

審査の結果の要旨

氏名 バガバティ スィーマント シャラマ

多くの発展途上国では、気象・水文に関する観測網や解析システムを持ち合わせておらず、水害リスクに対する十分な対応を取ることが難しい。そこで、本研究では限られた地上観測データと衛星観測データ、数値モデル、現地測量データなどを効果的に統合し、準リアルタイムで洪水氾濫を解析するシステムの開発を目的とした。具体的には、はじめに利用可能なデータが限られた地域を対象として、地上観測データと衛星観測データとの組み合わせにより精度の高い水文モデルを構築するための手法を構築した。次に、低平地において精度高く氾濫区域の特定するために、複数の数値標高モデル（**DEMs: Digital Elevation Models** と **DSMs: Digital Surface Models**）と河川断面測量データを統合する新しい地形データの解析処理手法を開発した。そして、水害に関するステークホルダーによる災害対応活動の支援を目的として、意思決定支援システムの設計とプロトタイプの開発を行った。本研究の対象地は、ミャンマーのバゴー川流域とした。

博士論文では、第1章にて本研究の背景と目的を概括し、第2章にて既往研究のレビューを行った。第3章では、地上観測データと衛星観測データとの組み合わせにより、水文モデルの解析結果の精度を向上するための手法開発について記述した。分布型水文モデル **WEB-DHM** により、水収支とエネルギー収支を物理的に計算することで、時々刻々と変化する流域内の土壌水分分布と河川流量の精度良い推定が可能である。しかし、その入力データは多岐にわたるため、地上観測データが不足する地域においては、広域を高頻度で撮影する衛星観測データの準実時間処理による利用が効果的であると考えられる。そこで本研究では、**DIAS**（データ解析・統合システム）にて実時間処理が行われている「ひまわり8号」のデータと地上観測データとを組み合わせることで、**WEB-DHM** によるより精度の高い水文解析を可能にする手法を構築した。本研究は、同様の問題を抱えるデータ不足の地域での「ひまわり8号」画像の利用可能性を示唆する結果を提示した。

第4章では、低平地での数値標高モデル（**DEM**）の標高情報の精度の低さに起因する氾濫区域の特定に関する問題を解決するために、異なる種類の入力データの強みを組み合わせることで、より精度の高い地形データを生成するための新しい手法を開発した。一般的に、異なる種類の **DEMs** はそれぞれ長所と短

所を有する。例えば、多くの DEMs では高地の森林区域は正しく表現されるが、低平地は DSMs のような衛星画像プロダクトの方が正しく表現される場合がある。しかし、DEMs も DSMs の何れも河川の河床を正しく表現することは出来ない。河床の高さを正しく表現するためには河川断面測量を実施する必要があるが、低平地の蛇行河川において河川断面測量データと DEMs を結合する手法は提案されていない。本研究で開発した手法では、河床を含めた低平地流域の標高をより高い精度で表現することを可能にし、水文および氾濫解析モデルの解析結果の精度を高めることに貢献した。一例として、2015 年のミャンマー大水害を対象として、本手法により生成された DEM による洪水氾濫区域の再現を検証した。具体的には、流域全体では 10%以上、下流域（バゴー川南西部）では 40%の標高値の精度の向上を示した。また、本データ生成を自動化するためのツールも開発した。本ツールを利用することで、ユーザは本手法を他の流域へ適用することが可能である。

第 5 章と第 6 章においては、ミャンマーの災害対応に関わるステークホルダーを対象とした意思決定支援システムのプロトタイプを開発した。本目標の達成のために、ステークホルダーを対象としたワークショップの実施により、ユーザのニーズやシステム要求を明らかにするとともに、それをもとにシステムの基本設計を行った。つまり、本研究では、範囲や頻度、解像度等の面において、対象とするユーザのニーズに沿ったテイラーメイドのシステムを設計したと言える。開発システムの有用性に関しては、ステークホルダーを対象としたワークショップやハインドキャスト分析などを通して、観測データのアーカイブや災害対応のオペレーションのための有効性や、システムのパフォーマンスを確認した。

第 7 章において、本研究の成果を概括とともに、今後の研究課題を提示した。本研究は、洪水に対して同様の問題を抱えるアジア・アフリカ等の他の低平地域への展開も可能である有用性が高い成果を生み出したといえる。

2016 年 7 月、博士論文中間発表の審査を実施し、2017 年 8 月 31 日（芳村准教授、平林准教授）および 9 月 15 日（竹内准教授、下園准教授、土木研究所モハメッド ラスミー主任研究員）に、予備審査会を実施した。そして、2017 年 11 月 20 日に博士論文最終審査会を実施したが（芳村准教授は 19 日にオンライン試験を実施）、新規性や手法の説明、得られた結論等についての論文の記述が不十分であることが指摘され、論文の再提出が求められた。その後、2018 年の 1 月 29 日から 2 月 16 日の間に、5 名副査との個別面談を実施し、再提出した論文では最終審査会で得られた指摘を適切に対応していることが認められた。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。