

139 航空レーザー測量を用いた山地河道の地形計測手法について

国土交通省関東地方整備局富士川砂防工事事務所 中村良光 佐藤保之
株式会社パスコ ○野田敦夫 森田真一

1. はじめに

総合的な土砂管理を推進する為には、流砂系全体を見据えた土砂移動の実態を時間的、空間的な観点から把握することが重要である。このため、従来から実施してきた土砂移動に関する各種調査（モニタリング）を、流砂系全体を見据え、より強力に推進していく必要性が高まっている。このような状況の中、土砂の空間的な移動実態を把握する新しい手法として、航空機にレーザーを搭載し、地上に照射したレーザー波の位相により地形を計測する手法が現在注目を浴びている。しかし、現状では同手法を用いて調査を実施した事例が少なく、従来までの手法と比較し、どのような差異があるのかについて、十分に把握されていない状況にある。

上記を鑑み、本報告では富士川流域内において航空機レーザー測量を用いた河道の変動状況把握を試みた結果を報告すると共に、同データの特徴を踏まえた課題、利用方法等を整理したので報告する。

2. 航空レーザー測量の概要

航空レーザー測量による3次元空間データの取得原理は、現在通常の測量作業で用いられているトータルステーション測量と同じと考えられる。航空機に搭載されたレーザー計測器（レーザープロファイラー）から、地上に向けてレーザーを放射し、放射されたレーザーが地表物で反射して戻ってくる往復時間を計測することで距離を算定している。トータルステーション測量時に行われる基準点測量の器械点の測定に相当するものとしては、レーザー照射時の角度（＝レーザー照射時の飛行機の姿勢・傾き）をIMU（三軸ジャイロ）で測定し、レーザープロファイラーの位置を地上局と航空機に搭載したGPS受信機によりキネマティックGPS測量で測定する。これら、レーザー、IMU、GPSで取得されたデータを高速かつ高精度で測定処理することにより3次元空間データを取得する仕組みとなっている。今回使用したレーザーのスペックは右表に示す通りである。

表-1 使用したレーザーのスペック

測定高度	最大：対地高度 10,000 フィート
データ収集幅	対地高度 10,000 フィートの場合 2,500m
視野角	最大 45 度
パルス数	15Khz max
反射取り込み数	15Khz の場合 5 個
進行直角方向測定間隔	1～8 m
進行方向測定間隔	2.5 m～(航空機 の速度 に依存)
X, Y, (水平)位置精度	0.3 m (RMSE)
Z (高さ) 位置精度	0.15m (RMSE)

3. 山地河道の計測

3.1 計測対象範囲

調査対象範囲は、富士川右支早川の下流（雨畑川合流点～富士川合流点区間）、雨畑川（稲又谷～早川合流点区間）、春木川の河道部とした。

3.2 計測時期

計測は 1)平成 12 年 9 月 19 日、2)平成 12 年 11 月 29～30 日の 2 時期において実施した。1 回目の計測時期は昨年 9 月に発生した東海豪雨直後にあたり、2 回目の計測時期は数回の小規模降雨イベントを経て発生した連続雨量 150mm 程度（七面山観測所）の中規模降雨イベント直後にあたる。同降雨状況を踏まえると、今回の計測時期は、豪雨時に発生・堆積した土砂の二次的な移動があった時期と想定される。

3.3 地形データ作成

レーザー計測データから TIN を作成し、各時期毎に 5m×5m のメッシュデータを作成した。

3.4 データ検証

レーザー計測の精度検証を行なうため、流域内に 3 箇所の検証地点を設置し、レーザー計測と時期を合わせて現地横断測量を実施し、レーザー計測データと比較・検証した。

3.5 地形変動量解析

レーザー計測で取得された 2 時期の地形データの差分を求め、地形変動量を解析した。

4. 計測結果

4.1 データ検証結果

レーザ計測結果と現地横断測量とを比較した結果、以下のような傾向が見られた。

①平坦面の計測について

平坦な河床面、ダム堆砂域等、レーザ照射間隔よりも広い平坦な地形部分については、ほぼカタログ精度（標高誤差±15cm程度）と同等の標高値が得られていることが確認された。

