

高精度レーザー計測技術を用いた河川の地形・植生の調査法の開発

広島大学大学院 学生会員 ○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

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。このため、これらの河道形状情報を迅速に取得する実用的な技術の開発が求められている。航空レーザー測量は、三次元座標を経済的かつ一定の品質で大量に取得でき、その技術特徴から河道形状・物理環境データを生成できる可能性があり、近年注目されつつある¹⁾が、河川の物理環境計測に適用する上では課題も多い。

本研究では、河川の物理環境の計測に関する問題を軽減すべく、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 レーザースキャナに着目した。様々な地覆状況を有する太田川 11K~12K においてレーザー測量を行い、本レーザー計測の河道測量への適用性を検証することを目的としている。まず、オリジナルデータの作成・精度検証を行う。次に、オリジナルデータから地物を除去するフィルタリング処理において、土地被覆を考慮したフィルタリングの必要性を示し、これを構築する。また、河川水位、礫径の算出手法の検討をする。

2. 現地観測と三次元計測データの精度検証

様々な地覆状況を有する太田川 11K~12K 区間を対象とする。レーザー計測の精度を検証するために、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、レーザー測量結果と比較する。図-1 に横断測量断面を示す。地盤高はキネマティック GPS 測量、植生はスタッフを用いて計測をする。また、右岸・左岸の水際付近において水位縦断測量を行っている。レーザー計測では、高度 300m において左岸側・右岸側、600m において河道全幅の計測を行い、それぞれラストパルスから三次元座標値と受光強度を取得する。なお、全計測時間は5分程度である。

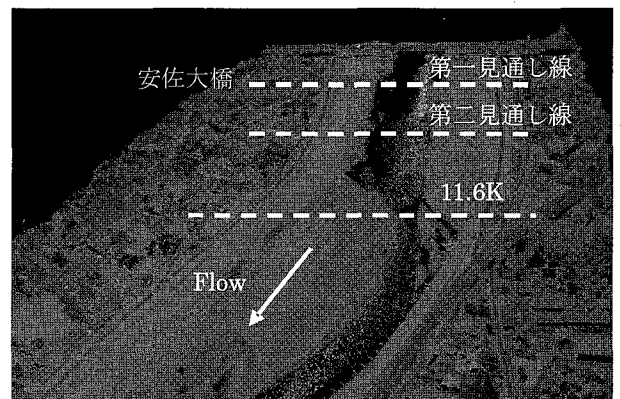


図-2 レーザー測量による三次元計測データ

レーザー測量より得られた三次元計測データの精度検証を行なう為、「航空レーザー測量による数値標高モデル (DEM) 作成マニュアル」²⁾に従い、精度検証、メッシュデータ作成を行う。オリジナルデータを実測値と比較したところ、計測データが高精度で得られていることが確認できた。そして、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（以下より一様フィルタ）よりメッシュデータを作成・検討を行ったところ、データ密度に対して、メッシュが小さいことによって、該当メッシュ内で地盤を捉えたデータが無い箇所が存在した。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といえる。

3. 土地被覆別の新しいフィルタリング方法

土地被覆を考慮したフィルタリング方法の構築に先立ち、被覆別の特徴を調べる。本研究では、河道の土地被覆を「水面」、「植生」、「礫」、「その他」に分類する。

水面：水面の特徴は、データ取得密度によって示すことができる。図-1 で示した通り、水際には他と比べてデータ密度が小さい。また、水面データにも特徴があり、周りの地形と比較すると受光強度が小さい。

植生：地盤高の高い点ほど、受光強度が小さい値となる。相関図に示すと強い正の相関関係がある。

礫：植生のない礫河原では、標高値のバラツキが小さい。地盤高が高い点程、受光強度が大きくなる傾向があるが、必ずしも正の相関を示すことはない。また、受光強度は全体的に小さい値をとる。

以上の被覆特徴を考慮し、新しいフィルタリング方法を構築する。このフィルタリング方法は、レーザ計測データを土地被覆別に分類することで、メッシュデータを算出する方法である。これにより、メッシュデータの高精度化を図るとともに、物理環境の算出を行うことが可能となる。第二見通し線、11.6K 断面における実測値と一様フィルタによるメッシュデータ、被覆分類フィルタによるメッシュデータを比較した図を、それぞれ図-2、図-3 に示す。一様フィルタによる処理の課題であった、レーザーが植生のみを取得している場合におけるメッシュデータの誤差は解消されたといえる。GPS 計測値とメッシュデータの誤差は 0.7~15cm 程度である。

