

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 6 日現在

機関番号：32616

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K18137

研究課題名(和文)人口減少時代の治水システムを見据えた洪水共生型の集落システムに関する研究

研究課題名(英文)Town planning and flood control system of depopulation era

研究代表者

二井 昭佳(NII, Akiyoshi)

国土館大学・理工学部・准教授

研究者番号：40459011

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、持続可能で魅力的なまちづくりに資する治水システムとして、氾濫許容型治水システムと仮設堤防型治水システムのあり方について考察した。具体的には、洪水常襲地である雄物川中流域における集落の立地特性、現代の氾濫許容型治水整備であるスイス・ヴァルスにおける整備内容と空間的特徴、仮設堤防型治水整備であるドイツ・ミルテンベルクにおける整備内容と空間的特徴を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：As the river management system that contributes to sustainable and attractive machidukuri, this research considered the flooding permissive type flood control system and mobile flood walls type flood control system. Concretely, this research clarified the location characteristics of the villages in the midstream river flooding area, the process and spatial features of modern flooding permissive type flood control system in Vals, Switzerland, the process and spatial features mobile flood walls type flood control system in Miltenberg, Germany.

研究分野：景観工学

キーワード：まちづくり 治水システム 洪水 景観・デザイン 氾濫許容 仮設堤防 水辺

1. 研究開始当初の背景

人口減少時代を迎えるにあたり、地域コミュニティや買い物・医療などの生活環境の維持、道路や水道など社会基盤施設の維持管理といった持続可能なまちづくりの観点から、コンパクトなまちのあり方が議論されている。また東日本大震災の復興まちづくりでは、人口減少を見据え、土地の履歴を継承できる、より安全な場所へと集住エリアを集約する計画がなされるなど、すでにその実施に踏み出した地域もある。今後コンパクトなまちづくりを進めるにあたり、全国各地のスプロールしたエリアは、災害に対する弱点を持つ土地が多いことから、とくに対策が必要な場所だと考えられる。

こうした集住エリアの集約化にあたり、個別場所ごとの対応策を講じるだけでなく、広域的な環境から取り組むことができれば、より大きな効果につながると思う。本研究では、その着眼点として、河川の治水システムに注目した。具体的には、人口密度の低い上・中流域における住民の生命と財産の安全を確保できることを条件に積極的に洪水を氾濫させる治水システムのあり方、また人口密度の高い下流域におけるまちと川を一体化できる治水システムのあり方について知見を得ることを目指した。

前者の氾濫許容型治水システムについては、実現により、人口密度の高い下流域の堤防高さを低く抑えられることで、維持管理のコストが下がるだけでなく、川とまちの関係が近くなり魅力的な水辺空間の創出にもつながる。人々が川と触れ合う機会を増やすことは、水辺に対する関心を高め、結果として河川環境の向上や洪水に対する備えの充実につながることで、まちづくりの観点からの効果も大きい。一方、上・中流域では、堤防を積極的に整備しない区間が生まれることで、全体の維持管理費用を抑えることができる。この治水システムは、まさに前近代における治水システムであり、実現に向けた基礎的な知見を得るには、洪水常襲地における集落の知恵や工夫を明らかにする必要がある。これまで河川整備に関する歴史研究や、集落の空間特性にかかわる研究は多く存在しているが、洪水の観点から集落の立地や空間特性を明らかにしようと試みる研究はほとんどおこなわれていないのが現状である。また、現代版の氾濫許容型治水整備についても、事例研究はほぼ行われていない。

また後者については、まちと川を一体化できる方法として、仮設堤防型治水システムが想定される。こちらについては、ヨーロッパでは導入が進められているものの、まちづくりの観点から見た事例研究はほぼ存在しておらず、将来的な実施を視野に入れた研究上の課題が残されている。

2. 研究の目的

以上の背景をもとに、本研究は、人口減少時代に対応した持続可能なまちづくりに資する治水システムとして、人口密度の低い上・中流域における氾濫許容型治水システムのあり方、また人口密度の高い下流域における仮設堤防型治水システムのあり方について知見を得ることを目的としている。具体的には、以下の内容についてそれぞれ明らかにした。

(1) 雄物川中流域における明治合祀以前の神社と合祀神社の立地傾向

(2) 雄物川中流域における洪水の観点からみた集落および神社の立地特性

(3) 現代の氾濫許容型治水整備であるスイス・Valsにおける整備内容と空間的特徴

(4) 仮設堤防型治水整備であるドイツ・ミルテンベルクにおける整備内容と空間的特徴

3. 研究の方法

主として、現地調査や文献調査によった。

(1) については、現地調査に加え、明治初期に作成された地籍図(旧公図)や神社明細帳といった入手可能な最も古い資料を用いて神社の立地傾向を把握した。(2) については、洪水氾濫シミュレーションも用いた。(3) (4) については、現地調査により整備に関わる資料を入手し、現地調査と合わせて明らかにした。

