

航空レーザー計測による与田切川上流域における溪岸・溪床侵食量計測

天竜川上流河川事務所 三上 幸三、松尾 修、○北原 久人、竹内 秀人
朝日航洋株式会社 津留 宏介、中島 保、村上 治

1 はじめに

砂防事業を効果的に実施するための砂防基本計画を、客観性と合理性をもって立案するには、土砂の生産・流出土砂量の推定精度の向上が必要となる。土砂動態に関する解析は、定期横断測量成果を用いた平均断面法等により行われてきたが、一定間隔での測量であることや奥地への進入が困難であることなど、土砂動態を把握するには限界がある。天竜川上流河川事務所では、与田切川において航空レーザー計測を用いた山地流域における土砂流出に関するモニタリングを行っており、そこでの航空レーザー計測による地形データの再現性について検証した。

2 計測範囲と航空レーザー計測諸元

天竜川上流河川事務所管内の、天竜川の支川でその源頭部に百間ナギと呼ばれる巨大崩壊地をもつ与田切川において、ヘリコプター搭載型航空レーザー計測システムを用いて融雪出水期および夏期出水期の精密地形計測を行い、両期の河床変動調査等に供している（表 1）。

表 1 航空レーザー計測諸元

項目	設定値	項目	設定値
対地高度	650m	レーザー発射数	25000 回/秒
対地速度	70 k m/h	コース間隔	200m
スキャン角	17° (半角)	重複率	50%
スキャン周波数	18Hz	平均計測密度	6 点/m ²
ビーム拡散度	0.2mrad	平均点間隔	0.40m

3 航空レーザー計測の特性

航空レーザー計測では、航空機搭載のレーザー測距儀より発射されたレーザー光線が、平面鏡により左右に照射されるとともに、航空機の前進によってジグザグの軌跡となる地形計測が行われる。したがって、計測点の軌跡は照射および航空機の速度に影響され、それらに応じて計測間隔も異なる。また、航空機から離れる照射の両端ほど間隔は広く、照射の折り返し部分や相対する斜面では狭くなるという特性を持っている。

レーザー光線は指向性が強く、本ケースでの地上到達時の拡散直径は 12cm 程度に過ぎない。しかし、この円の中の最も低い場所が標高値として認識される一方、その位置は円の中心として認識されるため、急斜面ほど記録される座標と標高値が実際に採用された位置との間に食い違いが生じることとなる。

このように計測されたデータは、植生等によって遮蔽されて地上に到達しなかったと思われるものが除去された後、内挿処理により空間解析に適した正方格子に正規化される。

これらを整理すると、航空レーザー計測データによる地形の再現性は主に、計測間隔、地形形状、植生被覆率、内挿処理手法の 4 つに起因するといえる。

4 与田切川上流域の土砂移動現象の実態と地形再現性

平成 16 年度においては、6 月 4 日と 11 月 21 日に航空レーザー計測を行った。ここでは、11 月の計測値から 6 月の計測値を差分した夏期出水期の河床変動量とその再現性について報告する。

4.1 出水との関連

平成 16 年は観測史上最も多くの台風が日本列島に上陸した年であり、与田切川に近接する気象庁アメダス「飯島」観測所によると、全体的な降水量も多く、年間雨量は 2,365mm を記録し、11 月計測前には 100mm 以上の日雨量を観測している（図 1）。しかし、期間中に大洪水はなく、中小規模の出水が主体であったと考えられる。

4.2 土砂移動の実態

6 月と 11 月に平均点間隔 0.4m で計測された航空レーザー計測成果よりそれぞれ 0.5m 間隔の正方格子に正規化し、河床変動量解析に供した。河床変動が顕著であったオンボロ沢下流部における現況写真（図 2a）および航空写真（図 2b）、標高陰影（図 2c）、変動量断彩（図 2d）を示す。これらから堆積、侵食の場が局部的に表現されていることが読み取れ、航空レーザー計測の正確さを定性的に把握することができた。

