

氏名	MD. TOUHIDUL ISLAM
授与した学位	博士
専攻分野の名称	学術
学位授与番号	博甲第 6723 号
学位授与の日付	2022年 9月 22日
学位授与の要件	環境生命科学研究科 環境科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	Development of remote sensing of hydro-environmental attributes using airborne topo-bathymetric LiDAR and their application to hydraulic modeling for river management tasks (航空レーザー測深を用いた水環境特性のリモートセンシング技術の開発と河川実務のための水理モデリングへの応用)
論文審査委員	教授 西山 哲 准教授 吉田 圭介 准教授 赤穂 良輔
学位論文内容の要旨	
<p>Background and purposes: In recent years, severe and record-breaking flood disasters have increasingly threatened human lives worldwide, owing in part to global warming. Consequently, accurate data collection of fluvial environments, such as topo-bathymetry, river flows, and vegetation characteristics, is required for river management tasks, addressing issues such as flood risk and ecosystem management. Although several new remote sensing technologies have been demonstrated over the last few decades, they are still in development stages, and each has unique benefits and challenges. Therefore, their applicability must be validated and improved considering the uncertainties associated with varying field conditions. Furthermore, recent flooding events worldwide highlight the importance of detailed flood flow modeling that incorporates actual complicated flow regimes under real land cover used for preventing devastation through proper river engineering measures. Finally, in my PhD study, in addition to introducing a 3-D flood flow model, I evaluated novel approaches to the newly emerging remotely sensed green LiDAR system (GLS) and imaging velocimetry for river management measures.</p> <p>Key Findings: (1) Using seasonal GLS datasets acquired before and after recent flooding, I spatially mapped and compared riverbed deformation to respective field measures and high-resolution aerial images; (2) Positional displacement and severely damaged parts of a river submerged structure with its surrounding area were also confirmed, which is expected to be useful for ongoing river engineering maintenance tasks; (3) In addition to proposing methods for estimating accurate vegetation heights and recommending riparian vegetation growth rates, I evaluated a new approach to classify land covers with proper validation based on multi-seasonal GLS-processed attributes; (4) My study is also the first of a scientific platform that compares finer mesh-based depth-averaged flow model estimates to an entirely non-contact methodology with novel GLS and deep learning-based imaging velocimetry approaches for remote analysis of on-site hydraulic quantities; (5) I also introduced and evaluated a fully 3-D river flood simulation model with reach-scale turbulence parameterization using information related to topography, land cover, and vegetation distribution from seamless airborne point cloud data; and (6) I finally predicted the flood flow response (taking into account both major and minor recent flooding events) to the distributed vegetation conditions around the historic diversion weir in the lower Asahi River, Okayama Prefecture, Japan.</p>	

論文審査結果の要旨

近年、地球温暖化の影響から世界各地で記録的な大洪水が発生し、また河川生態系では急激な変化が生じている。そのため、洪水リスク評価や生態系管理などにおいて、地形や河川流量、植生などの河川環境情報の正確な収集とその利用が必要とされている。これまで河川工学分野では航空機やヘリを用いて河川の陸部と水部の同時測量を行う技術（航空レーザー測深，ALB）が開発されてきたが、本研究では、(1)ALB 成果の河川工学への利活用（ここでは洪水流の3次元数値解析モデルの定数決定法への応用）について検討するとともに、(2)近年、実用化された最新の測量システム（ドローンに国産のグリーン LiDAR スキャナ TDOT3 Green を搭載, GLS）を利用し、河川工学の観点からその計測特性と利活用法について検討した。

(1)に関しては、ALB 点群データを河川植生の3次元分類推定にも利用し、岡山県旭川の分流部周辺の3次元河川数値モデルの作成に用いた。また、平成30年豪雨時の旭川分流部箇所周辺の観測水位や水表面流速の計測値（画像流速計測，STIV 成果）と3次元流況解析値を比較して解析モデルの精度を検証した。さらに、旭川と百間川の分派量を解析から推定し、計画量と比較した結果、相対誤差が7%程度であることを示した。(2)に関しては、ALB の際と同様の考えに基づき、旭川祇園地区の GLS 成果を対象に3次元レーザー点群のボクセル処理を行い、河床のフィルタリング推定を行うとともに、植生高評価(DSM-DTM)や植生分類を行った。その結果、地上検証板での測量誤差 RMSE が 0.05m 程度であること、秋期や冬期の計測(FTU 濁度で3程度)では水深 1.5m 程度まで測深可能なことを明らかにし、また時期を変えた数回の計測により、河床変動や河川構造物の変位を明瞭に捉えることができた。加えて、現地測定と比較して植生高を精度よく計測でき、本研究で検討したクラスター分類に基づく植生分類は概ね現地を再現することが分かった。さらに、平常時の河川流に関して平面 1m の高解像度格子幅を用いた平面 2 次元数値流況解析と現地 STIV 成果を比較した結果、良好に現地流況を再現することが明らかとなった。

本研究の成果は土木学会論文集1篇、英文ジャーナル2篇、国際会議2篇に掲載され、その学術的価値が国内外で客観的に認められており、また、GLS計測データの活用策や今後の課題が議論され、河川工学の実務に大いに貢献するものである。従って、本研究は博士（学術）の学位に値するものと判断する。