

学 位 論 文 要 旨 (Summary of the Doctoral Dissertation)	
学位論文題目 (Dissertation Title)	市街化区域・用途地域のみが氾濫域となる河川の流域治水の在り方に関する研究 (STUDY ON APPROACH OF INTEGRATED BASIN FLOOD MANAGEMENT IN RIVER WHERE ONLY URBANIZED AREAS ARE FLOOD-PRONE AREAS)
氏 名 (Name)	天野 卓三
<p>近年の水災害による甚大な被害を受けて，施設能力を超過する洪水が発生することを前提に，気候変動の影響や社会状況の変化などを踏まえ，あらゆる関係者が協働して流域全体で行う「流域治水への転換」を推進されている．令和 3 年 11 月 1 日に施行された「特定都市河川浸水被害対策法等の一部を改正する法律」では指定要件が緩和されたため，広島県が管理する二級河川本川水系では，令和 4 年 7 月 25 日に施行後二級河川で全国初となる特定都市河川及び特定都市河川流域の指定を行った．</p> <p>本川流域は氾濫域全体が用途地域に指定され，市街化が進む都市を流れる河川であり，都市域である氾濫域において，流域流出抑制対策（流域治水）を実施する必要がある，中上流域に氾濫原を抱える河川とは異なる流域治水の取り組みが必要と考えられる．今後，このような河川の特定都市河川の指定が増えていくものと思われ，先駆的な本川の事例は重要である．本論文では，本川をモデル河川として特定都市河川制度の課題や適用性を把握するとともに，流域治水の在り方と方向性を検討したものを研究成果としてまとめたものである．</p> <p>第 1 章は，本研究に関する背景，目的，構成を示している．</p> <p>第 2 章では本川のような流域における特定都市河川制度の適用と課題を述べている．まず治水対策の歴史的経緯を説明し，「流域治水対策」が，これまでの治水対策（総合治水対策や今後の治水対策のあり方）における「流域を中心とした対策」と大きく変わるものではないことを示した．また，大きな違いとして，法的枠組みで治水対策が実施可能な「特定都市河川」に関する指定要件が緩和され，本川のような小さな河川においても特定都市河川の指定が可能となったことを説明している．</p> <p>次に特定都市河川制度への適用と課題を論じている．本川で甚大な被害が発生した平成 30 年 7 月豪雨，令和 3 年 7 月洪水の氾濫シミュレーションを実施し，流域特性（山地と市街地），既往洪水の浸水域（市街地）より，流域での対策は浸水被害の発生している市街地部で実施することになり，一般的な河川の浸水被害対策基本方針に沿った考え方では，その実施に当たって，大きな課題を有していると考えられ，以下の事項に関する流域特有の整理が必要であることを指摘した．</p> <p>1) 本川の治水計画は内水域（用途地域）での流出抑制を組み込んでおり，段階的な整備においても河川・下水道の将来ビジョンに基づいた計画とする必要がある．</p> <p>2) 用途地域に指定されている流域では，貯留機能保全区域の指定，調整地等の建設など，土地利用方法に関して幅広い視点での検討を進め，地域住民・企業との合意形成を図りつつ，対応方法を検討する必要がある．</p> <p>3) このような流域のハード整備（流域流出抑制施策）は，田んぼダムやため池貯留の効果がほとんどなく，下流市街地（市街化区域，用途地域）での対策に限定され，河川整備と下水道整備が氾濫に与える影響を分析しておくことが必要である．</p>	