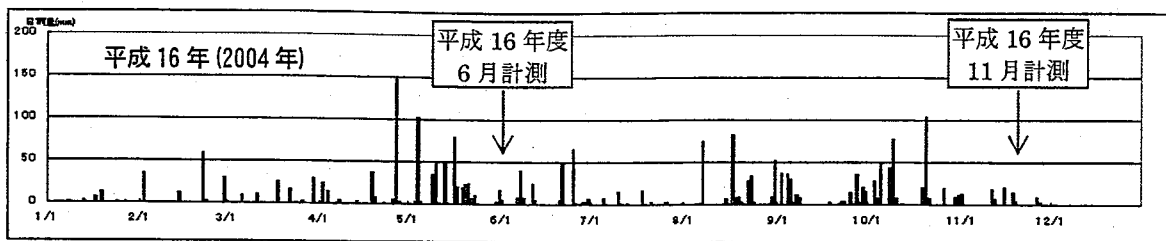


図1 アメダス「飯島」降雨観測結果（平成16年）

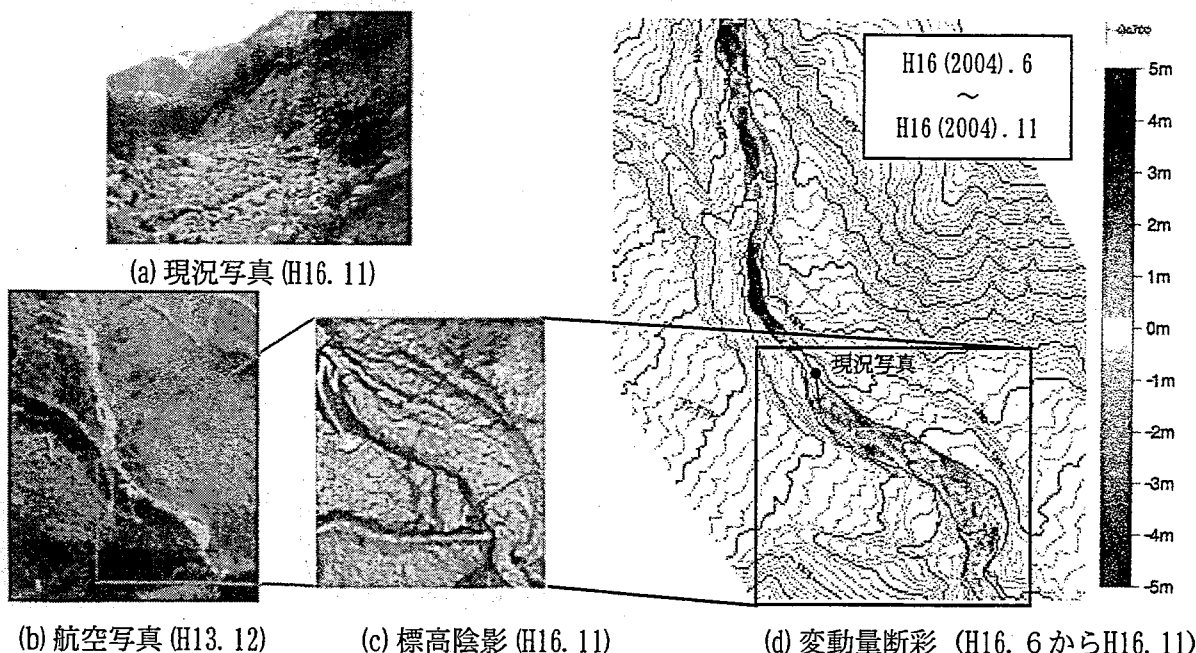


図2 土砂移動の実態

4.3 航空レーザー計測の地形再現性

現地にて17箇所の横断測量を行い、航空レーザー計測データから得られた断面との較差を0.5m間隔で算出し、溪床・溪岸侵食量を把握するのに十分であるかを検証した（表2）。この結果、計測条件が悪くて標準偏差が0.3mを超えた箇所が2箇所あったが、全体では標準偏差0.23mの地形再現性が確認できた。

表2 断面形状による計測データ（標高）の精度検証

位置(キロ程)	0	0.3	1.6	2.4	3.1	3.65	5.35	5.86	6.5	7.3	8.6	8.7	9.2	9.4	9.5	9.75	10.85	合計
河床幅[m]	33.8	47.8	65.0	54.4	86.8	78.3	32.5	82.4	122.9	82.7	53.4	74.7	34.2	27.4	61.0	51.6	16.4	1005.0
データ数	68	95	130	109	173	157	65	165	246	165	106	149	65	55	122	97	33	2000
平均[m]	-0.10	-0.01	-0.06	-0.11	0.01	-0.10	-0.25	0.08	0.07	-0.14	-0.04	0.05	0.02	-0.09	0.14	0.02	-0.60	-0.02
最大較差[m]	-0.57	-0.59	-0.45	-0.68	0.59	-0.45	-0.69	1.18	0.18	-1.37	0.23	1.40	0.85	-0.39	0.98	0.56	-1.26	1.4
標準偏差[m]	0.19	0.20	0.13	0.18	0.14	0.12	0.27	0.33	0.06	0.27	0.07	0.26	0.18	0.15	0.19	0.24	0.35	0.23

5 まとめ

本検証結果により0.5m間隔で計測された航空レーザー計測成果では、68%の確率で±23cmの変化を把握できていることがわかった。これは、従来の定期横断測量成果を用いた平均断面法に比して格段に精度の高い諸量を得ることができるとともに、人の進入が困難な上流域も下流域と同様に同精度で計測が可能となった。

なお、今後、河床変動のみでなく溪岸および山腹の侵食等による生産土砂量の把握等へ拡大していくには、植生によるレーザー光の遮蔽、地形による計測間隔の変化、計測時期、河川水の影響など検討する課題も多く残されているが、これらを解決していくことにより砂防基本計画の客観性と合理性が一層向上するものと期待できる。