

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 AUNG Khaing Min

論 文 題 目

Study on pluvial flood processes with sensing and modelling of old urban drainage systems in the cities of developed and developing countries

(先進国と途上国の都市における古い排水システムの監視とモデル化による内水氾濫過程に関する研究)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学大学院環境学研究科 教 授 富田 孝史

副 査 名古屋大学大学院環境学研究科 教 授 谷川 寛樹

副 査 名古屋大学減災連携研究センター 特任教授 田代 喬

論文審査の結果の要旨

降雨による浸水は、河川の洪水による氾濫（外水氾濫）に対して内水氾濫と呼ばれ、世界中の多くの都市で深刻な経済被害を引き起こす重大な問題である。特に、古くから発展してきた都市では、過去に整備された雨水貯留・排水施設の機能が不十分になっていることが多い。さらに気候変動により豪雨の頻度が高まると、降雨時の浸水リスク低減の重要性はより一層増す。しかし、都市における内水氾濫に関する知見は少なく、その特徴や要因は明らかになっていない。本研究は、都市における内水氾濫過程を把握するために効果的な観測システムを提案し、その観測値と雨水排水システムを適切に取り込んだ数値解析によって、都市の浸水過程を明らかにしたものである。

調査対象地は、50年以上前に整備された排水システムを継続して運用しつつも、内水氾濫に伴う浸水被害が顕著な途上国と先進国の都市として、ミャンマー連邦共和国のヤンゴン市と愛知県津島市を選定した。両都市の豪雨時の浸水過程を特定するために、現地管理者からのヒアリングに基づいて雨水排水用の開渠（開水路）に自記式水深計を設置して観測を行った。さらに、下水道や開水路などの雨水排水システムにおける水理現象を1次元、地表の氾濫水の挙動を平面2次元にて解析可能なNILIM（オープンソース、国土交通省国土技術政策総合研究所）とInfoWorks ICM（商用モデル、Innovyze社）を使用して浸水過程を推定した。

ヤンゴン市の中心市街地では、開水路に設置した自記式水深計による水位計測、浸水状況を整理したうえで、実態に即した降雨強度を条件として与えたシミュレーションと比較することにより、排水先河川の水位変動や開水路の閉塞に伴う堰上げ背水が内水氾濫に強く影響を及ぼす可能性が示唆された（第2章）。さらに、土砂堆積による開水路の閉塞状況と降雨強度を組み合わせた感度分析により、2年確率降雨においても、開水路の閉塞状況によっては20年確率降雨と同等の浸水被害が生じる可能性が示されるなど、現地の浸水の深刻度は開水路の閉塞状況とより強く関連していることを明らかにした（第3章）。これらの成果は、ヤンゴン市市街地における浸水現象について、その要因と特徴を初めて定量的に記述することに成功したものと評価される。

津島市の市街地では、2017年台風第21号（LAN）接近時に生じた内水氾濫を対象に、数値解析モデルを検証したうえで、開水路の閉塞状況と降雨強度を組み合わせた感度分析を行った。第4章では、自記式水深計による同時多点での連続観測結果と高い解像度の地形情報を組み合わせることにより、内水氾濫過程を追跡可能な観測システムを提案し、下水道を組み込んだNILIMモデルを用いて浸水分布を推定した。第5章では、下水道とともに開水路を組み込んだInfoWorks ICMモデルを適用することにより、局地的な浸水過程について追検証した。その結果、従来は排水機能としてしか考慮されていなかった、開水路からの越水を考慮することが実

際の浸水過程を再現するうえで重要であることを見出した。また、第6章では、土砂堆積による開水路の閉塞状況と降雨強度を組み合わせた感度分析により、ヤンゴン市ほどでないまでも、津島市の局所的な浸水の深刻度は、開水路の閉塞状況と強く関連していることを明らかにした。津島市での調査研究は、都市域における内水氾濫現象を可視化する方法を提案しただけでなく、既存の数値解析モデルを適用する際には、下水道だけでなく開水路からの越水を考慮することの重要性を初めて示したものと考えられる。

途上国の洪水リスク管理には、排水路などハード対策だけでなくソフト対応にも不備があり、特に土地利用規制の欠如、廃棄物の違法な投棄や処理に加え、異なる行政部署間の連携が弱いなど、多くの課題が山積している。第7章では、洪水リスク低減のためのビジョンを共有したうえで、道路、上下水道、廃棄物処理などの関係部署間の連携を含めて、ヤンゴン市における洪水リスク管理に必要なガバナンス構造を整理した。一方、ヤンゴン市に比べて建物の密集度が低い津島市においては、公園などのオープンスペースを雨水貯留に活用することなどによって、効果的な浸水緩和が可能であることを提案した。

以上のように、本研究は、これまで知見の乏しかった都市における内水氾濫過程について、雨水排水システムの構造的特徴を踏まえたうえで、先進国と途上国の被害事例について考究したものであり、調査対象地の浸水緩和策の技術的検討に資するだけでなく、工学分野においても学術上寄与するところが大きい。よって、本論文の提出者 AUNG Khaing Min 君は、博士（工学）の学位を授与される資格があるものと判定した。