

デジタルカメラとLPを用いた河床変動のモニタリングについて

パシフィックコンサルタンツ株式会社

○堂ノ脇将光・青柳泰夫・江島敬三

・伊藤力生・伊藤和浩・吉水義久

クラボウ

山本 実

国土交通省富士川砂防事務所

山下 勝・林 孝標・淺野貴浩・木本智史

1.はじめに

水系一環とした土砂管理を実施する上で土砂移動の量と質に関するモニタリングがこれまで種々実施されている。

本検討では、広範囲で面的にかつ量的な変動を把握する方法として、これまで多用されているLP（航空レーザープロファイラー）による河床変動測量と、平成15年度砂防学会研究発表会においても紹介したデジタルカメラを用いた河床変動測量の2手法について、管内の石空川流域に設置された砂防堰堤を対象に比較を試みた。そして、デジタルカメラを用いた計測手法について河床変動モニタリングへの適用の可能性を検討したのでその一部について報告する。

2.計測対象地区及び計測時期

計測比較対象地区は、富士川砂防事務所管内の大武川右支石空川である。

計測費用は高価であるが短時間に広範囲な計測を得意とする航空レーザープロファイラーによる計測は、石空川の大武川合流点よりその上流の石空川第六えん堤までの延長約6500m、幅400m、面積約2.6km²について実施した。一方、計測費用は安価で計測範囲が限定されるが局所的な変動を簡便に計測可能なデジタルカメラを用いた計測は石空川流域内に設置された第四えん堤堆砂敷の延長約180m、幅約100m、面積約18,000m²(0.018km²)について実施した。計測時期は各手法とも1時期のみで、前者による計測は平成17年11月15日に実施し計測時間（空輸時間を含まない）は約1時間、解析時間は約40日である。一方、後者による計測は平成17年11月30日に実施し、現地での計測時間は約1時間、内業での解析時間は約10時間である。

3.各計測手法と一般的な精度

1)航空レーザープロファイラーによる計測

①航空機に搭載したレーザースキャナーで空中から地上までの距離を計測し、3次元位置は航空機に搭載したGPSによって計測する。②精度管理（キャリブレーション、コース毎の整合性検証）し計測値を組み合わせて3次元地形データを作成する。③3次元地形データより、等高線図、等高線図とオルソの重ね合わせ図、縦・横断図を作成する④一般的な精度は対地高度800mでの撮影で機械誤差は垂直約15cm、水平40cm以内

2)デジタルカメラを用いた計測

①現地の状況をデジタルカメラで撮影し、電子データとして保管する。②保管したデータを3次元解析ソフト（クラベス）を活用し数値データ化する。③3次元数値データより等高線図、等高線図と写真との重ね合わせ図、縦・横断図を作成する。④一般的な精度：被写体との距離500m、デジカメの解像度500万画素で最大誤差30cm。

計測ツールであるクラベスはデジタルカメラから取り入れた2枚以上の画像データ（写真）を基に、様々な自然対象物や構造物を3次元化が可能。この計測ツールを活用し、現場において異なる2地点から市販のデジタルカメラにより砂防えん堤の堆砂状況を写真撮影し、そのデータを取り入れることで3次元データを作成した。本検討で用いたカメラの解像度は300万画素、撮影枚数は27枚である。

