

水災害における災害リスクをもとにした総合的な防災・減災システムの構築

菅原, 巧

<https://hdl.handle.net/2324/7363753>

出版情報 : Kyushu University, 2024, 博士 (工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :



氏 名 : 菅原 巧

論 文 名 : 水災害における災害リスクをもとにした総合的な防災・減災システムの構築

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

近年、気候変動や社会構造の変化により水災害が激甚化しており、人的被害を生じる風水害が頻発している。これに対し、我が国では、災害による被害の発生を前提とし、その被害を最小化する減災の考え方にに基づき災害対応を行っている。この考え方にに基づき、災害による犠牲者を低減するためには、発災直後の対応だけでなく、災害からの復旧・復興を通じて被害を受けにくい社会を構築し、災害予防対策・事前準備を含む災害サイクル全体を通じた対策を講じることが重要である。しかし、これまでは発生した災害に対し、メカニズムの解明や事後対応に関する調査など、災害サイクルの発災から応急対応に重点を置いた研究が中心となっており、その成果が災害の予知・予測、避難判断に活用された実績は少ない。また、災害を受ける住民に講じられるソフト対策は、ハザードマップの配布や避難訓練などが実施されているが、対策を講じることによって防災意識の醸成にまで至ったかを焦点に当てた研究事例は少なく、防災リテラシーの向上につながるソフト対策が進められているとは言えない。このように、これまでの防災研究は災害サイクルのうち、発災後の応急対応や事後調査に焦点を当てた研究が中心であることから、被害の予測情報を提供し、減災を図る取り組みが十分に機能せず、結果として人的被害が生じていることが大きな課題となる。

本論文では、適切な避難行動をとることによって被害の軽減が可能な水災害を対象とし、災害による被害を予測し、その予測結果により避難判断支援を活用するための総合的な減災システムを構築し、行政・住民がそれぞれ必要とする情報や支援を適切に提供することで災害による犠牲者の低減を目指す。具体的には、発災時に膨大な気象情報から知識や経験に基づく避難判断の意思決定を行う行政に対して、災害によるハザードの影響範囲の推定から、脆弱性・暴露に基づく災害リスク評価手法を構築し、被害予測情報として提供する避難判断支援システムを構築する。住民に対しては、単なる防災情報の提供から、災害リスクコミュニケーションを通じ、防災リテラシーを向上させる手法を検討する。

本論文は以下に示す第 1 章から第 6 章までの 6 つの章で構成される。

第 1 章では、日本における防災施策が大規模災害の発生を契機に段階的に強化・拡充されてきた歴史的経緯を整理するとともに、近年の気候変動や人口減少・高齢化など社会構造の変化が自然災害を複雑かつ深刻化させている現状を述べた。さらに、災害サイクルを通じて減災を図るには、発災前からリスク評価や備えを整え、発災時には的確な避難判断を下す総合的なシステムが必要であると指摘した。この際、ハザード情報のみではなく脆弱性を組み込んだ「災害リスク」を明示的に活用することが重要であることをまとめた。そして、最後に本論文の構成を示した。

第 2 章では、災害時に住民の生命を守るための最も基本的な対策である「避難行動」に着目し、避難情報発令や避難判断プロセスに関する既往研究や事例を整理した。特に、近年発生した豪雨災

害事例を通じ、被害の軽減のためには、災害によって発生する被害を予測し、的確なタイミング・範囲において避難情報を発令することが重要であると指摘した。一方で、災害時に時々刻々と変化する災害リスク評価する手法は未だ確立されていないという課題を示し、これを克服するためには、ハザード評価と脆弱性評価を統合した災害リスク指標が有効な切り口となることを示した。

第3章では、機械学習を活用した洪水氾濫域推定モデルの構築に焦点を当て、標高や土地利用といった従来要素に加え、傾斜角を重みとしたコスト距離、相対標高、時間的变化指標など多彩な説明変数を導入することで、河川破堤点ごとの特徴的な氾濫過程を再現できるモデルを構築・検証した。さらに、複数流域・多様な氾濫条件に適応可能とするための氾濫域推定モデルへの学習手法を示すとともに、地形特性に基づく破堤点周辺の分類やクラスタリング手法を用いることで、未学習地域でも高精度な浸水予測を実現する手法を提案した。

第4章では、上記で構築した洪水氾濫域推定モデルと脆弱性・暴露評価を統合し、災害リスク評価をもとに自治体の避難判断を支援する市町村災害対応総合支援システム（Integrated-System of Disaster Reduction for Municipalities: IDR4M）を開発した。茨城県常総市で実施した実証実験により、IDR4M が複合的な防災情報を一元管理し、リアルタイムで視覚的にリスクを提示できることを確認した。その結果、自治体担当者へのヒアリングでは、わかりやすい指標提示や条件設定の柔軟性が評価されつつ、操作性向上などの課題も浮き彫りとなった。これにより、避難発令の遅れや必要以上の広域避難勧告を防ぎ、より精緻な地域特性を踏まえた避難支援を実現し、防災施策の戦略的立案に大きく寄与する可能性が明らかとなった。

第5章では、住民が自発的に避難行動をとるためには防災リテラシーの向上が欠かせないことに着目し、災害リスクコミュニケーション（災害 RC）手法を検討した。防災リテラシーを「脅威の理解」「そなえの自覚」「とっさの行動への自信」の3要素に定義し、住民参加型の地区防災マップ作成やタイムライン策定を通じて、この3要素がいかに向上するかを傾向スコア分析により定量的に評価した。その結果、地区防災マップは地域固有の地形・地質的脆弱性を理解し、災害に対する脅威の理解を促進し、避難行動への自信につながる一方、タイムラインは時系列に沿った共助行動計画の策定を支援し、そなえの意識喚起を助けることが示された。傾向スコア分析からは、質問紙調査から標準化された防災リテラシーのスコア値が災害 RC への参加者が 0.5 ポイント程度を示す一方、不参加者は 0 ポイント程度となり、災害 RC への参加が防災リテラシーの醸成につながることを統計的に明らかにした。

第6章ではこれらの成果を統括し、結論とした。