

令和 5 年 10 月 23 日現在

機関番号：53401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K04863

研究課題名(和文) 実務に対応する設計雨量の解析と豪雨時の市街地における地表面水流の解明

研究課題名(英文) Analysis of the precipitation for the structure design and solution of water flow on the ground level in the urban area at the time of the heavy rain

研究代表者

野々村 善民 (Nonomura, Yoshitami)

福井工業高等専門学校・環境都市工学科・教授

研究者番号：70713353

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は複数の観測点における降水量データを用いて、地域を代表する確率降水量の算出方法を開発した。この算出方法を用いることによって、神戸市において日最大1時間降水量が100mm/hとなる時、その再現期間は285年から21年となることを明らかにした。また、福井市の確率降水量と氾濫解析を用いることで、福井県福井市一乗谷の上城戸が国内外最古の透過型砂防堰堤であることを明らかにした。なお、本研究による査読論文は合計3件、口頭発表は合計16件である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は福井県立一乗谷朝倉氏遺跡博物館の協力を得て、考古学と工学を融合できた。これによって、福井市一乗谷における上城戸は国内外最古の透過型砂防堰堤であることが明らかになった。本研究の成果の一部は福井県立一乗谷朝倉氏遺跡博物館で登録されている。今後、博物館による遺跡調査に河川氾濫の項目が新たに追加された。また、福井市役所は本研究の成果を用いて、福井市の足羽川流域における内水氾濫対策として活用する予定である。

研究成果の概要(英文)：This research developed the calculation method of the probability precipitation in the urban area using observation data of daily maximum precipitation of 1 hour recorded in the plurality of weather stations. When daily maximum hourly precipitation was 100mm/h in Kobe City, the return period of 100mm precipitation was found to shorten from 285 years through 21 years using this calculation method. When daily maximum hourly precipitation was 100mm/h in Kobe city, the return period of 100mm precipitation was found to shorten from 285 years through 21 years using this calculation method.

In addition, the control function of the water flow passing Kamikido in Ichijodani of Fukui City, Fukui Prefecture was the same as permeable sand control dam. This control function was cleared by using the probable precipitation of Fukui City and river flooding analysis. In this way, Kamikido was found to be the oldest permeable sand control dam in Japan.

研究分野：都市計画，都市環境

キーワード：局地集中豪雨 確率降水量 日最大一時間降水量 透過型砂防堰堤 戦国時代 一乗谷 流出解析 氾濫解析

1. 研究開始当初の背景

近年、局地集中豪雨に対する都市洪水の対策が急務であり、下水道などの都市インフラを増強することは、コストと時間を要する。そのため、兵庫県では、総合治水条例が平成 24 年 4 月 1 日に施行され、1ha(10000m²)の開発行為に対して、事業者に対して雨水流出抑制の規制を課した。具体的には、地表面に水深 10cm の貯水機能が求められている。この施策が全国の地方自治体に拡がり、国内の主要河川の氾濫予測と様々な防災対策が検討されている。

また、気象台で記録される降水量から日最大 1 時間降水量を算出した場合、その統計値と実際の局地集中豪雨の状況が不一致となるケースがある。従って、都市洪水の対策を講じるために、前提となる設計雨量の再現期間の算出方法を検討する必要があった。

例えば、神戸地方気象台において日最大 1 時間降水量が 100mm となる場合、その再現期間は 902 年となり、洲本特別地域気象観測所における再現期間は 89 年となる。なお、神戸地方気象台と洲本特別地域気象観測所の直線距離は約 50km である。

このように、気象官署における雨量計の上空に局地集中豪雨の雲が通過するとは限らない。従って、気象庁の気象データの降水量は実感する降水量に比べて小さくなる。そのために、気象データを用いて、実務で利用できる設計雨量の算出方法の開発が必要となった。

2. 研究の目的

本研究の目的は 2 つあり、複数の気象台を解析対象として、確率降水量の算出方法を開発することである。なお、確率降水量は日最大 1 時間降水量とその再現期間などの関係を示すものである。再現期間が 100 年となる設計雨量の降雨時の市街地における水の流れを予測し、氾濫対策技術の抑制効果を明らかにすることである。