第 3 章では第 2 章での整理結果を定量的に把握するため，河川・下水道整備が氾濫に与える影響評価について述べる．河川整備と下水道整備の目標規模を対象として，降雨規模を河道計画に準じる場合（平成 30 年 7 月実績，50 年確率），下水道整備計画に準じる場合（7 年確率）で氾濫シミュレーションを行った．平成 30 年 7 月実績対策は流域水害対策計画，50 年確率対策は河川の将来ビジョン，7 年確率対策は下水道の将来ビジョンである．河川の河道断面は，現況河道，河川整備計画河道（流域水害対策計画），河川整備基本方針河道（将来ビジョン）を設定し，下水道施設は現況ポンプ，大王地区の新たなポンプ場，調整地，計画水路の設置，楠通地区のポンプ場を設定した．これらの組み合わせで氾濫低減効果を定量的に検討し，河川整備や下水道整備が他地先の氾濫へ与える影響を評価した．さらに超過洪水を想定したポンプ停止基準について，左右岸ともに浸水を助長させることなく，かつ，左右岸の浸水リスクが同等となる適正な水位の設定方法を示した．流域面積が小さく，氾濫域のほとんどが用途地域に指定されている本川流域のような河川の流域治水の在り方や方向性は以下のように示された．

- 1) 現行の氾濫メカニズムにおいて，本川と支川(水路)が順流・逆流を繰り返す，下水道排水区の流出量が河川に全量流下していない河川では，自然と流域流出抑制となっている．
- 2) 下水道排水区を抱える河川では，基本高水ピーク流量と河川に到達する流量には乖離があり，下水道整備を考慮した河川整備規模(計画高水流量)を設定することが望ましい．
- 3) 下水道整備などの内水対策は，河川への効果が限定的となる，または，逆に河川水位を上昇させる可能性を有し，流域流出抑制対策にならない．
- 4) 河川の整備水準が低い状況下で下水道整備を実施した場合，他地域で氾濫リスクが増大する可能性があり，暫定的なポンプ場操作规程の設定など，流域治水対策を総合的に判断する必要がある．
- 5) 本川流域の場合，下水道整備による浸水の助長回避，左右岸の浸水リスクの評価を踏まえたポンプ停止基準は TP. 2.7m である．

第 4 章では各章の結論をまとめ，さらに本論文の全体的な結論を提示した．

学 位 論 文 要 旨

(Summary of the Doctoral Dissertation)

学位論文題目

(Dissertation Title)

市街化区域・用途地域のみが氾濫域となる河川の流域治水の在り方に関する研究 (STUDY ON APPROACH OF INTEGRATED BASIN FLOOD MANAGEMENT IN RIVER WHERE ONLY URBANIZED AREAS ARE FLOOD-PRONE AREAS)

氏 名 (Name)

天野 卓三

The Honkawa River basin is designated as use districts for the entire floodplain and flows through an urbanized city. Therefore, it is necessary to implement basin runoff control measures in the urban floodplain. This requires a different approach to the integrated basin flood management compared to other rivers with floodplains in the middle and upper reaches. As the designation of such rivers as specific urban rivers increases in the future, the pioneering example of the Honkawa River is important. This study used the Honkawa River as a model river to identify the issues and applicability of the specific urban river system and summarizes the research results on the approach and direction of basin-wide flood control.

Chapter 1 presents the background, objectives, and composition of this study.

Chapter 2 discusses the application and issues of the specific urban river system in basins like the Honkawa River. First, the historical background of flood control measures is explained, demonstrated that basin-wide flood control measures are not significantly different from previous "basin-focused measures". Additionally, it explains that a major difference is the relaxation of designation requirements for specific urban rivers, allowing flood control measures to be implemented within a legal framework. This change makes it possible for smaller rivers like Honkawa River to be designated as specific urban rivers. Next, the application and issues of the specific urban river system are discussed. Flood analysis was conducted for the July 2018 heavy rain and the July 2021 flood, which caused significant damage in Honkawa River. It was shown that measures in the basin should be implemented in the urban areas where inundation damage occurs, based on the basin characteristics and the inundation areas of past floods. It was pointed out that this approach cannot apply the general principles of flood damage countermeasures for typical rivers and has significant challenges. Therefore, it is necessary to organize basin-specific considerations regarding the following matters.

- 1) Honkawa River flood control plan incorporated the runoff control into the inland water area. Therefore, the river and sewerage system planning are needed in the phased future improvements.
- 2) In basins designated as use districts, the land use methods must be considered from a wide range of perspectives, such as the designation of storage function conservation areas and construction of control areas. Moreover, the countermeasures must be examined under the agreement formation among the stakeholders.
- 3) In a river basin such as Honkawa River, the reservoir effect of rice field dams or irrigation ponds is little and those are used for only the downstream urban areas. Therefore, it is necessary to analyze the impact of river improvement and sewerage improvement on flooding.

