

林道被災箇所におけるドローン測量の活用について

秋田森林管理署湯沢支署 一般職員 ○村井秀成
一般職員 岩崎隼

1. はじめに

近年、突発的な豪雨を原因とした山腹崩壊等の災害が全国各地で発生している。そのような状況でドローンは、上空や急斜面など人が立ち入れない箇所を広角的かつ短時間で撮影することができ、災害状況を「見る」「撮る」ことができるツールとして広く活用されてきている。一方で四国局や九州局では、山腹崩壊箇所をドローンで撮影しその画像を解析することにより、平面図や断面図を現地委託調査業務の成果品と同等程度の精度で作成しており、ドローンの「測る」ということへの活用も行われつつある。東北局においても局計画課に画像解析ソフト「Metashape」が導入され、“オルソ画像”と“DEM”の作成が容易になったことから、出力されるこの2つのデータを用いて、林道被災箇所を測り被災状況を把握する図面の作成が可能であるか検証を行った。

2. 検証内容

(1) 撮影と解析方法、使用ソフトについて

ドローンの撮影は、秋田県湯沢市秋ノ宮字役内山国有林の奥赤倉沢林道で実施した。この林道は、過去の豪雨により路体流失が多く箇所発生しており、2019年度から重力式擁壁等の改良工事を行っている林道である。林道起点から片道約1600mを歩き、路体が流失した5箇所の撮影を行った。

撮影にはDJI社のMAVIC 2 Proを使用した。撮影した5箇所のうち4箇所については、GSP(DJI GS Pro)アプリによる自動撮影を行った。航路上のオーバーラップ率90%、隣接航路間のオーバーラップ率80%、飛行高度80~100m、撮影モードをホバリング撮影と設定、撮影箇所ごとその場で撮影区域を指定し撮影を開始した。自動撮影後は、点群データの欠損を防止するため、手動撮影で斜め撮りも加えて行った。最後の1箇所については林道両側斜面が切り立っており自動撮影が困難と判断したため、カメラを真下に向け飛行高度を40mに維持したまま移動と撮影を繰り返す手動撮影方式で撮影を実施した。撮影は2名で行い、約2時間で終了した。


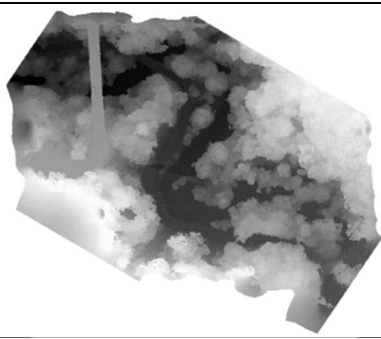
撮影した画像は東北局計画課のネットワークに送信し、計画課の担当職員が「Metashape」を使いオルソ画像とDEMの作成を行った。出力されたデータはネットワークを通して受け取り、署のパソコンで各図面を作成した。図面の作成には、GISソフト「QGIS Ver. 3」、CADソフト「Jw_cad」を使用した。

(2) オルソ画像とDEMについて

オルソ画像は、端部の歪みが補正されているため距離や面積の計測が可能である。また、ドローンのGPS情報に基づいた位置情報が付与されているため、CRS(座標参照系)を正しく指定しておけばGIS上の画面に自動的に配置され、施業図や地理院地図など画像データや、林班界や既設林道などのshpファイルと重ねて表示ができる。

DEMは、画像の一点一点に高さデータを持っている画像データで、QGIS等のソフトを活用すれば、任意の箇所の勾配や高低差の計測が可能である。また、DEMはオルソ画像と一致するため、オルソ画像を見ながら測りたい任意の方向の測定ができる。これらの特徴を持つ2つのデータを活用し、図面の作成を行った。

表1 オルソ画像とDEMの特徴

	オルソ画像	DEM
画像例		
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ 端部の歪み補正 ・ 位置情報付与 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 標高データを持つ ・ オルソ画像と一致
活用例	<ul style="list-style-type: none"> ・ 距離や面積の測定 ・ 図面や shp ファイルと重ねて表示 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 斜面勾配や高低差の測定 ・ 3D モデルの作成

