

高精度 3D レーザスキャナの河川の物理環境調査への適用性の検討

いであ株式会社 正会員 ○山水 綾 広島大学大学院 正会員 内田龍彦
 広島大学大学院 フェロー会員 河原能久 株式会社 ECR 正会員 渡辺 豊
 復建調査設計株式会社 正会員 森山 学

1. 背景および目的

河川の断面形や植生分布は、洪水流を決定する境界条件であり、河川整備を行うための基準となる重要な情報である。航空レーザ測量は、三次元座標を経済的かつ一定の品質で大量に取得できることから、河道形状・物理環境データを生成できる可能性がある。本研究では、低空を飛行できる小型有人ヘリコプタに搭載した高精度の3D レーザスキャナ(LISA)に着目し、本レーザ計測の河道測量への適用性を検討する。

2. 現地観測と三次元計測データの精度検証

対象区間は、高水敷を有し、植生や礫等の様々な地覆状況を有する太田川 11K~12K 区間である。ヘリコプタを利用し、高度300mと600mにおいてレーザ計測を行い、ラストパルスから三次元座標値と受光強度を取得した。全計測時間は5分程度であった。ここでは高度300mのデータを用いる。図-1に対象区間における本計測による三次元計測データを示す。レーザ計測の精度を検証するために、図-1に示す特徴的な地覆状況を有する断面（流量観測第一見通し線・第二見通し線、距離標11.8K・11.6K断面、駐車場、礫河原）において横断測量を行い、レーザ測量結果と比較した。地盤高はVRS-RTK-GPSを、植生はスタッフを用いて計測した。また、右岸・左岸の水際付近において水位縦断測量を行った。

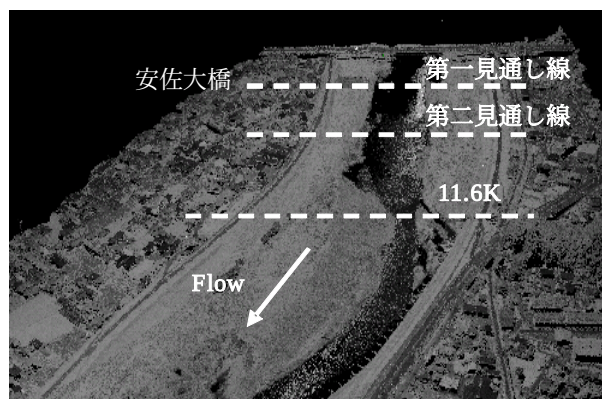


図-1 レーザ測量による三次元計測データ

図-2,3に三次元計測データと測量結果の比較を示す。植生があまり繁茂していない第二見通し線（図-2）においては、三次元計測データはほとんどが高精度に地盤を捉えている。この要因として本計測のフットプリント（地上での照射レーザー径）が小さい（300m計測で約75mm）ことが挙げられる。一方、植生が密に繁茂している箇所（図-3）では、地表面でなく植生を計測していることが分かる。図-2,3に、三次元計測データから作成したメッシュデータと測量された地盤高を比較する。メッシュデータは2mメッシュにおいて最低地盤高を内挿するフィルタリング処理（一様フィルタと呼ぶ）より作成している。このような簡易なフィルタリング処理においても、図-2から分かるように高精度かつ高分解能のメッシュデータが作成できる。しかし、植生が密に繁茂している箇所（図-3）では、該当メッシュ内で地盤を捉えたデータが無くなるため、メッシュデータの精度は低下する。これはデータ密度に対してメッシュが小さいためであり、高分解能のメッシュデータを高精度に算出するためには、地覆状況を考慮したフィルタリング処理が必要であることが明らかとなった。

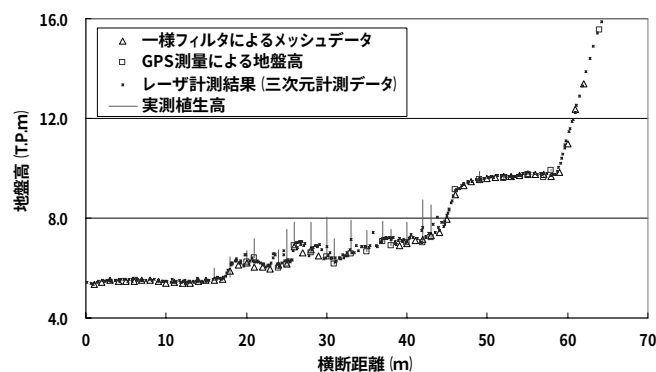


図-2 第二見通し線における検証

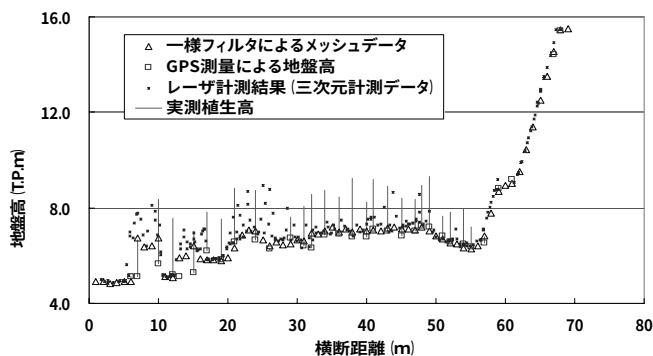


図-3 11.6K断面における検証

キーワード 3D レーザスキャナ, オリジナルデータ, 地覆分類, メッシュデータ, 物理環境データ
 連絡先 〒739-8527 広島市鏡山1-4-1 広島大学大学院工学研究科 TEL 082-424-7847

