

砂防調査を目的としたドローン搭載レーザースキャナの活用について

京都大学大学院農学研究科：中谷 加奈

広島大学大学院総合科学研究科(前所属 京都大学防災研究所)：長谷川 祐治

国際航業株式会社：○西川 友章、島田 徹、名草 一成、徳岡 杜香、笠原 拓造

1. はじめに

豪雨などに伴い発生する土砂災害では、現地の災害状況を迅速かつ正確に全容把握することが求められる。災害直後の調査においては現地への立ち入りが困難な場合が多く、これまでは航空機による調査が多用されてきた。しかしながら、航空機は天候により飛行できない場合があることや、費用が高額になること等の課題がある。

本研究の目的は、土砂流数值シミュレーションに用いる DEM (建物を含む) 作成方法の確立と DEM の精度検証を行うことである。近年、ドローンの利活用報告や計測精度の検証報告が多数行われているものの、実フィールドで生成された DEM や DSM の検証事例は少ない。本研究は、京都府亀岡市千歳町に存在する土砂流危険渓流を対象に、ドローンによる写真測量およびレーザ計測を実施し、DEM 作成方法の検討と作成した DEM の精度検証を行ったものである。また、これら 2 種類の手法の特徴を整理し、近年発生した土砂災害事例を鑑みたくて、砂防調査におけるドローンの活用について検討した。

※：DSM：ここでいう DSM (Digital Surface Model) は、DEM (Digital Elevation Model) に家屋データのみを合わせた数値地形モデルのことを指す。

2. ドローンレーザによる計測

表-1 ドローンレーザ計測の仕様

2.1 ドローンレーザの特徴

ドローンを用いた空中写真測量は SfM ソフトウェアと組み合わせることで一般的な技術となったが、特徴として樹木下の地形は取得できない。近年レーザ計測機器開発が進み小型軽量化が可能となったため、高密度計測を実現できる小型のドローン搭載用レーザ計測機器を利用して、本フィールドにおいてその可能性を検証した。

Zion CH940	
形式	動力6軸
最大搭載重量	約6.0kg
最大飛行時間	約15分 (飛行条件による)
耐風性能	瞬間最大風速10m/s以下で安全に飛行可能
機体重量	5.4kg (バッテリー含む)
外形寸法直径 (mm)	999mm

項目	諸元
・レーザースキャナ	・名称 YellowScan ・電源、消費電力 消費電力：15W ・バッテリー持続時間 1.5時間 ・レーザレンジ 最大100m、標準50m ・FOV 360°計測可能 ・パルスレート 300kHz ・スキャンレート 5~20Hz ・スキャンライン 16本 ・リターン数 2 ・絶対精度 0.05m ・Roll/Pitch精度 0.025° ・Heading精度 0.080°

2.2 計測結果

ドローンレーザ計測は、ドローン写真計測と違い SfM などの画像マッチング処理を行うことなく、点群データを得られることが特徴である。

結果として図-1 に示すように、砂防堰堤のエッジ部分の詳細な表現および階段状の圃場の詳細な表現などが確認できた。ただし、アスファルト面や黒瓦が計測できていない箇所が多い事も把握できた。

3. 結果の考察

3.1 DSM モデルによる比較

使用したレーザースキャナは小型軽量でありドローン搭載には適しているものの、クラス 1 レーザであるため出力が弱く、アスファルト面や黒色の瓦屋根など反射が捉えられない部分が多く発生した。ただし、写真計測では困難な樹木下の地形を捉える効果は発揮された。図-2 に比較図を示す。例えば赤丸内のように、森林に覆われた尾根部分の地形が滑らかに表現され不自然な歪さが無くなったことや、樹木下を通過する遊歩道程度の微地形と言える小道が詳細に表現できていること等が確認できた。