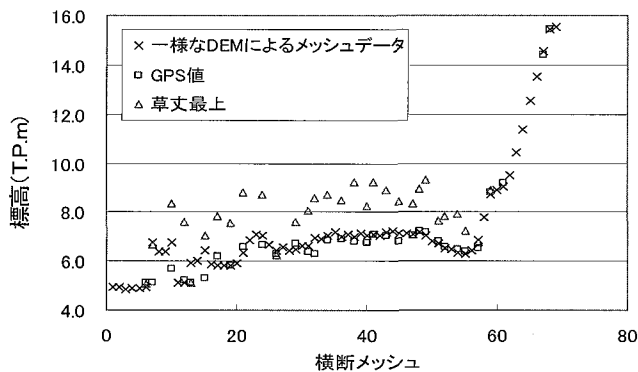


図-2 第二見通し線におけるメッシュデータの精度検証

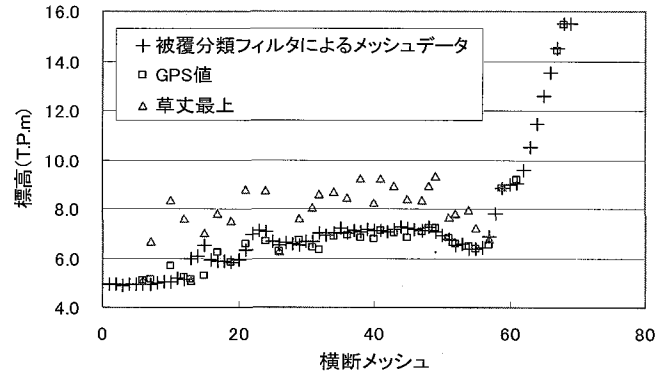


図-3 11.6K 断面におけるメッシュデータの精度検証

4. 河川の物理環境データの推定

被覆分類を考慮した新しいフィルタリング方法によって、メッシュデータの他に水面データ、植生データ、礫データを取得することが可能である。そこで、これらのデータ、被覆別の特徴を用いて河川水位・礫径の推定を行う。

水面形データは、取得点密度を用いて、水際点を抽出することで算出した。図-4、図-5 に右岸・左岸における縦断水面形を示す。誤差は 0~5cm の間が多く、最大で 7.5cm であった。左岸の中流付近の水位誤差が大きいのが、これは水際線がコンクリートブロックであることにより、レーザー計測値が大きい値をとったことが原因だと推測できる。礫径は、直接分布を用いて算出した標準偏差とキャリブレーションによって算出した定数を用いて礫径を算出する方法を検討した。高度 300m におけるレーザー測量において礫径を推定する際は、標準偏差に 3.5 をかけることにより算出可能であり、誤差は 4.0~9.3%であることを示した。

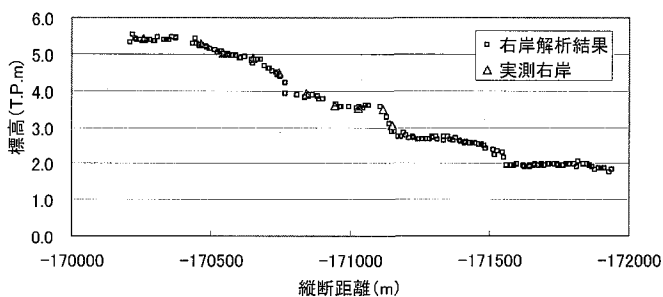


図-4 右岸における実測水位と推定水位の比較

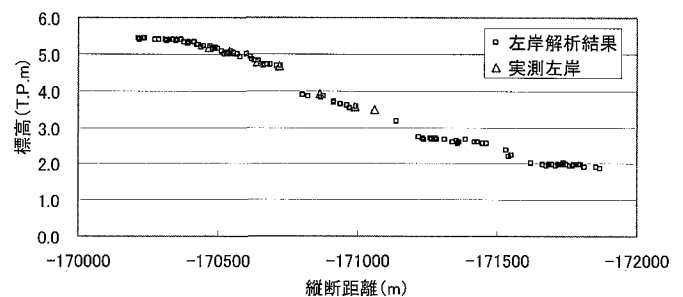


図-5 左岸における実測水位と推定水位の比較

5. 結論

オリジナルデータを実測値と比較し、オリジナルデータが高精度で得られていることを確認した。次に、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た。そして、礫河原と植生域は地盤高と受光強度の相関を用いて、水面域は計測密度と受光強度から分類可能であることを明らかにした。この分類法に基づき、地盤高を高精度で取得できる新しいフィルタリング処理を構築した。さらに、河川水位、粒径の算出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。