(3) 作成した図面について

今回作成した図面は、2019年11月宮城県登米市林道施設災害技術支援での災害復旧計画図面の作成経験を踏まえ、災害状況を把握するために必要な図面である「位置図」、「概略図」、「平面図」、「縦断面図」、「横断面図」の5図面とした。位置図・概略図・平面図は上空から見下ろす平面的な図面のため、オルソ画像を利用。縦断面図・横断面図は横方向から見た断面図のため、主にDEMを利用し図面の作成を行った。

- 位置図 : 被災箇所や箇所間距離などを示した図面
- 概略図 : 被災状況を平面的に示した図面
- 平面図 : 現地地形や既設構造物等を平面的に示した図面
- 縦断面図 : 林道を起点から終点方向の断面を示した図面
- 横断面図 : 林道の線形に対し直角方向の断面を各測点ごとに示した図面

3. 検証結果

(1) 位置図の作成手順

- ①QGISにオルソ画像を取り込む(自動的に配置される)
- ②QGISで被災箇所ごとにポイントデータを作成する
- ③測定機能で箇所間距離を測定する(図1)
- ④印刷レイアウトで用紙サイズと縮尺を指定し、箇所間距離や箇所名等を記入する
- ⑤作成した位置図(図9)

(2) 概略図の作成手順

- ①QGISにオルソ画像を取り込む
- ②QGISで被災項目ごとに色分けしたポリゴンデータを作成する
- ③印刷レイアウトで必要事項を記入する(図2)
- ④必要により凡例やスケールバーを追加する
- ⑤作成した概略図(図10)

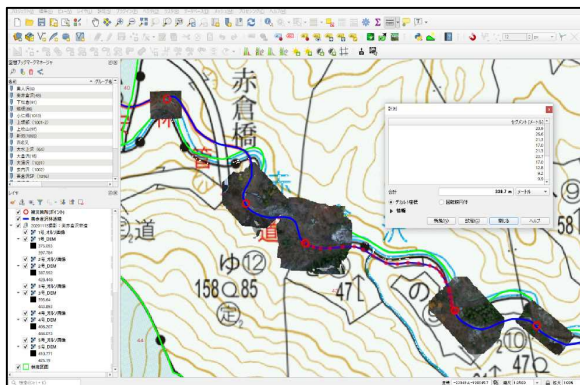


図1 QGISで箇所間距離測定(位置図)

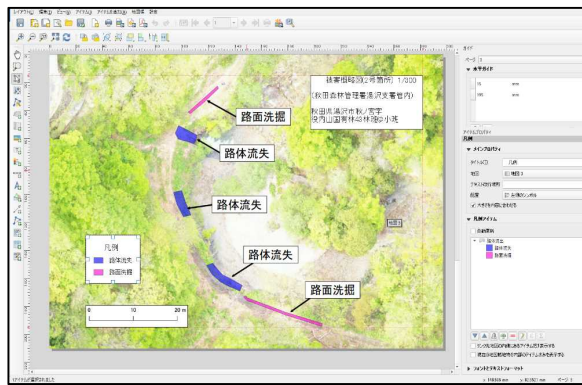


図2 レイアウトで必要事項記入(概略図)

(3) 平面図の作成手順

- ①QGIS にオルソ画像を取り込む
- ②印刷レイアウトで用紙サイズと縮尺を指定し、JPEG 形式で出力する (図 3)
- ③CAD に出力画像を取り込み、スケールバーをもとに縮尺を合わせる
- ④現況地形をトレースするように作図する (図 4)
- ⑤林道線形を作図する
- ⑥画像を消去する
- ⑦作成した平面図 (図 11)