4.解析結果

図-4.1は上記2計測手法により作成した第四堰堤上流堆砂敷の地形図（等高線）である。

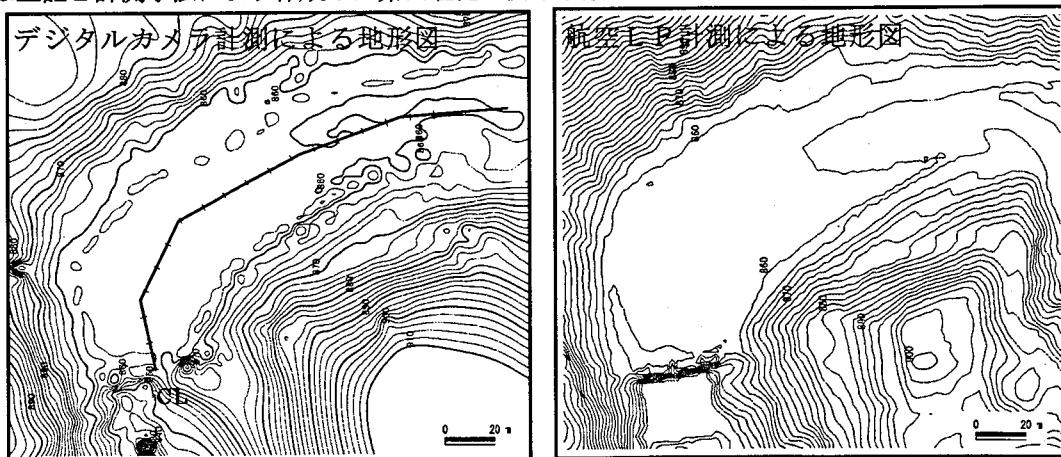
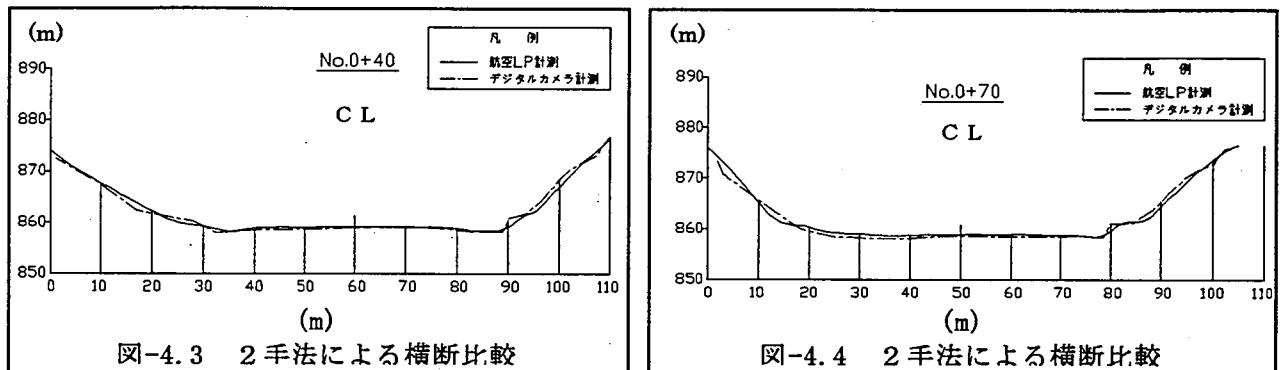
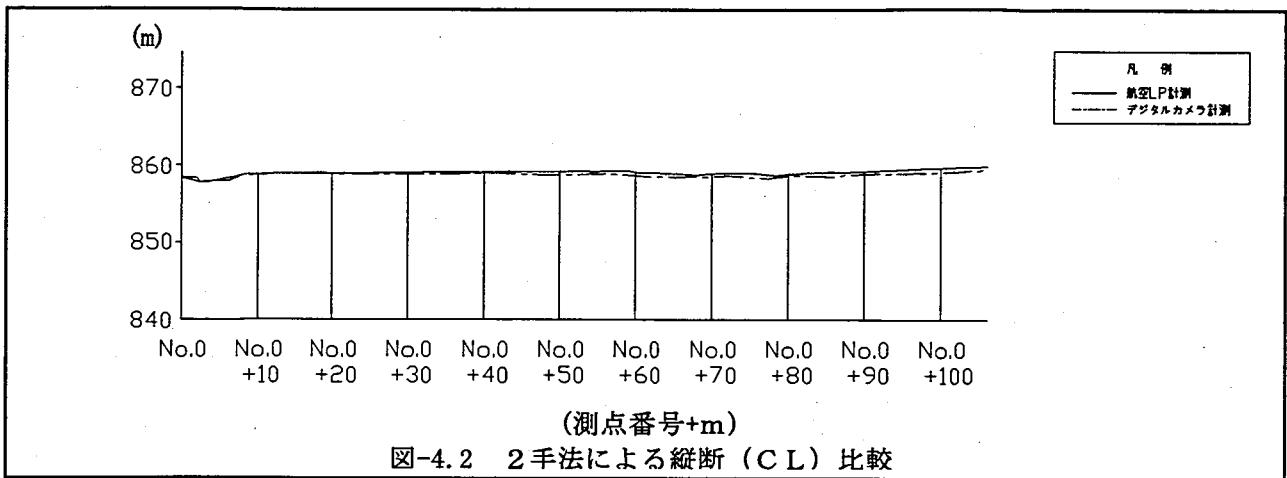