4. 研究成果

(1) 雄物川中流域における明治合祀以前の神社と合祀神社の立地傾向

本研究は、洪水常襲地域である雄物川中流域の秋田市四ツ小屋から大仙市北野目までの江戸時代の村 29 旧村を対象とし、集落の中心的な施設である神社に注目し、集落の立地地形と明治の合祀以前の神社立地の関係性、明治の神社合祀の実際と村内での合祀神社の立地傾向を明らかにしたものである。その成果は以下の通りである。

集落の立地地形と明治合祀以前の神社立地の関係性

明治合祀以前の神社位置の特定にあたり、秋田県内務部により明治 10 年代に作成され、その後の合祀や移転などが記録されている神社明細帳により合祀以前の神社を把握した上で、明治初期に作成された字ごとの地籍図「一筆字引絵図」と現代の住宅地図を対照させることで詳細な位置を特定した。その結果、対象の 29 旧村には、明治期の合祀以前に 111 社存在していたことを明らかにした。

その後、神社の対応集落との位置関係を把握するために、集落を周辺よりも高地に位置する山裾集落、低地の微高地である自然堤防集落、氾濫平野に位置する氾濫平野集落の 3 パターンに分け、神社位置を対象集落に対し

川側，山側，集落内の3つのパターンに分類した結果，111社の神社のうち，山裾集落タイプの神社が58社，自然堤防集落タイプの神社が50社，平野集落タイプの神社が3社と，山裾集落と自然堤防集落に係る神社がほとんどであることが判明した。

さらに山裾集落タイプでは神社が集落より山側に立地するものが7割を占め，自然堤防集落タイプでは神社が集落よりも川側，あるいは川側の集落端に配置される傾向があることを明らかにした。

合祀後の神社の立地傾向

対象地における明治末期から大正初期にかけて行われた神社合祀の詳細を神社明細帳の記載内容をもとに把握した。その結果，対象神社111社のうち，他の神社に合祀された被合祀神社は60社，単に削除された削除神社は11社であり合計71社が廃社されたこと，また他の神社を合祀した合祀神社は19社，合祀されずに維持された無合祀神社は21社と40社が残されたことが判明した。

このうち，合祀神社は旧村内の重要な場所にあるものが選ばれたと仮定し，合祀神社の位置を集落との関係に注目して整理した。その結果，合祀神社は，旧村の集落内あるいは近傍に位置するタイプと，集落から離れた場所に位置するタイプに分けられるが，後者では集落の立地地形に応じて位置が選ばれていることが判明した。

神社の立地傾向

以上の結果から，山裾集落では山を，自然堤防集落では川を志向して神社や合祀神社の位置が決められている傾向があることを示し，洪水との関わりについて検討する必要性を指摘した。

(2) 雄物川中流域における洪水の観点からみた集落および神社の立地特性

本研究は，(1)と同じく雄物川中流域の秋田市四ツ小屋から大仙市北野目までの江戸時代の村29旧村を対象とし，洪水氾濫シミュレーションにより，確率年数から見た集落の浸水頻度，集落の立地地形と浸水度合の関係性を明らかにし，洪水の観点から見た集落と神社の立地特徴について考察したものである。その成果は以下の通りである。

確率年数から見た浸水頻度

雄物川の流量確率図を基に算出した各確率年数におけるピーク流量とハイドログラフを作成し氾濫解析をおこない，それぞれの集落の浸水確率年数を把握した。その結果，比較的短い確率年数の洪水で浸水する集落と，長い確率年数の洪水でも浸水しにくい集落に大きく二分できることが判明した。

集落の立地地形と浸水度合の関係

集落の立地地形と浸水度合の関係を把握するために，集落の標高，河川からの距離，浸水時の流速に注目して分析を進めた。その結果，標高や距離が浸水条件に絶対的に関係しているとはいえない結果が得られた。また

川を挟んで向かい合う互いに類似した立地状況の集落で，対照的な浸水結果を示すものがみられた。浸水する集落では，河川側に樹木が密集していることから，現地でのヒアリングでは回答は得られなかったものの，洪水の被害を軽減するための水害防備林を設けていた可能性があることを指摘した。

また，集落立地地形と浸水時の流速について分析した結果，浸水頻度の高い集落が多く存在している上流側では，浸水域が広いため氾濫時の流速が小さく，浸水頻度の低い集落が多く存在している下流側では，浸水域が狭いため浸水時の流速が大きくなることが判明した。すなわち上流部では浸水時の被害が小さく抑えられることで浸水頻度の高い位置に集落を設けることが可能であり，下流部では浸水時の被害が大きくなることからできるだけ浸水しない場所が選ばれているのだと考えられる。