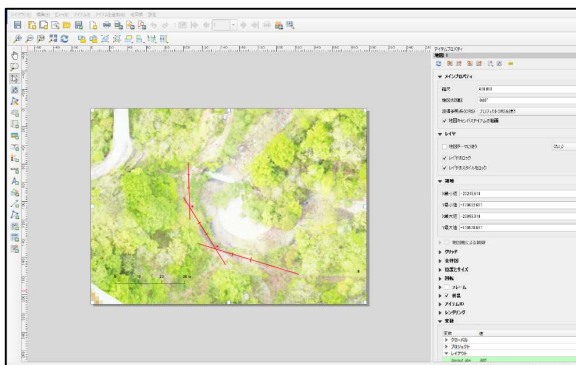


図3 QGISレイアウトで画像出力

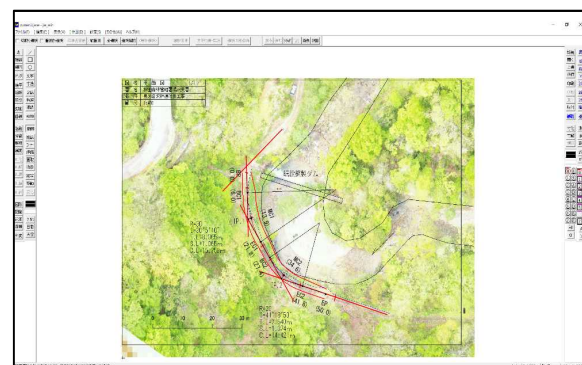


図4 Jw_cadで平面図作成

(4) 縦断図の作成手順

- ①QGIS に DEM を取り込む
- ②林道線形に沿って、断面を表示させる (Profile Tool を利用) (図 5)
- ③DXF 形式で断面線を出力する
- ④出力した DXF ファイルを Jw_cad で開き、縮尺を調整する
- ⑤出力した断面線を参考に現況線を作図する (枝葉上部の線に注意) (図 6)
- ⑥計画線を作図し、断面線を消去する
- ⑦切盛土高 (計画高と現況地盤高の差) を計算し記入する
- ⑧作成した縦断図 (図 12)

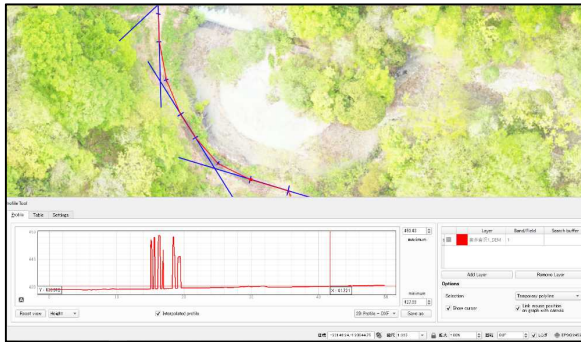


図 5 QGIS で縦断面を表示

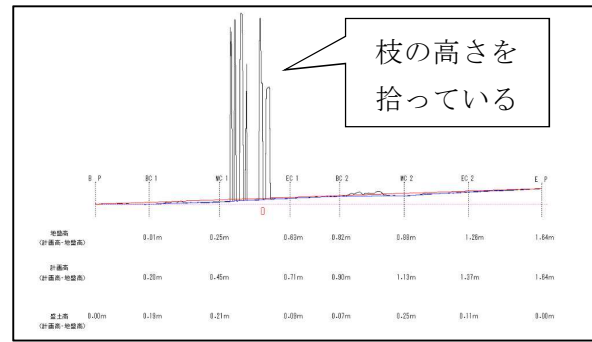


図 6 Jw_cad で縦断面作成

(5) 横断面の作成手順

- ① QGIS に DEM を取り込む
- ② 線形の直角方向の断面を表示させ、各測点ごと DXF 形式で出力する
- ③ 出力したファイルを Jw_cad で開き、縮尺を調整する
- ④ 各測点の断面の縦横位置を調整し配置する (図 8)
- ⑤ 出力した断面線を参考に現況線を作図する
- ⑥ 必要事項を記入し、断面線を消去する
- ⑦ 作成した横断面図 (図 13)