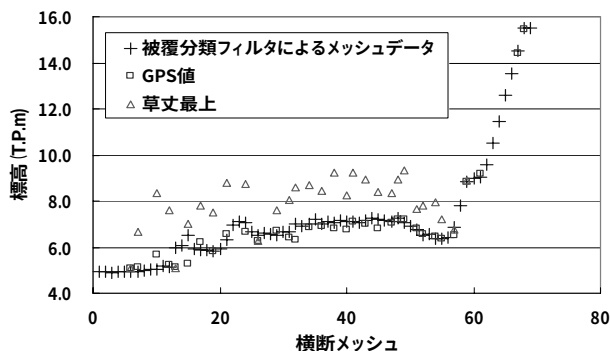


図-4 11.6K 断面におけるメッシュデータの精度検証

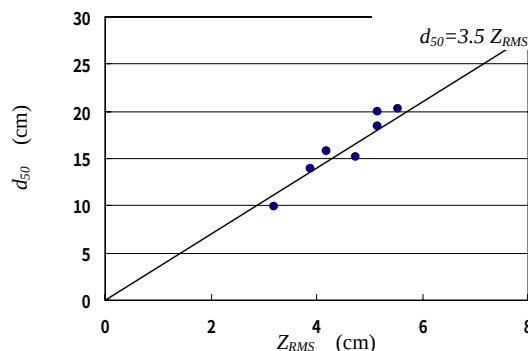
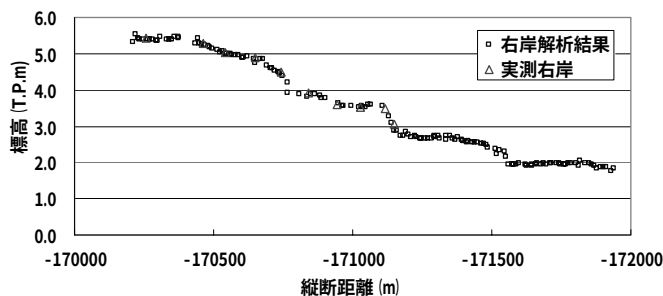
図-5 地盤高の RMS と平均粒径 d_{50} の関係

図-6 右岸における実測水位と推定水位の比較

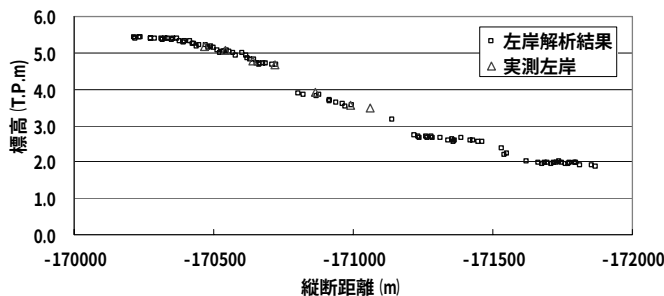


図-7 左岸における実測水位と推定水位の比較

3. 土地被覆別の新しいフィルタリング方法と河川の物理環境データの推定

本研究では河道の土地被覆を「水面」、「植生」、「礫」、「その他」に分類し、その特徴を調べている。その結果、水面の特徴は図-1 で示した通り、データ取得密度によって示すことができること、植生域では地盤高と受光強度に強い正の相関関係があることを明らかにし、被覆状況の自動分類法を検討している。ここでは、被覆分類を用いたメッシュデータの高精度化と礫径データ、水位データの取得法を検討する。

植生が密に繁茂する箇所では小さなメッシュでは地盤高を取得できていない可能性があるため、植生域では大きい仮想メッシュを設けて、地盤高を探すことにする（地覆分類フィルタ）。図-4 に、11.6K 断面における地被分類フィルタによるメッシュデータと測量結果の比較を示す。一様フィルタの課題であった、該当メッシュにおいて地盤データが得られていない箇所において、メッシュデータが改善されていることが確認できる。GPS 計測値とメッシュデータの誤差は 0.7～15cm 程度である。

図-5 に、図-1 に示す礫河原 I, II における地盤高の RMS と写真測量により得られた平均粒径 d_{50} の比較を示す。 d_{50} は地盤高の RMS に強く関係している。本計測の範囲において両者は線形関係にあり、両者の関係を $d_{50}=3.5Z_{RMS}$ とするとき、 Z_{RMS} から推定される d_{50} の誤差は 10%未満である。このことから、本計測法により、礫床河川における平均粒径の空間分布が算定できると考えられる。

本レーザ計測では、図-1 に示すように水域ではデータが取得できないが、河床高は緩やかに変化することから、水際近傍のデータは水際水位データと見なせる。図-6, 7 にそれぞれ右岸、左岸の水際における縦断水面形のレーザ計測結果からの推定値と実測値の比較を示す。全体的に推定値は実測値の水面形を表している。図-8 に、両岸における実測値と解析結果の誤差を示す。誤差では 10cm 未満であり、0～2.5cm, 2.5～5cm の間に多く分布している。両計測とも数 cm の GPS の計測誤差を含むこと、誤差が正負均等に生じていることから、提案する方法によって河川水位は高精度で推定できると言える。

4. 結論

ヘリコプタに搭載したレーザスキャナ装置によって取得した三次元計測データが高精度であることを確認した。メッシュデータの作成のためには、地覆状況に応じたフィルタリング処理が必要であることを明らかにし、地覆分類に基づくフィルタリング処理により、高精度かつ高分解能のメッシュデータが作成できることを示した。さらに、本計測法を用いた、粒径と河川水位の推定法とその妥当性を示した。

参考文献

- 1) 国土交通省国土地理院：航空レーザ測量による数値標高モデル（DEM）作成マニュアル（案），2006。