Chapter 3 discusses the impact assessment of river and sewerage improvements on flooding to quantitatively evaluate the results mentioned in Chapter 2. Flood analysis was conducted based on the rainfall scales according

(和文 2,000 字程度 / 英文 800 語程度)
(about 800 words)

to the river channel plan (July 2018 actual, 50-year probability) and the sewerage improvement plan (7-year probability). The measures based on the July 2018 actual results are part of the basin flood control plan, the measures for the 50-year probability are part of the future vision for rivers, and the measures for the 7-year probability are part of the future vision for sewage. The river channel cross-section was set based on the current river channel, the river improvement plan channel, and the basic river improvement policy channel. The current pump station, a new pump station in the Daiou area, a regulating reservoir, planned waterways, and a pump station in the Kusunoki Dori area are set for sewerage facilities. The combination of these measures was quantitatively examined for their flood reduction effects, and the impact of river and sewerage improvements on flooding in other areas was evaluated. Furthermore, the criteria for stopping pumps in the event of excessive flooding were established. This method ensures that flooding is not exacerbated on either bank and that the flood risk is equally balanced between the left and right banks.

The approach and direction for basin flood control in rivers like the Honkawa basin, where the basin area is small and most of the floodplain is designated for use districts, are indicated below.

- 1) In the current flood mechanism, the flow direction between the main channel and the sub channel (drainage) alternate, and the runoff automatically is suppressed in the case that the runoff from the sewer drainage area does not fully flow into the main river.
- 2) For rivers with sewer drainage areas, there is a discrepancy between the basic high water peak flow and the flow reaching the river. Therefore, it is desirable to set the river improvement scale considering sewerage improvements.
- 3) The effectiveness of the measures for pluvial flood control, such as sewerage improvements, is limited to rivers. On the contrary, it may increase the river water level.
- 4) The flooding risk increases in other area if the sewage system improvement is conducted in the absence of sufficient river improvement. Therefore, it is necessary to comprehensively assess basin flood control measures including the establishment of provisional pump station operation regulations.
- 5) The pump stop criterion of Honkawa River basin is estimated with the inundation risk evaluation, and it is TP.2.7m.

Chapter 4 summarizes the conclusions of each chapter and presents the overall conclusions of this thesis.

(様式 9 号)

学位論文審査の結果及び最終試験の結果報告書

山口大学大学院創成科学研究科

氏 名	天野 卓三
審 査 委 員	主 査： 朝位 孝二
	副 査： 鈴木 素之
	副 査： 榊原 弘之
	副 査： 山本 浩一
	副 査： 赤松 良久
論 文 題 目	市街化区域・用途地域のみが氾濫域となる河川の流域治水の在り方に関する研究 (STUDY ON APPROACH OF INTEGRATED BASIN FLOOD MANAGEMENT IN RIVER WHERE ONLY URBANIZED AREAS ARE FLOOD-PRONE AREAS)
【論文審査の結果及び最終試験の結果】 近年の豪雨による河川氾濫災害を受けて流域治水が推進されている。令和 3 年に特定都市河川の指定要件が緩和され、比較的流域が狭い河川においても特定都市河川として指定され得る。このような河川では山間部の集水域から市街化区域・用途地域までの間が短く一級河川のような圃場などの中間的な氾濫域がほとんどない。このため氾濫域が市街化区域・用途地域だけとなり一級河川とは異なる流域治水対策が求められる。また将来的にこのような特定都市河川が増えることが予想される。本研究はこのような背景のもと市街化区域・用途地域のみが氾濫域となる特定都市河川における流域治水の在り方・方向性について論じたものである。 広島県竹原市を流れる本川を研究フィールドとして特定都市河川制度を適用した場合の課題を検討した。検討に必要な内外水一体型氾濫解析モデルを平成 30 年 7 月に広島県呉市の野呂川水系で発生した氾濫に適用してその妥当性を示した。それを本川の河川・排水システムに適用した。平成 30 年 7 月の豪雨を入力条件として河川改修後断面でシミュレーションした結果、氾濫は減少せず、河川対策と下水道整備を連携した治水対策を進める必要性を指摘した。また河川整備基本方針では 50 年確率、下水道整備では 7 年確率の流量を設定するが、下水道整備のピーク流量の方が河川整備よりも 3 倍近く大きいため、両整備計画の整合性を保つことが重要であることも指摘した。 遊水地などの治水対策施設の策定は治水上有効かつ重要であるが、対象となる河川流域では市街化区域・用途地域内にそれを策定することになり、都市計画上大きな困難が伴う。本研究では農地であれば調整池として買収、市街地であれば地下調整池を建設することを提案した。近年注目されている田んぼダムは、その効果は流入流量が大きい河川に対しては限定	