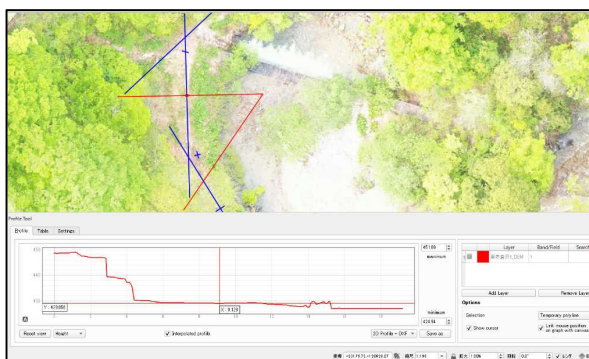


図 7 QGIS で横断面を表示

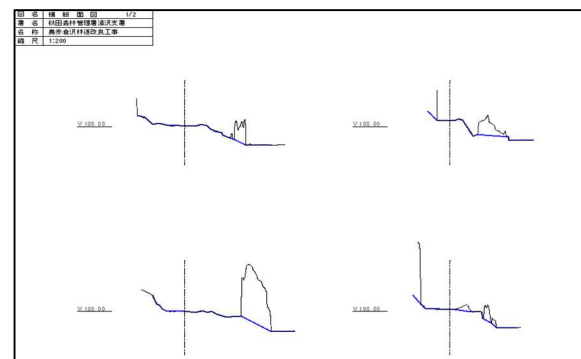


図 8 Jw_cad で横断面作成

4. 考察

(1) 位置図・概略図・平面図作成について

オルソ画像は位置情報が付与されているため、各被災箇所へ自動的に配置される。また、QGIS 上で既設林道の shp ファイルと重ね、林道線に沿って箇所間の距離の測定が可能で、位置図の作成が短時間で行うことができた。概略図と平面図においては、オルソ画像を取り込み後トレースするように現況地形を作図でき、現地測量より効率的かつ正確であると感じた。

(2) 縦断面図・横断面図作成について

QGIS の拡張機能 Profile Tool を使い、断面を表示 DXF 形式で出力、その断面線を CAD に取り込み断面図を作成した。現地測量と比べ、広範囲を 1 箇所当たり 10 分程度の飛行時間で測量できる点や、GIS 上で画像を確認しながら任意の方向を測量できるという点が優位であると感じた。一方、出力した線を縦横方向に合わせる作業に時間を要したことや、枝葉などの障害物による測量精度の低下など劣る点もみとめられた。



