

UAV を用いた流域斜面動態のモニタリング技術の提案

福島大学大学院共生システム理工学類研究科 非会員 ○佐藤 大輝
 福島大学共生システム理工学類 正会員 川越 清樹

1. 序論

気候変動に伴う豪雨頻度の増加により各地で災害激甚化が危惧されている。脆弱な地質と急峻な地形を呈し、国土の約7割が山地面積となる日本列島では、斜面崩壊のリスクが高く、斜面から流出する土砂により災害の激甚化が加速しうる。そのため、斜面災害を抑止、抑制する対策が重点化されている。具体的な対策として、土砂災害防止法制定を契機に土砂災害警戒区域を指定し被害を軽減する措置を講じることや、日本列島全域にモデルを適応させて斜面崩壊の誘因となる土壌水分の情報を土壌雨量指数として明示させることなどが取り組まれている。被害を軽減する上でこれらの対策は効用を与える一方で、特定領域を対象にすることや不確実性を含むことに留意しなければならない。本質的な崩壊現象を捉えるためには、素因となる斜面の動態を捉える必要がある。不特定の領域に適応できる斜面動態を可視させる技術の構築は、事前の被災回避や河川流域の土砂管理等の多岐にわたる対策整備にも効果が期待できる。こうした背景を踏まえ本研究では、ICT(Information and Communication Technology)化により注目される UAV(Unmanned Aerial Vehicle)を用いて斜面動態モニタリングに取り組んだ。

面崩壊のリスクの高い領域群を対象領域として設定し、斜面の外観を色調より可視化させるオルソ画像データ、斜面の緻密な地形情報を可視化させる標高データを UAV より取得して斜面の動態を捉えることを試みた。地形情報の可視化には、撮影した画像から3次元点群データを生成する SfM(Structure from Motion)技術を用いた¹⁾。なお、これらのデータ取得により、以下のI、IIの解析を進めた。

I. オルソ画像と樹高データを用いて、立木配列や密度、樹種などの地形判読を行い斜面の安定性についての考察を行う。（立木配列）

II. (1)式より植生の活性度を示す可視大気抵抗植生指数 (VARI : Visible Atmospherically Resistant Index)²⁾と地表面温度の関係性の考察を行う。（湿潤化現象）

$$VARI = \frac{(Green-Red)}{(Green+Red-Blue)} \cdot \cdot \cdot \cdot (1)$$

土砂災害警戒区域を中心に被災履歴、地形・植生

的特徴も踏まえてモニタリングポイントとなる4地点の斜面を設定した。異なる特徴を有するモニタリングポイントを設定することで、今後モニタリングを行う上での普遍的、特徴的な知見を取得できる可能性を有する。

2. 研究方法、およびデータセット

本研究で使用した UAV は、DJI 社の Mavic 2 Pro（地形情報取得）、Mavic 2 Enterprise Dual（地表面温度を誘導できる外観画像情報取得）である。解析の手順を①～④に示す。

- ① 現地の空中写真や地図情報を用いて解析・安全上で適切な飛行経路を設定し、連続で空撮する。取得されたデータを基にオルソ画像と数値表層モデル(DSM : Digital Surface Model)の情報を整備する。
- ② 基盤地図情報 5m (国土数値情報) の数値標高モデル(DEM : Digital Elevation Model)を利用し、①で作成した DSM との差分により樹高を導出した。また、樹幹頂部を抽出し、植生配列を導出した。
- ③ オルソ画像を用いて VARI を導出した。一方で、Mavic 2 Enterprise Dual で撮影したサーマル画像の RGB と VARI を比較して地表の特性把握を検討した。
- ④ ②、③から各地点においての斜面の特徴や特にモニタリングが必要なポイントを把握し、適切な斜面管理についての検討を行った。

3. 研究結果

対象地域領域の結果を①～④に示す。

①宮城県丸森町五福谷川流域

当該斜面は、斜面末端部で土砂流出の緩衝効果が認められたが、崩壊斜面と異なり緩衝効果部は約 3～4m の樹幹間隔で千鳥状に配列された成長度の高いスギであることが可視化された。

②秋田県仙北市供養佛地区

土石流滑落後の裸地化した地形より谷地形形状を呈することが可視化された。谷地形は画像情報より植生度も大きく、谷地形からは微量の表流水の流出を示唆することが可視化された。