また浸水頻度の高い集落に付随している神社の浸水状況を整理した結果，集落よりも先に浸水する神社が多いことが判明した。

洪水からみた集落と神社の立地特徴

以上の結果から，洪水の常襲地域における集落の立地特性には氾濫時の流速が大きく関係し，流速が小さい地域では浸水頻度が高い位置でも集落を設ける傾向がある一方で，流速が大きい地域ではできるだけ浸水を避ける位置に立地することを明らかにした。また，浸水が前提となっている集落では神社が洪水被害を軽減する役割を担っている可能性を指摘した。

(3) スイス・Valsにおける現代の氾濫許容型治水整備の内容と空間的特徴

本研究は，現代の氾濫許容型治水整備の事例として，スイス・ヴァルスでの取り組みを対象とし，整備に至る経緯や整備の特徴を明らかにしたものである。その成果は以下の通りである。

整備に至る経緯

ヴァルスは，古くから雪崩や洪水などの自然災害に悩まされてきた村であり，特に1868年の大洪水では，壊滅的な被害を受け，村全体でアメリカへの移住を検討したほどであった。その後，1950年代に上流部にダムが建設されたが，近年でも1987年，1999年，2003年，2008年とたびたび大きな洪水が発生していた。このうち，1999年の大洪水を受け，ヴァルス村が2000年に洪水対策検討のために洪水リスクに関する調査を土木エンジニア会社に依頼したことに始まる。

その調査により，100年確率の洪水量は，現況の流下能力の2.5倍以上であり，このままでは村の中心部に甚大な被害が発生することが判明した。それを回避する方法として，100年確率の洪水時には氾濫を含む複数の方法を組み合わせることで，村の中心部には浸水被害を発生させない治水整備を行うことが目指されることになった。

その後、2002年11月に概略計画が地区住民に提示・承認され、2003年4月より詳細な計画に着手した。その検討にあたっては、村長や建設部長に加え、州建設局の河川部長や文化財オーガナイザーなどからなる7名の自治体代表としての計画審査組織を立ち上げた。彼らは、建築家ピーター・ズントー氏と橋梁エンジニア、ヨーグ・コンツェット氏に設計アドバイザーを依頼し、土木エンジニア会社と議論の上、設計を進めた。

その後、計画は2004年に確定し、上流部から工事が始められ、2009年度にかけて堤防整備と3つの新しい橋梁が建設された。

整備内容と空間的特徴

整備の特徴は、村内全ての住宅や店舗に大きな被害を発生させないことを前提に、氾濫許容型の治水システムを採用している点にある。具体的には、まちの中心部が位置する右岸側を守るために、比較的住居の少ない左岸側で氾濫を許容するという考え方である。それに加えて、堤防・橋梁・建築物による空間としての工夫もおこなっている。

堤防でいえば、右岸側の堤防は、100年確率に対応したものであり、地場材のヴァルサー石を用い、壁の高さが1mになるように歩道の盛土高さを調整することで、川を眺めながら歩ける遊歩道を実現している。また、氾濫を許容する左岸側のうち、被害を受ける可能性のある住宅や店舗に関しては、それぞれの建物を守るように仮設堤防の基礎が埋め込まれており、洪水時には柱を建て込み、仮設の壁が構築できるようになっている。

一方、橋梁については、まちの中心部と学校を結ぶ橋では、右岸側の橋台にカウンターウェイトと油圧ポンプが格納されており、人力で跳ね上げることで、洪水をかわせる仕組みになっている。これにより、兩岸をフラットにつなぐことを実現している。このほか洪水時に撤去できる高欄と締め切れる入口を持つ橋や、ジャッキアップにより洪水をかわせる橋があり、橋梁の工夫により洪水をかわしつつ、平常時には村内に歩きやすい動線が確保されている。

また氾濫許容エリアにおける整備計画後の建築物では、1階部分をピロティにすることで氾濫流路を確保したり、セットバックやかさ上げにより浸水しない高さを確保するなどの工夫がなされている。

以上より、氾濫許容型整備においては、治水と風景、利便性を両立した、魅力的なまちづくりにつなげるために、単に堤防を低くするだけではなく、堤防の構造や高さ、橋梁や建築物といったまち側との協働が必要であることを指摘した。