図9 作成した位置図

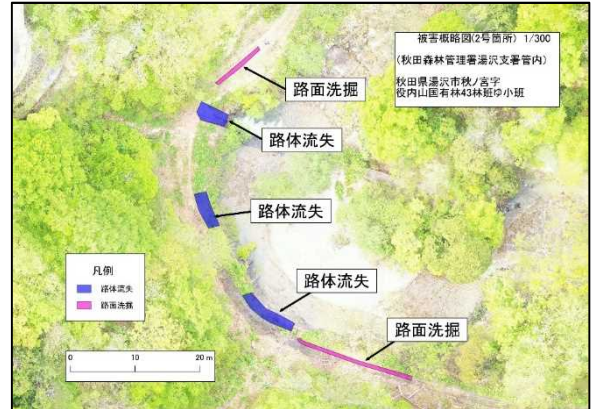


図10 作成した概略図

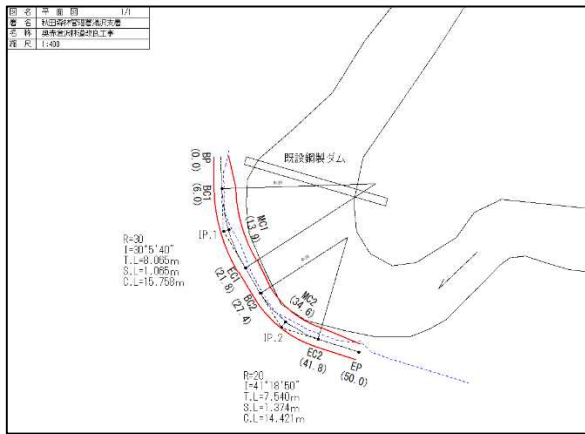


図11 作成した平面図

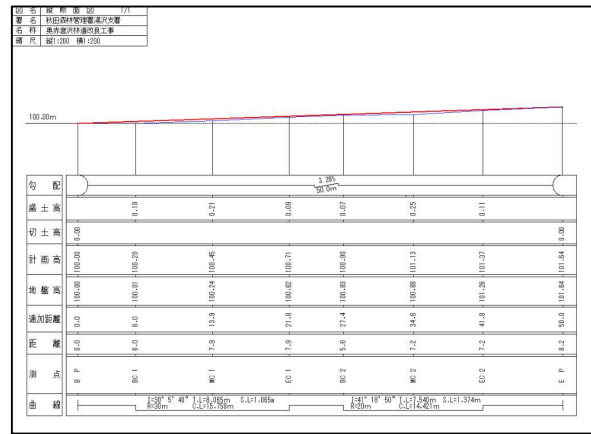


図12 作成した縦断面図

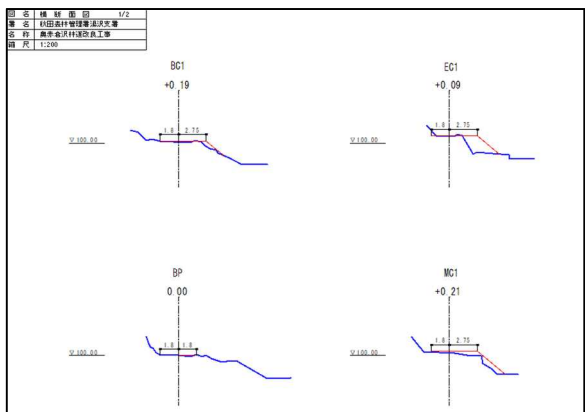


図13 作成した横断面図

5. まとめ

本研究は、ドローンで撮影した画像から災害を把握する図面の作成が可能か検証した。断面図の作成において、出力した断面線の位置を調整する作業や縮尺を合わせる作業に時間を要すると思われるものの、ドローン画像を用いた図面の作成はおおむね可能であると考えられる。ドローン撮影自体は2名程度で実施可能であることから、ドローン撮影班と図面作成班に分担し作業をすれば、従来の現地調査よりも効率的に作業できると思われる。

一方撮影において、樹木の枝葉が林道に覆いかぶさっているような箇所の場合、上空からの撮影ではDEMの取得が困難であるという課題点も見つかった。ただ今回1箇所で行った手動撮影でも問題なくオルソ画像とDEMの作成ができたことから、そのような箇所では手動による低空飛行撮影が有効と考えられる。樹木の枝下を飛行、撮影しオルソ画像とDEMの取得が可能であるか今後の課題として検証を行っていきたい。

現時点において今回のようなドローンを用いた調査が、災害発生後に実施する“現地調査”や“写真撮影”など災害復旧計画を策定するための詳細な調査の代わりとなることはないと思われるが、スピーディーに災害把握を行うツールとしてドローン測量が十分に活用できるということが示唆された。今後も有事の際にドローンを活用できるよう知識を深めていくとともに、多くの職員が利用できるよう周知していきたい。

6. 参考文献

- (1) 喜多耕一. 業務で使う QGIS Ver. 3 完全使いこなしガイド : 全国林業改良普及協会, 2019
- (2) 林野庁. UAV 立木調査マニュアル : 林野庁, 2019
- (3) 国有林治山林道の災害復旧の実務 : (株)林土連研究社, 2012
- (4) 国土地理院. “オルソ画像について” : 国土地理院, [「https://www.gsi.go.jp/gazochosa/gazochosa40002.html」](https://www.gsi.go.jp/gazochosa/gazochosa40002.html)
- (5) 渋谷昂大・丸橋勝寿. UAV (無人航空機) を活用した山腹測量の可能性について : 令和元年度国有林野事業業務研究発表集, 2019, P.53-57
- (6) 川口慎弥・黒岩玲子・吉元嵩紘. 災害発生箇所におけるドローン活用の効果・検証について : 令和元年度国有林野事業業務研究発表集, 2019, P.130-133

7. 用語解説

GIS ソフト	GIS とは、地理情報システム (Geographic Information System) のこと。位置情報をもとに様々なデータを地図上に重ねて表示、印刷できるソフト
QGIS	無料で使用可能な GIS ソフト。キュージーアイエスまたはキュージスと読む
CAD ソフト	CAD とは、Computer Aided Design の略。パソコン上で作図できるソフト
Jw_cad	無料で使用可能な二次元 CAD ソフトウェア
DEM	数値標高モデル (Digital Elevation Model) のこと。標高データを持った画像データ
Metashape	Agisoft 社の静止画像からオルソ画像と DEM の作成ができる画像解析ソフト
CRS	座標参照系のこと。GIS 等で地図の位置を表す基準。本検証では、世界測地系 (JGD2000) EPSG : 2452 と設定した
DXF 形式	CAD ソフトで開くことができる図面データのファイル形式 (. dxf)
shp ファイル	シェープファイル。GIS ソフトで開ける GIS データのファイル形式 (. shp)
ProfileTool	QGIS に追加できる外部機能。DEM を利用し断面を表示、出力できる