図-4.1 デジタルカメラ計測と航空LP計測による地形状況の相違

図-4.1 よりデジタルカメラ計測により作成した地形図は特定の箇所を除き（右岸部の標高が880mよりも高い箇所及び左岸部の標高910mよりも高い箇所はデータの存在しない箇所で自動計測により作成されている）航空LP計測による地形図を細部まで比較的よく再現していることが判る。

この地形図を基に作成した2手法における縦断比較を図-4.2に、横断比較を図-4.3、図-4.4に示す。2手法の重ね合わせ図は航空LPにより作成した3次元地形データをクラベスに取り込みクラベス上で作成した。縦・横断図は発生させたTINを基に作成しているため、従来50m間隔で実施した測量結果に比して細かい形状を表現している。



5. 計測結果の評価

①えん堤軸から離れるに従いデジタルカメラによる計測結果と航空レーザー計測結果との差が大となる。デジタルカメラによる計測は、えん堤軸を固定点として写真を合成し地形データを構築するため、えん堤軸より離れるに従い誤差を生じやすくなる。ただし、合成延長が長い場合には中間地点に不動点を設置し撮影時に取り入れることで精度向上は可能。②両岸部での誤差が河床中央部に比して大きい。撮影時期である11月の両岸部は樹木等が繁茂し航空レーザー計測は植生の影響を受けた可能性がある。また、デジタルカメラを活用する場合両岸部は合成箇所が多く合成による誤差が生じた可能性があり、双方において誤差が生じていると考えられる。現地に不動点を設置し撮影時に取り入れることで精度向上が可能。③以上のような誤差が双方にあるものの、概ね鉛直方向の差が大きい箇所で数十cm程度である。現地の礫径は50cm以上の砂礫が存在することを考慮すると数十cm単位以上の変動把握であれば概ね活用可能な範囲と考えるが、データ構築に際しての精度向上は必要。④面的なデータを構築しているため、従来の河床変動測量で実施されている測量間隔50mでは得られなかつた、より細かい量的な変動把握が可能である。

6.まとめ

今回、デジタルカメラを用いた計測手法を石空川第四えん堤に適用し、航空レーザープロファイラーによる計測との比較を試みた。その結果、デジタルカメラを用いた計測手法は、屈曲部の多い山地渓流に適用すると①被写体との撮影角度が浅い場合や屈曲部等合成枚数が多い場合に誤差を生じやすい、②撮影枚数の増大に伴い精度を確保するための内業が多く煩雑となる等の問題が生じる可能性のあることがわかった。精度向上のための解決方法としては、①被写体(河床面)との撮影角度を深くとる、②撮影枚数を少なくする、③現地にマーカーを設置する等の方法が考えられる。

今後は、河床面との撮影角度を深かつ撮影枚数を少なくするよう①フォトバルーン、②ラジコンヘリ、③市販の撮影用ポール(10m)を活用する手法等の適用性を探るとともに、マーカーを利用するなど精度向上にむけて現地で検証したい。さらに、今回適用したデジタルカメラを用いた計測手法は、写真撮影を行うため①堆積土砂の粒径、②堆積・浸食の状況、③滌筋の変化、④植生の状況等の様々な情報をデジタルデータとして保管することが可能であり、活用の範囲を限定すれば土砂移動モニタリングの一手法として適用出来るのではないかと考えられる。