(4) ドイツ・ミルテンベルクにおける仮設堤防型治水整備の内容と空間的特徴

本研究は、仮設堤防型治水整備の事例として、ドイツ・ミルテンベルクでの取り組みを対象とし、整備に至る経緯や整備の特徴を明

らかにしたものである。その成果は以下の通りである。

整備の経緯

ミルテンベルクは、フランクフルトからマイン川を80kmほど遡ったところにあるバイエルン州の都市である。古くより戦略上の要地として知られ、中世からは赤褐色のブンデル砂岩の産出地としても栄えた。現在もまちの中心部である旧市街には、ミルテンベルグ城や500軒を超す歴史的な木組み建築の街並みが残り、年間10万人の観光客が訪れる「マイン川の真珠」の名にふさわしい美しいまちである。

その一方で、旧市街は、マイン川の屈曲部の外側に位置するうえに、河畔と目抜き通りの標高差が1~3m程度しかないことから、これまで幾度となく洪水の被害に見舞われてきた。近年では1970年の大洪水により、数日間に渡って旧市街が冠水し、都市機能が麻痺する事態に陥っている。その後も洪水はたびたび発生しており、これが旧市街の空洞化の理由のひとつになっていた。

こうした状況を改善すべく実施された洪水氾濫シミュレーションにより、100年確率の洪水時には、平時よりも川の水位が3.5m上昇し、旧市街の大半に甚大な被害が発生することが判明した。これを受け、旧市街に面する延長1.9kmの区間を対象とする治水整備が1999年に開始され、17年後の2016年に整備が完了した。

整備内容と空間的特徴

整備構想の大きな特徴は、単に洪水からまちを守るのではなく、これを地域再生の機会と捉え、まちと川が一体となる魅力的な水辺空間の創出を目指した点にある。そのため、まちと川を視覚的・空間的に連続させること、水辺空間に市民の居場所を生み出すことが、コンセプトとして掲げられている。

それを実現する治水システムとして採用されたのが、確率年数に応じて堤防の構造を使い分ける方法である。すなわち、比較的頻度の高い25年確率の洪水までは永久構造による堤防で防御し、25年を超え100年確率までの洪水は仮設構造の堤防で防御するという考え方である。

これを基本タイプとし、まちの中心部から離れた場所では100年確率に対応する永久構造の堤防、まちと川を結ぶ動線上には開口部を設け100年確率に対応する仮設堤防のみというように、まちとの関係に応じて3つのタイプを使い分けている。もし仮設堤防を用いなければ2mを超える高さの堤防が全区間にわたって設けられることになるため、まちと川をつなぐために仮設堤防が絶大な効果を発揮しているといえる。

なお仮設堤防区間は全体の6割を超える約1.2kmに及んでおり、旧市街の中心部ではほぼまちと川のつながりが確保されている。ちなみに仮設堤防は、運搬・設置・保管・維持管理性の観点から区間全体で同一の部材要

素で構成され、洪水時にも安全に輸送可能な倉庫に保管されている。またバイエルン州の洪水予測システムと連動し、洪水到達時間の約 50 時間前に設置の必要性を判断できる仕組みが構築されている。

こうした治水システムに加え、コンセプトを実現するために空間デザインにも工夫がこらされている。

まず永久構造のコンクリート堤防は、表面に地場の石材を用いることで、まちの風景をより引き立たせることに成功している。その堤防高さは、まち側の立ち上がりが 90cm になるよう、まちと川の高低差が上手に操作されている。これにより川を眺めながら散策や食事を楽しめる空間が実現されている。堤防の開口部は、街路と位置を合わせ、必要に応じて広場空間をしつらえることで、コンセプトのひとつである、まちと川を視覚的・空間的に連続させることに大きく貢献している。

一方、水辺空間についていえば、まちと川が比較的近接している下流区間には、水辺沿いの遊歩道に加え、芝生やウッドデッキによる気持ちのよい空間がつくられている。またマイン川橋の付近には、ミルテンベルク最大のイベントに対応できる大きな空間が確保されている。

以上より、仮設堤防型治水整備においても、氾濫許容型治水整備と同様に、治水と風景、水辺のアクティビティを両立する魅力的なまちづくりにつなげるために、まち側との協働が重要であることを指摘した。

5. 主な発表論文等 (研究代表者は下線)

[雑誌論文](計3件)

- ・ 二井昭佳：水辺をまちに開く治水デザイン-使い手目線からまちと川の新たな関係構築を目指して-，都市+デザイン，Vol.35，pp.13-17，2017.【査読なし】
- ・ 二井昭佳：スイス・Valsにおける氾濫許容型治水整備の概報，土木学会景観・デザイン講演集，Vol.12，pp.137-140，2016.【査読なし】
- ・ 村松幹允，二井昭佳：雄物川中流域における明治合祀以前の神社と合祀神社の立地傾向，土木学会景観・デザイン講演集，Vol.12，pp.274-279，2016.【査読なし】

6. 研究組織

(1)研究代表者

二井 昭佳 (NII, Akiyoshi)
国土館大学・理工学部・准教授
研究者番号：40459011