②凹凸面の計測について

レーザ照射間隔よりも狭い起伏に富んだ地形や構造物については、変曲点を特定して計測できないため、数10cm～1.5m程度の標高差異が生じる傾向が確認された。

③遮蔽物の影響について

植生が存在する部分については、レーザが樹冠面に反射されることにより、現地測量結果と大きく異なる傾向が確認された。また水面部においては、レーザが反射されない部分がみられた。このように、地表を遮蔽するものが存在する場合、計測結果が大きくずれる傾向がみられた。

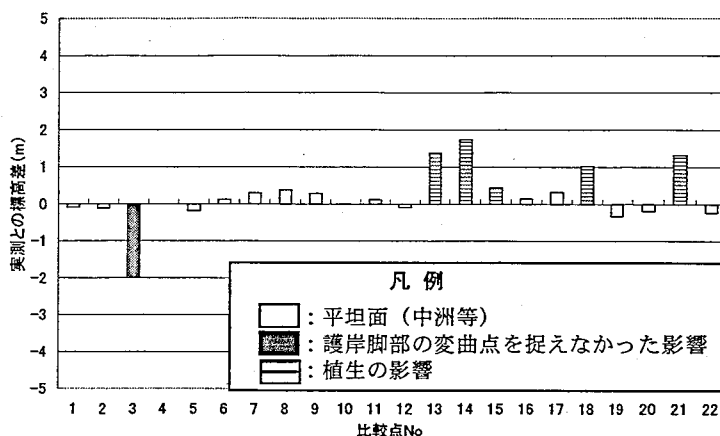


図-2 実測との比較検証結果例

4.2 変動量解析結果

前項で整理した特徴を踏まえ、特に現地状況と異なった植生部分の除去を行い、河床変動量を算定したところ、表-2の通りとなった。同結果の妥当性について検証する為、対象流域内の雨畑ダムの年間土砂流入量を整理したところ、年平均約60万m³であることが判明した。同ダムの年間土砂流入量の多くは融雪出水期、梅雨期、台風期の出水時に発生することを考慮すると、今回の計測時期（9月末～11月末）はあまり土砂移動が活発でない時期にあたりと想定されることより、計測結果はオーダー的には概ね妥当な結果が得られていると判断された。

表-2 地形変動量計測結果

区間名称	変動量
早川本川*	-80,826m ³
雨畑川**	-51,925m ³
春木川	-17,833m ³
合計	-150,584m ³

※：雨畑川合流点～富士川合流点のみ

※※：稲又谷～早川合流点のみ

5. 課題

レーザ測量手法についての課題を整理する。

5.1 遮蔽物の影響について

データ検証結果からは、レーザ計測では遮蔽物の影響を強く受ける傾向がみられた。同問題の解決方法としては、1)Last Pulse Modeを用いた地形計測方法の確立、2)デジタルオルソ画像の同時取得による影響範囲の特定・除去等により、遮蔽物の影響を極力少なくする手法の確立が必要である。

5.2 利用方法について

今回の報告ではレーザ計測手法の様々な特徴を明らかにすることができた。今後の利用方法としては、同手法の特徴を踏まえた利用を行う必要があると考える。具体的には以下の方法などが挙げられる。

①計測時期について

検証結果でみられた遮蔽物（植生、水面）の影響を極力少なくする為に、計測時期については落葉期、渇水期に実施するのが望ましいといえる。

②計測場所の特性について

同手法は遮蔽物の影響を強く受ける為、対象とする計測場所については、常時全面流下している河道や常緑樹の樹冠により上空が完全にクローズしている河道の計測は避けた方が望ましいといえる。

③計測精度について

検証結果からは、レーザ照射間隔よりも狭い起伏に富んだ地形や構造物についてずれが生じる傾向がみられる。故に、同誤差を踏まえた上で有効と思われる調査項目に対し、同手法を用いることが望ましいといえる。