

京都大学	博士（工学）	氏名	木村 誠
論文題目	予測制御手法の不確実性を考慮した都市雨水に係るソフト対策の定量評価手法に関する研究		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は、これまで貯留施設建設等のハード対策を中心としてきた都市内水域の雨水対策において、効率的な施設運用と減災活動支援などのソフト対策を実用化し、雨水対策に位置づけるための方法論を確立することを目的とした研究についてまとめたものであり、6章からなっている。</p> <p>第1章は序論であり、都市内水域における雨水に係わる課題を整理し、ソフト対策の必要性を示し、現状では実用化に至っていない要因として、モデル化の精緻さ・モデルパラメータ・降水等入力条件・初期条件の4つの項目毎の不確実性を整理し、本研究における不確実性の大きさやその軽減策についての取り扱いを明示している。さらに、本研究の目的、対象とする降雨事象と予測技術、対象流域とする下水道排水区域と排水施設の概要および問題点を示し、本論文の構成を述べている。</p> <p>第2章では、都市における局地的豪雨時の内水氾濫が再現可能な浸水評価モデルを構築するとともに、その再現に求められる要件を明らかにしている。都市浸水の再現を論じるに際しては、一般に浸水実績資料が量的質的に得られないことが課題であるが、本章では可能な限り都市の雨水流出・浸水過程を詳細に表現する浸水評価モデルを構築し、その評価結果を比較対象として、精度を確保するための要件検討を行った結果、「下水道・地表面解像度」と「入力雨量情報の時間・空間分解能」の影響が大きく、前者については直径500mm超過の準幹線、5～10m程度の地表面解像度が必要であり、後者については500m～1km程度の空間解像度と極力短時間での雨量情報の更新・配信が必要であることを示している。</p> <p>第3章では、浸水制御施設や減災支援を実現するためのリアルタイム浸水予測手法について検討し、詳細な物理モデルと同程度の浸水再現精度を保ちつつ簡素化したモデルによって計算負荷が軽減し、より短時間での浸水予測が可能となることを明らかにしている。また、面的な浸水状況を逐次かつ瞬時に評価するために、雨量情報などから浸水状況を直接的に評価するためにパターン分類手法を援用した統計モデルを構築し、予測リードタイムに依存する予測雨量精度を考慮したリアルタイム浸水予測手法の最適化方法を提案している。これらの結果と実流域とレーダー情報を用いたケーススタディを通して、都市浸水予測においては詳細な浸水評価手法を適用するよりも、より予測リードタイムの短い雨量情報が利用可能となる計算負荷が小さい手法の適用が有効かつ必要であることを示している。</p> <p>第4章では、減災行動のための都市浸水リスクの情報提供手法について検討し、3章までに構築したリアルタイム浸水予測モデルを活用して面的に細かい地区毎に浸水警報を発令した場合、現状の浸水警報等と比較して警報・注意報の空振りが1/10程度</p>			

京都大学	博士 (工学)	氏名	木村 誠
<p data-bbox="172 275 1415 477">にまで減少でき、浸水危険度の高い地区毎にきめ細かい警報が発令できるなど発令精度が飛躍的に向上するとともに、減災行動回数の低減という直接的効果が得られ、情報の信頼性向上に伴う減災行動の実行率の向上、さらには浸水被害額の軽減効果に対して情報システムの構築費用は小さく、大きな費用対効果が期待できることを示している。</p> <p data-bbox="172 533 1415 947">第5章では、整備済みの複数の浸水対策幹線をネットワーク化した浸水対策運用と、単独の幹線における合流改善運用から浸水対策運用への切替操作について、3章までに構築した浸水評価モデルを用いた評価を行っている。浸水リスクを悪化させずに運用を実施するための基準として、1時間降雨強度が50mm/hr超過降雨が予測される場合には、ネットワーク運用から個別運用に、40mm/hr超過降雨が予測される場合には合流改善運用から浸水対策運用への切替をおこなう運用方法を提案するとともに、運用効果を定量的に評価することによって施設運用の費用対効果を明らかにして雨水対策に組み込むための方法論を確立している。さらに、合流改善のための低水位運用を実施しても、20分のリードタイムが確保できれば的確に浸水対策運用へ切り替えることが可能であり、浸水リスクを増加させないことを示している。</p> <p data-bbox="172 1003 1415 1081">第6章は結論であり、本論文で得られた成果について要約するとともに、今後の課題について述べている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、貯留施設等のハード対策を中心としてきた都市内水域の雨水対策において、効率的な施設運用と減災活動支援などのソフト対策を実用化するために、雨水流出モデルおよび統計モデルを作成して短時間に浸水被害を予測し、浸水防止や合流式下水道越流水対策としての貯留施設運用や住民の避難行動を支援するための方法論を確立している。

研究をとおして得られた主な成果は以下のとおりである。

- ①雨水表面流出と下水道管路網内および浸水氾濫現象の物理的な雨水の挙動を可能な限り詳細に表現する流出・浸水評価モデルを構築した上で、浸水の再現性をできるだけ悪化させることなく、より短時間での浸水予測を可能とするためのモデルの簡素化について検討し、都市内水氾濫の再現に際して、下水道・地表面の解像度、入力雨量情報の時空間分解能の影響が大きいなどの浸水再現精度の確保に必要な浸水評価モデルの要件を明らかにしている。
- ②下水道施設の運用をリアルタイムで行うために必要な面的な浸水状況を逐次かつ瞬時に予測する手法として、物理モデルの簡素化の検討とともに統計的手法を用いて雨量情報などから浸水状況を直接的に評価する手法を開発し、実流域への適用によりその有効性を確認している。さらに、実際の降雨レーダー情報を用いた解析の結果、予測リードタイムがより短い雨量情報が利用可能となる計算負荷の小さな浸水評価手法の適用が有効かつ必要であることを明らかにしている。
- ③都市内水氾濫に対応した避難等の減災行動を支援するために、アンサンブル予測を適用した面的浸水予測情報の精度や提供効果を定量的に評価して浸水警報等の情報提供を行う方法を提案し、現在利用されている予警報等の減災情報よりも発令対象地域を詳細に設定できるとともに情報精度が大幅に向上し、予警報の空振りを回避して減災行動回数を低減でき、減災行動の実行率向上が期待できることを明らかにしている。
- ④整備済みの浸水対策用幹線の浸水対策運用・合流改善運用について、運用方法の立案方法の提案および運用効果の定量的評価を行うことで、施設運用対策を雨水対策に組み込むための方法論を検討し、浸水対策用幹線のネットワークにより局地的豪雨がもたらす浸水の広域対応や平準化効果、一時貯留による汚濁負荷削減効果を定量的に明らかにするとともに、浸水リスクおよび降雨予測誤差を定量的に取り扱うことで、施設運用による効果とハード対策の効果が比較可能となり、計画論的に位置づけることを可能としている。

以上のように本論文は、都市内水域における浸水防止と避難行動支援および水質環境改善という重要な課題に対して、既存施設の運用等のソフト対策効果の評価を行うための方法論についての議論を展開し、都市内水域における雨水制御の今後のあり方について、学術上、実用上、寄与するところが少なくない。よって、本論文は、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成24年1月23日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。