3. 研究の方法

設計雨量の算出方法について、これまでの設計雨量は、単独の気象台のデータから降水量の発生頻度を求めていた。本研究で算出する日最大 1 時間降水量の発生頻度は複数の気象データを用いて算出する。本研究の対象範囲は大阪湾沿岸地域において半径 35km 以内にある複数の気象台である。基準の気象データは神戸地方気象台とし、降水量に関して高い相関関係のある複数の気象データを明らかにする。

市街地における水の流れの予測方法について、本研究は 2 種類の数値シミュレーション (iRIC と STREAM) を用いた。iRIC は河川の流れ・河床変動解析ソフトウェアであり、これを用いて流出解析を実施した。Stream は汎用の流体数値シミュレーションであり、これを用いて氾濫解析を実施した。流出解析は降水量と河川の流量などを予測するものである。氾濫解析は 3 次元の空間メッシュを用いて河川の水の流れを予測するものである。

4. 研究成果

図 1 に示すように、本研究は大阪湾に面する 8 つの気象台における日最大 1 時間降水量 X_T から最大値を抽出して発生頻度 (以下、F データ) を算出した。その結果、図 2 に示すように本研究で開発した手法を用いることによって、 $X_T = 100\text{mm/h}$ となる場合の再現期間は 21 年となることを明らかにした。一方、神戸地方気象台のみで算出した $X_T = 100\text{mm/h}$ の再現期間は 285 年となることを明らかにした。そこで、本研究は大阪湾に加えて、瀬戸内海、若狭湾、伊勢湾と東京湾における確率降水量を算出した。

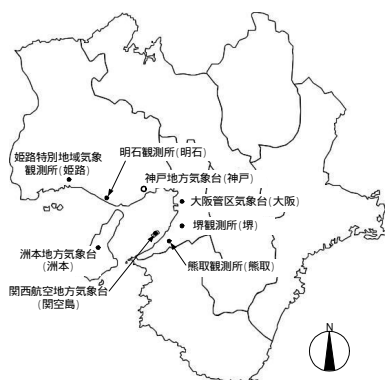


図 1 各観測点の配置図
(大阪湾の沿岸地域)

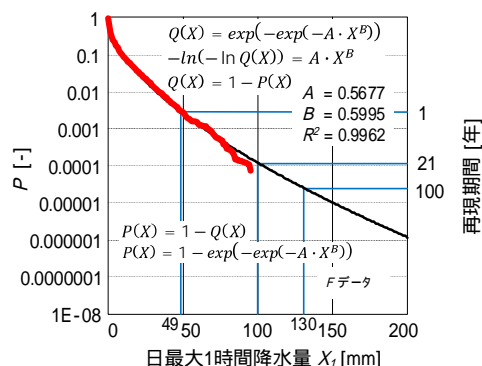


図 2 F データの確率降水量
(日最大 1 時間降水量)

