



Title	気候変動を踏まえた統合的水害リスク評価手法とその活用に関する研究
Author(s)	植村, 郁彦
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第16619号
Issue Date	2025-09-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16619
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/98229
Type	doctoral thesis
File Information	Uemura_Fumihiko_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 植村 郁彦

審査担当者 主 査 教 授 山田 朋人
副 査 教 授 泉 典洋
副 査 教 授 猿渡 亜由未
副 査 教 授 西村 聡
副 査 特任教授 石塚 宗司 (大学院工学研究院)

学位論文題名

気候変動を踏まえた統合的水害リスク評価手法とその活用に関する研究
(A Study on Integrated Flood Risk Assessment Methods and Their Application Considering Climate Change)

近年, 我が国では観測記録を超える豪雨の頻発等の気候変動の影響が顕在化しており, 水害による被害軽減に向けて, 水害リスク評価に基づいた対策推進が求められている. 自然災害分野のリスク評価はハザード・暴露・脆弱性の三要素から構成され, その評価過程には様々な不確実性が内包される. 例えば, ハザード評価は, 降雨を外力とした流出解析による河川流量・水位の算出, さらに堤防決壊後の氾濫解析により浸水深を推定する方法が一般的であるが, これらの過程には水文・観測データの精度や測量データの時空間代表性等に起因する不確実性が含まれている. 近年では, 気象・水文, 構造物の高精度な観測技術の開発により, これまで定性的に扱われてきた不確実性について確率分布を持つ情報として定量的に取り扱うことが可能となりつつある. これは, 経済学者フランク・ナイトの定義する「測定不可能な不確実性」から「確率として測定可能な不確実性」への転換と位置づけられる. しかしながら, こうした不確実性を定量化し, 水害リスク評価に反映した事例は限られている. 本研究は, 上記の背景を踏まえ気象現象から流出・氾濫の一連過程における不確実性のうち確率として測定可能な要素を評価過程に導入した統合的水害リスク評価手法について論じたものであり, 平常時・緊急時の意思決定支援に資する水害リスク評価の高度化を図り, 気候変動を踏まえた治水政策の推進に貢献するものである.

第2章では, 大規模アンサンブル気候予測データ (d4PDF) を極端降雨イベントの発生期間を対象としたダウンスケーリングにより空間解像度を高めた気候予測モデルを活用し, 平常時及び緊急時のそれぞれの活用場面に応じたリスク情報生成を目的とした統合的水害リスクを評価した. 平常時の水害リスクは, 住民や事業者による対策検討に資する情報として家屋一戸あたりの浸水リスクを算定し, 年平均想定被害額や対策の費用対効果を平面分布やリスクカーブとして示した. 緊急時の水害リスクは, 自治体の避難情報発令の判断支援に関わる情報として, 気候予測データに基づく降雨から河川流出, 氾濫に至る洪水シナリオを作成し, 自治体との模擬訓練への活用を通じシナリオの有効性を明らかにした.

第3章では, 上述の気候予測モデルを活用し, 河川計画に用いられる水文統計量である確率雨量が取り得る不確実性を評価した. 従来の河川計画で用いられる年最大降雨イベントの標本数と同規模の標本数による評価手法を提案し, 計画で用いられてきた時間スケールでの確率雨量の取り得る不

確実性を示した。また、流出解析により河川計画で用いられる水文量であるピーク流量の時空間分布に起因する不確実性を示した。本成果は、気候変動を考慮した河川計画への転換の契機となっており、今後の治水政策の高度化に寄与するものである。

第4章では、水害リスク評価におけるハザード評価のうち堤防の決壊条件に着目し、越水及び侵食の双方の堤防決壊プロセスをモデル化した。また、各プロセスに内在する不確実性のうち、確率として測定可能な要素を、モンテカルロ法における確率分布を持つ乱数として導入することで、破堤確率評価モデルを構築した。構築したモデルを十勝川帯広市街地に隣接する堤防に適用し、破堤確率の縦断分布を示した。本手法は、リスク評価における堤防決壊条件の高度化に加え、不確実性を有する要素間・評価地点間の分析により、維持管理や危機管理上の重要視すべき要素の検討を可能とするものである。

第5章では、水害リスク評価への破堤確率の導入を目的とし、各破堤点で算出された破堤確率を統合する手法を提案した。破堤の発生が上下流間で相互に影響し合う従属性に着目し、評価地点間の距離に応じた従属関係の位置づけを可変にする方法を提案した。提案した手法を帯広市街地に隣接する堤防に適用し、評価区間全体の破堤確率が従属関係の捉え方により大きく変化することを示した。本研究で提案した破堤確率を堤防決壊条件とした統合的水害リスク評価は、個人にとってより現実的なリスク情報の提供を可能とするものである。

以上、本研究は、近年頻発する豪雨災害や気候変動の影響を背景として、これまで確定的に取り扱われてきた降雨外力や堤防構造等の要素に内在する不確実性を、確率的情報としてリスク評価プロセスに導入する手法を構築した。本手法により、平常時および緊急時における意思決定支援に資する、統合的な水害リスク情報の生成を可能とした。これを要するに、著者は、従来の水害リスク評価に対し、確率として測定可能な不確実性を導入した統合的水害リスクの概念及び評価手法を提案したものであり、今後の気候変動を踏まえた治水政策、防災対策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。