



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	河川と下水道の一体的解析に基づく流域全体を俯瞰した水害リスク評価手法に関する研究
Author(s)	米田, 駿星
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第16620号
Issue Date	2025-09-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16620
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/98230
Type	doctoral thesis
File Information	Yoneda_Hayase_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 米田 駿星

審査担当者 主 査 教 授 山田 朋人
副 査 教 授 泉 典洋
副 査 教 授 渡部 靖憲
副 査 特任教授 石塚 宗司 (大学院工学研究院)
副 査 准教授 岩崎 理樹

学位論文題名

河川と下水道の一体的解析に基づく流域全体を俯瞰した水害リスク評価手法に関する研究
(Development of Flood Risk Assessment Methods Based on Integrated River and Sewer System
Analysis from a Basin-Wide Perspective)

近年,我が国において河川や下水道の整備目標を超過する豪雨が頻発しており,流域内で生じる水害リスクの把握が課題となっている.流域内には,河川,中小河川,下水道が存在するが,降雨流出,氾濫発生等の時空間スケールが異なり,浸水発生メカニズムも異なる.また,河川と下水道は,管理機関が異なるために整備規模や整備水準の違いも生じている.そのため,浸水想定区域図やハザードマップは,個別に外力条件を設定しており,解析手法も統一されていない.我が国の河川と下水道を一体とした研究は,1999年福岡市の豪雨災害と2000年東海豪雨での都市部における下水道と河川の氾濫による人的被害を受けて活発に議論された.既往研究では個別の集水区に対する水害リスクの分析や予測解析となっており,流域スケールを対象とした事例は少ない.また,河川と下水道の両方を対象とした降雨外力の設定方法や水害リスクの評価に関して両面から議論したものではない.本研究は,河川と下水道を一体的に取り扱うことで,流域内における外水氾濫と内水氾濫を予測し,俯瞰することで水害リスクを評価する手法を提案するものである.まず,河川から下水道までを一体的に解析する内外水同時解析手法を開発した.次に,河川と下水道の時間スケールを踏まえた2つの時間軸での降雨外力の評価手法を提案した.そして,水理量に基づくリスクランクでの評価,流域内の浸水発生要因を内外水同時解析から可視化する手法を開発した.最後に,アンサンブル気候予測データを活用した内外水同時解析を実施し,流域全体を俯瞰した水害リスク予測手法を提案した.第二章は,河川から下水道を一体的に解析する内外水同時解析手法の開発を実施した.札幌市内の豪雨時に現地調査を実施し,下水道からの内水氾濫,中小河川の急激な水位上昇を調査した.また,複数の降雨を対象に検証計算を実施し,札幌圏域を対象とした流域スケールの内外水同時解析モデルを構築した.現地調査で得られた知見をもとに,内外水同時解析モデルに対して,窪地の浸水発生を考慮するための降雨の分離,下水道からの氾濫量を枝管マンホールへ分配,下水道の集水区単位での解析区域の拡大を実施し,解析モデルの再現性の向上と高速化が実現した.第三章は,大河川から下水道の水害リスクの評価で対象とすべき降雨外力を抽出する手法を検討した.一般的に河川の整備水準は,1つの時間軸を対象とした確率降雨で評価する.本研究では,降雨外力を2つの時間スケールに着目した複合確率を用いて評価する手法を提案した.本手法では,大河川の治水計画で用いられる数日単位の総雨量と洪水が基準地点に到達するまでの短時間雨量を用い

た複合確率を算出し、総雨量、短時間雨量の両軸から降雨を相対評価した。この手法によって、2つの時間軸で降雨外力を評価することが可能となった。

第四章は、内外水同時解析から算出される水理量をもとに、水害リスクの分析と評価の方法を検討した。浸水想定区域図に記載される浸水深のみでは、想定される水害リスクが地域住民に対してどれほど危険なのか不明確である。そのため、既往研究やガイドライン等を参考に、水深と流速から避難困難等の水害リスクベースの評価を実施するリスクランクを提案した。次に、内外水同時解析に浸水発生要因別の追跡子を導入することで、各地先や地区の浸水発生要因を時空間的に可視化する手法を開発した。

第五章は、アンサンブル気候予測データの内外水同時解析への活用を検討し、未経験の降雨外力に対する水害リスクを予測した。アンサンブル気候予測データを想定した多様な時空間分布の降雨外力を作成し、内外水同時解析で浸水域を算出した。その結果、水害リスクの発現は、降雨の空間解像度よりも時間解像度の影響を強く受けることを示した。最後に、各章で得られた知見を踏まえて、アンサンブル気候予測データから札幌市内で未経験の降雨波形を抽出し、その降雨を対象とした水害リスクを予測した。

最後に、本研究では河川と下水道を一体とした内外水同時解析において降雨外力の時間解像度が水害リスクの発現に大きく影響することを示し、内外水同時解析への追跡子の導入による水害リスクの可視化に関する新たな手法を開発した。さらに、アンサンブル気候予測データを境界条件とした、流域全体の水害リスクの予測手法を示した。これを要するに、大河川、中小河川、下水道という異なる時空間スケールで浸水被害を一体的に議論するモデリングと観測の重要性を提示し、降雨外力を2つの時間軸で評価する手法によって流域スケールでの治水計画の高度化に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。