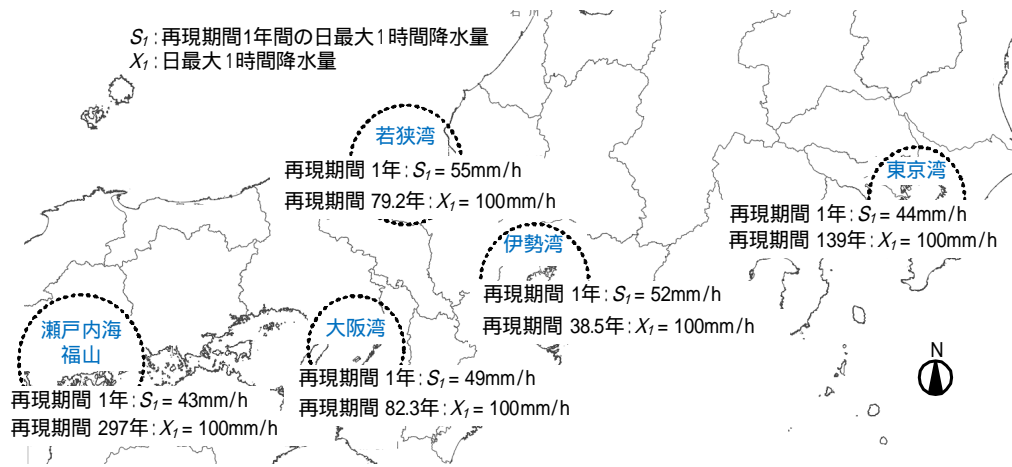


図3 5つの地域の確率降水量の比較

地域を代表する確率降水量を用いて、本研究は考古学と工学を用いて大雨と歴史的現象について検討した。戦国時代の一乗谷川（以下、旧一乗谷川）の河川断面は、福井県立一乗谷朝倉氏遺跡博物館による遺跡調査資料から明らかになり、当時の一乗谷川流域の3Dモデルを作成した。なお、福井県福井市の一乗谷の川上側（南側）に城壁として建造された上城戸がある。

図4に示すように、上城戸が無く、 $X_T = 50\text{mm/h}$ の大雨が降った場合、旧一乗谷川において外水氾濫が発生し、城下町に氾濫水が達することがわかる。

図5に示すように、上城戸がある場合、上城戸の川上側と川下側において外水氾濫が発生し、城下町付近に氾濫水が達しないことがわかる。以上の解析結果から上城戸は国内外最古の透過型砂防堰堤であることを明らかにした。なお、これまで国内最古であった砂防堰堤は江戸時代の福山藩によって、堂々川流域において1700年代に建造されたものであった。

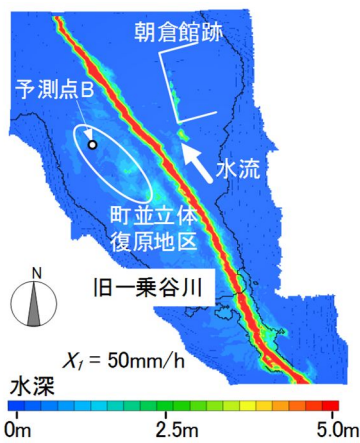


図4 上城戸が無い状態の水深分布
(氾濫解析, $X_T = 50\text{mm/h}$)

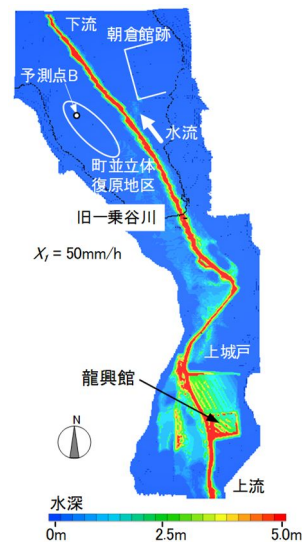


図5 上城戸が有る状態の水深分布
(氾濫解析, $X_T = 50\text{mm/h}$)

以上のように、本研究の研究成果は考古学と工学に展開でき、地域を代表する確率降水量を用いて大雨と歴史的現象の新たな解明に展開できる。なお、本研究で発表した研究論文は福井県立一乗谷朝倉氏遺跡博物館に登録されている。本研究による査読論文は合計3件、口頭発表は合計16件である。

<引用文献>

- 1) 野々村善民, 島脇優里: 神戸地方気象台における確率降水量に関する研究 淀川チャネル型大雨の影響を受ける再現期間100年の降水量の算出方法, 日本建築学会・情報システム技術委員会 第43回情報・利用・技術シンポジウム 2020 論文集, pp.364-366, 2020年12月
- 2) 矢坂 遥, 野々村善民, 萩原春親: 複数の降水量データを用いた確率降水量に関する研究 地域毎の再現期間1年間の1時間降水量の比較, 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.369-372, 2022年12月2日
- 3) 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, 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 2022 論文集, pp.260-265, 2022年12月2日