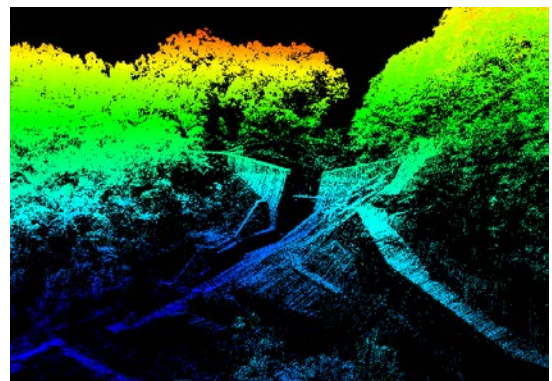


図-1 ドローンレーザの計測結果

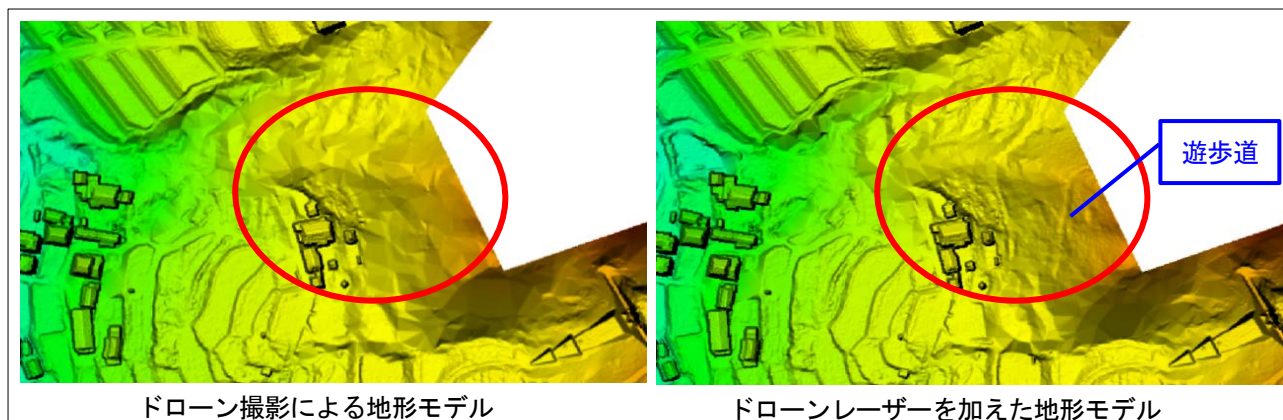


図-2 地形モデル (DSM) の比較

3.2 断面形状による比較

地形モデル検証のために、断面形状による比較を行った。比較するモデルは①航空レーザー、②ドローン撮影、③ドローンレーザー計測の3種類の比較とした。断面は条件の違う3箇所を設定した。

<各断面での比較結果>

No.1: 舗装がされていても土が覆っていれば、ドローンレーザーは計測できている。航空レーザーとドローン撮影は較差が無く、ほぼ断面が一致していた。ドローンレーザーだけ40cm程度低めの結果となった。

No.2: 山林であるため、ドローン撮影は地形の計測は困難であり、樹木上の形状のみが計測できている。航空レーザーとドローンレーザーの較差は無く、ほぼ断面が一致していることが分かった。

No.3: 稲刈り後の圃場で地表面まで見通しが効くため、航空レーザー、ドローン撮影、ドローンレーザーの各断面の較差が小さく、ほぼ同様な断面形状となった。航空レーザーが若干高めなのは夏季に計測されているためであり、稲の影響が出たと考えられる。ドローン撮影とドローンレーザーは、ほぼ完全に一致していた。

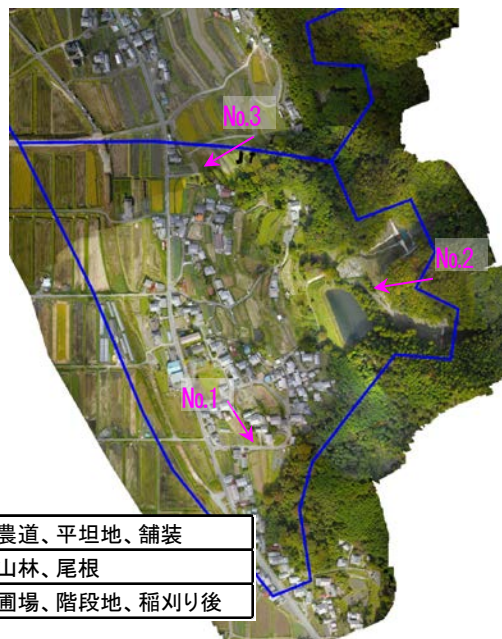


図-3 断面計測位置図

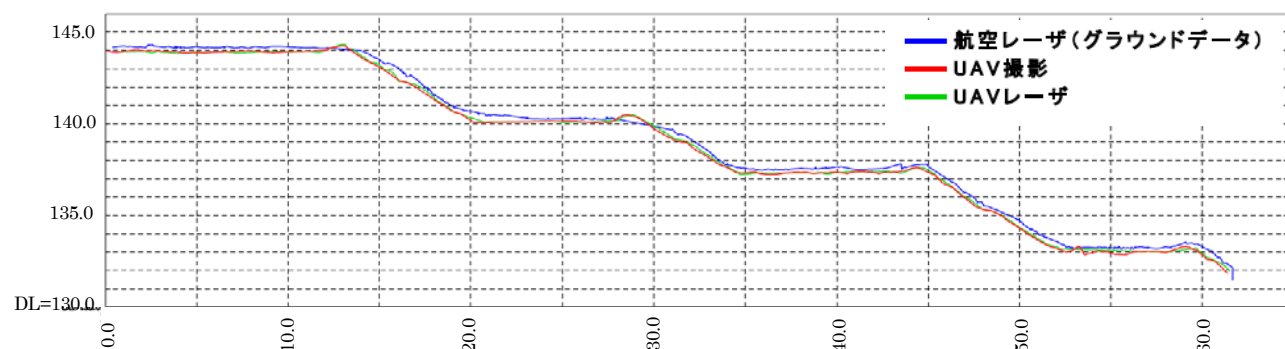


図-4 地形モデル (断面) の比較結果事例 (断面No.3)

4. おわりに

本研究の結果、ドローン搭載レーザースキャナの利用は、写真測量の弱点部で効果を発揮する等の有用性が確認できたものの、一方でアスファルト舗装や黒瓦は黒色で反射が捉えられないため、計測困難な土地利用があることも把握できた。土石流の氾濫シミュレーションでは、地盤勾配 3° 未満の緩傾斜地の表現が土石流の堆積に影響を及ぼす。保全対象となる集落付近が微妙な地盤勾配(傾斜度 2° 前後)の範囲に位置することも多いことから、今後はこれらの特徴を踏まえたドローンの活用方法の確立が望まれる。

謝辞

京都府亀岡市ならびに千歳町の関係各位には本研究の遂行にご協力頂いた。国土交通省近畿地方整備局淀川河川国道事務所には貴重なレーザー計測データを提供して頂いた。ここに感謝の意を表します。