 年遡ることがわかった。また、上城戸の上流側にある龍興館とその周辺において水が滞留し、浸水領域が広がることがわかった。
- ③ 1 時間降水量 75mm/h 以上の大雨が降った場合、上城戸とその周辺の地形などによって治水率は概ね 0.46 となることがわかった。つまり、旧一乗谷川に流れる約半分の流量が氾濫することがわかった。

以上のように、一乗谷の上城戸は国内外において最古の透過型砂防堰堤であることがわかった。考古学と工学が融合することにより、砂防堰堤の歴史は江戸時代の 1700 年代から戦国時代の 1500 年代に遡ることが明らかになった。仮に、戦国大名であった斎藤龍興が 1573 年の戦いで生き延び、織田信長が小谷城付近で留まった場合であっても、その直後の外水氾濫によって上城戸の川上側にあった龍興館は水没していたものと考えられる。このように、CFD を用いることで、歴史的事象の一部が明らかになることで、発掘調査で蓄積された資料から、今後、新たな発見が見つかるものと思われる。

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）を受け、福井県立一乗谷朝倉氏遺跡博物館（文化財調査員 宮崎 認氏、藤田若菜氏）から発掘調査成果の提供を受けた。また、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た。本稿の作成に当たって、多大な協力をいただいた関係各位に心から謝意を表します。

【参考・引用文献】

- 1) 友松靖夫：石積み堰堤を追いかけて（下）、SABO vol. 80, pp. 37-pp. 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) 野々垣修慶, 野々村善民, 萩原春親：砂防堰堤の建造年数と確率降水量を用いた流出解析に関する研究 広島県福山市の堂々川における大雨時の流量の予測, 一般社団法人日本建築学会・情報システム技術委員会 第 45 回情報・システム・利用・技術シンポジウム 2022 論文集, pp. 353-356, 2022 年 12 月
- 4) 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, 一般社団法人日本建築学会・情報システム技術委員会 第 44 回情報・システム・利用・技術シンポジウム 2021 論文集, pp. 161-166, 2021 年 12 月
- 5) 総務省：我が国における総人口の長期的推移, 2022 年 5 月 12 日確認,
https://www.soumu.go.jp/main_content/000273900.pdf
- 6) 野々村善民, 寺前海斗, 萩原春親：戦国時代の城下町における水害対策に関する研究 城壁として建造された上城戸による治水効果, 一般社団法人日本建築学会・情報システム技術委員会 第 45 回情報・システム・利用・技術シンポジウム 2022 論文集, pp. 260-265, 2022 年 12 月