(様式 9 号)

的であるが、排水路に対しては効果があることを示した。

河川整備と下水道整備が氾濫に与える効果について内外水一体型氾濫解析モデルで解析を行った。本川の右岸は下水道整備が完了しているため、雨水は下水道を通して処理場へ流されるが、左岸は整備が完了していない。このため左岸の内水はポンプによって河川に強制排水する計画となっている。河川整備計画断面および下水道ポンプ整備後の条件でシミュレーションを行った。ポンプ位置よりも上流側に右岸から本川に接続する自然流下する排水路があるが、ポンプ河道の条件次第では、この排水路に本川の河川水が逆流し、超過洪水では右岸側の氾濫を助長することが明らかとなった。ポンプ稼働条件を種々変えて検討した結果、河川水位による停止基準を設けてポンプ稼働させた場合右岸側は浸水を助長しないが左岸側は部分的に床上浸水が発生することが分かった。また停止基準を設定しなければ右岸の浸水を助長するが、左右岸とも床上浸水はしないことが分かった。本研究では浸水を助長することを防止する T.P.2.7m という停止基準を提案した。

本研究では将来的に増えてくることが予想される市街化区域・用途地域のみが氾濫域となる特定都市河川について、その流域治水の在り方・方向性について竹原市を流れる本川をフィールドとして検討を行った。治水対策をすべて市街化区域・用途地域内で行う必要があるため、河川整備と下水道整備の整合性を保ち連携して進める必要性を論じた。これらは今後、類似の特定都市河川に対して有益な知見を与えるものである。

本審査会において副査より英文題目についての指摘があった。具体的には用途地域の英訳であるが、指摘に従って再検討・修正を行った。公聴会には 37 名の参加者があり活発な質疑が行われた。主な質問内容は雨水浸透阻害行為の具体的対策、モデルの潮位の取り扱い方、貯留機能保全計画と居住誘導区域のトレードオフについて、田んぼダムの効果についてであった。いずれの質問に対しても発表者からの的確な回答がなされた。

以上より本研究は独創性、信頼性、有効性、実用性ともに優れ、博士（工学）の論文に十分値するものと判断した。

論文内容及び本審査会、公聴会での質疑に関する応答から、最終試験は合格とした。

なお、主要な関連論文の発表状況は下記の通りである。（関連論文 計 2 編、参考論文 計 1 編）

関連論文

- 1) 天野 卓三, 朝位 孝二, 菊田 勇平, 太田 康介, 山本 泰督: 中小河川の特定都市河川流域への適用と課題, 土木学会論文集, Vol.80, No.3, 23-00120, 2024.
- 2) 天野 卓三, 朝位 孝二, 菊田 勇平, 太田 康介, 山本 泰督: 中小河川の特定都市河川流域における河川・下水道整備が氾濫に与える影響評価, 土木学会論文集, Vol.81, No.2, 24-00095, 2025.

参考論文

- 1) 天野 卓三, 朝位 孝二, 白水 元, 高夫 章光, 山本 泰督: 平成 30 年 7 月豪雨における土砂等の流出が野呂川ダムと河川氾濫に与えた影響, 土木学会論文集, Vol.75, No.1, 200-207, 2019.