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 野々村善民, 寺前海斗, 萩原春親	4. 巻 45
2. 論文標題 戦国時代の城下町の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	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 第45回情報・システム・利用・技術シンポジウム2022論文集	6. 最初と最後の頁 pp.260-265
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 野々村善民, 島脇優里, 萩原春親	4. 巻 44
2. 論文標題 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	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 第44回情報・利用・技術シンポジウム2021論文集	6. 最初と最後の頁 pp.161-166
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 野々村善民, 島脇優里	4. 巻 1
2. 論文標題 神戸地方気象台における確率降水量に関する研究 淀川チャネル型大雨の影響を受ける再現期間100年の降水量の算出方法	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本建築学会・情報システム技術委員会 第43回情報・利用・技術シンポジウム2020論文集	6. 最初と最後の頁 pp.364-369
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計16件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 野々垣修慶, 野々村善民, 萩原春親
2. 発表標題 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
3. 学会等名 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
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 矢坂 遥, 野々村善民, 萩原春親
2. 発表標題 複数の降水量データを用いた確率降水量に関する研究 地域毎の再現期間 1年間の1時間降水量の比較
3. 学会等名 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
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野々村善民
2. 発表標題 戦国時代の一乗谷川における外水氾濫の再現期間と水害対策の解明
3. 学会等名 近畿建設協会研究助成発表会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 後藤和瑚, 野々村善民, 萩原春親
2. 発表標題 神戸豪雨時の雨雲の範囲に関する研究（その1） 杣谷川と六甲川における流量の予測
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 浅井 翠, 野々村善民, 萩原春親
2. 発表標題 神戸豪雨時の雨雲の範囲に関する研究（その2） 一時間降水量の違いによる杣谷川の流量の予測
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集（北海道）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村彩乃, 野々村善民, 萩原春親
2. 発表標題 福井県高浜町の子生川流域における外水氾濫の予測
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 寺前海斗, 野々村善民, 萩原春親
2. 発表標題 写真測量を用いた一乗谷朝倉氏遺跡の復原町並の再現
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野々垣修慶, 野々村善民, 萩原春親
2. 発表標題 写真測量を用いた建設構造物の3D モデルの再現方法
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野々村善民, 寺前海斗, 萩原春親
2. 発表標題 戦国時代の一乗谷における上城戸の水流の予測
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 矢坂 遥, 野々村善民, 萩原春親
2. 発表標題 伊勢湾における確率降水量に関する研究 日最大一時間降水量の超過確率の算出
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野々垣修慶, 野々村善民, 萩原春親
2. 発表標題 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)
3. 学会等名 第44回情報・システム・利用・技術シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野々村善民, 萩原春親, 吉森洋子
2. 発表標題 戦国時代の一乗谷川流域における河川氾濫に関する研究 (その1) 旧一乗谷川流域の3Dモデルを用いた水深の予測
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東海)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉森洋子, 野々村善民, 萩原春親
2. 発表標題 戦国時代の一乗谷川流域における河川氾濫に関する研究 (その2) 旧一乗谷川流域の一時間降水量と水深について
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東海)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 後藤和瑚, 野々村善民, 萩原春親
2. 発表標題 都市洪水の対策技術に関する研究(その13) 神戸市須磨区の妙法寺川における降水量と水深の予測について
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岸本拓海, 野々村善民, 島脇優里, 達川宙輝
2. 発表標題 福井県における確率降水量に関する研究(その1) 複数の1時間降水量データの相関性に関する検討
3. 学会等名 日本建築学会・情報システム技術委員会 第43回情報・利用・技術シンポジウム2020論文集
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 達川宙輝, 野々村善民, 島脇優里, 岸本拓海
2. 発表標題 福井県における確率降水量に関する研究(その2) 日最大1時間降水量の発生頻度の算出方法に関する検討
3. 学会等名 日本建築学会・情報システム技術委員会 第43回情報・利用・技術シンポジウム2020論文集
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------