③長野県岡谷市湊地区

この地域は被災から 15 年程経過し、斜面全体が植生繁茂する。なお、斜面の樹間は約 6～7m と広く樹高 30～35m 程のアカマツ・カラマツが散見した。

キーワード：土砂災害、モニタリング、無人航空機、山地管理

連絡先：〒960-1296 福島県福島市金谷川1 福島大学共生システム理工学類 Tel and Fax 024-548-5261



図2 各地点において作成したオルソ画像

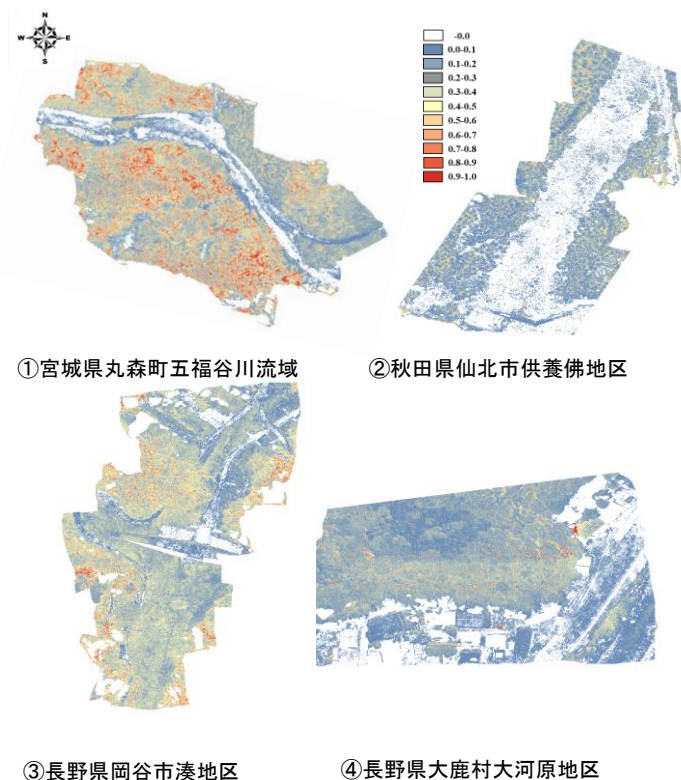


図2 各地点における VARI の結果

潤状態を導出することはできなかった。一方で、斜面形状に応じて植生状態は異なり、概ね樹間の広さに応じて成長度の高い樹木となり斜面安定に寄与する可能性が明らかにされた。また、UAVによる緻密な解像度による地形情報取得により変動履歴や湿潤情報を取得できることが明らかにされた。課題に関しては、継続的なモニタリングにより変動性を誘導できる可能性がある。そのため、このデータを基盤に変動性を精読する試みが望まれる。

謝辞：本研究の一部は、環境省環境推進費（課題番号 2-1907）、河川財団の助成を受けたものである。また、本研究を進めるにあたり国土交通省東北地方整備局福島河川国道事務所より多大な協力を頂いた。ここに謝意を示す。

参考文献：

- 1) 坪倉真 林野庁 近隣中国森林管理局 森林技術・支援センター：3次元点群データを用いた森林管理、イノベーション部門 I No.16
- 2) P. Schneider *, D.A. Roberts, P.C. Kyriakidis : A VARI-based relative greenness from MODIS data for computing the Fire Potential Index, Remote Sensing of Environment, No.112, 1151-1167, 2008.

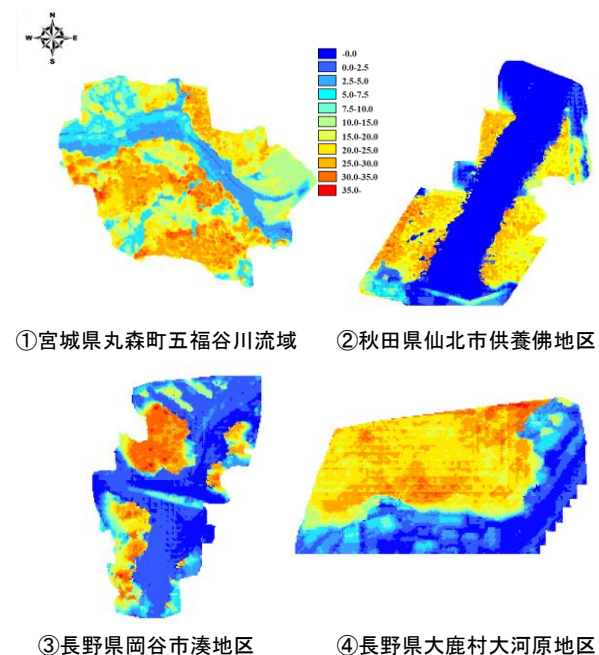


図1 各地点における樹高分布図

④長野県大鹿村大河原地区

対象地域内で唯一、斜面崩壊履歴のない地域だが、植生配列と地形が最も不均一、かつ、樹種も複雑である結果を得た。

4. 考察と今後の課題

UAV を用いて斜面の動態を捉える検討を行った。結論として、斜面の変動を示唆する地表、樹林、湿