

## UAV を用いた崩壊地における迅速な地形測量技術の提案

岡山理科大学 正会員 ○佐藤 丈晴

### 1. 目的

近年、河川、砂防、港湾を中心として航空レーザ測量が実施されており、面的に詳細な地形データの取得が行われている。この測量データは、災害発生前の微地形抽出、土砂量の計測等に用いられている。しかしながら、そのデータを得るための航空測量は、実施規模が大きく、測量に要する計画、準備の段階から、測量の実施及びデータ取得後の解析作業に膨大なコスト、労力、時間を必要とし、迅速性に欠ける課題がある。

本稿では、簡易な UAV を用いて現地で写真測量を実施し、短時間で 3 次元地形データの取得から被災箇所縦横断面の作成まで実施できる方法について検討した結果について報告する。

### 2. 機材およびソフトウェア

簡易な小型 UAV として DJI 社の Phantom3 を用いた。サイズは対角線 350mm、重さ 1.2 kg であり、山中をリュックで背負って持ち運び可能である。本機種はクアッドコプターの一つでカメラが初期から搭載されている。カメラの性能を考慮すると、市販のデジカメがより多種多様の機能を装備しているのが優れているが、UAV への取り付け、シャッターの自動化、ペイロード（積載重量）を考える等、誰でも挑戦できるという視点でデメリットが目立つことからカメラと UAV が一体となっている本機種を採用した。

続いて、Sfm ソフトウェアは Agisoft の Photoscan を採用した。複数枚の画像を用いて、三次元の点群データを計算する。このソフトは複数枚の写真から 3 次元データを簡単に構築できるソフトである。Sfm はコンピュータビジョンの分野において開発され、動画や静止画からカメラ撮影位置を推定し、三次元形状を復元する要素技術の 1 つである。本稿では、この技術を崩壊地の地形の定量的評価に適用した。

### 3. 検討方法

以下に 3 次元データ取得方法について記載する。本検討で対象としたのは、平成 24 年 7 月に発生した九州北部豪雨災害で被災した熊本県阿蘇市における崩壊箇所であり、崩壊規模は長さ 50m、幅 30m、深さ 10m 程度である。

#### 1) 小型 UAV による現地状況の写真撮影

対象箇所において小型 UAV による空撮を行った。できるだけ斜面に垂直となるように、カメラの角度を設定しつつ、57 枚の写真撮影した。(図-1)。崩壊地の冠頭部はオーバーハング状の形状を示していたので、冠頭部にかなり接近して真横の方向から撮影した。このように調査者が近づくことのできない方向からも写真撮影できるところに小型 UAV を用いるメリットもある。使用した小型 UAV は GPS による位置情報も取得でき、画像データに撮影位置の GPS データが保存されている。

#### 2) 写真撮影位置の特定

Agisoft の Photoscan を採用し、解析に用いる画像データの写真撮影位置を特定する(図-1)。また、このデータから三次元高密度の点群データを生成する(図-1)。いずれもコマンドを指定するのみで、自動的に計算が実施される。多少の解析条件の調整はあるものの、最初はデフォルトで実施し、その後必要に応じて条件設定し、再解析を行う。

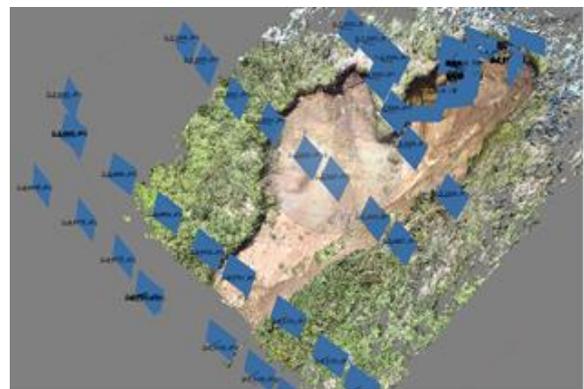


図-1 写真撮影位置(図中青色で表示)と高密度の点群データ

キーワード：UAV、Sfm、崩壊、写真測量

連絡先：岡山市北区理大町 1-1 086-256-8003 (代表)

3) 地形解析

必要な点群データを抽出し、地形解析を実施必要な高密度の点群データが得られれば、データ抽出して地形解析を実施する(図-2)。

4. 地形解析

この手法で得られるデータは、ほぼ航空レーザ測量データと同じである。異なる点は、利点では解像度が大幅に向上していることである。図-2 ではデフォルトモードで約 300 万点のデータを抽出している。収集データはカメラの解像度に依存するものであるが、一般的に数 cm 単位で取得できる点とオーバーハング箇所について斜め下から見上げながら撮影することが可能である。欠点は写真測量であるため草本を透過してデータを取得することができないこと。また、得られた座標値が小型 UAV に積載された GPS によるものであるため、誤差が数 m 単位で発生することである。もちろん測量範囲内に基準点を数点設置すれば、この課題は解決される。この誤差は地球上の位置とのずれという問題であり、測量範囲内の形状や距離について誤差が出るものではない。測量範囲内の既知点があれば平行移動することで正しい位置を特定できる。

4. 解析時間

まず現地での撮影時間(検討方法 1))については、UAV を離陸してから 10 分足らずで撮影は完了した。撮影方法として、UAV を少し動かしては撮影し、また数m平行移動させるという極めて原始的な方法である。図-1 では 57 枚(解析には 36 枚使用)の空撮を行った。続いて、高密度点群データの生成(検討方法 2))は、36 枚の写真の解析で 45 分程度の時間が必要となる。この作業に最も時間を要するため目的に応じた写真の枚数の最適化を図ることで作業効率を大幅に向上させることが可能となる。3次元データの抽出には、36 枚の画像であれば 1 時間弱必要となる。3次元データ(DEM)の抽出が可能であればその後、さまざまな方法で地形解析(検討方法 3))を実施し、図-2 のような解析が可能となる。現地初動調査で写真撮影し、報告時に現地の簡易測量を実施(図-3, 4)し、3次元モデルを作成して現地を説明できれば、災害対応における大幅な時間短縮に資することとなる。

**謝辞:** 本研究は、公益財団法人ウエスコ学術振興財団の学術研究費助成事業において研究助成を頂き実施しているものである。ここに記して感謝申し上げます。

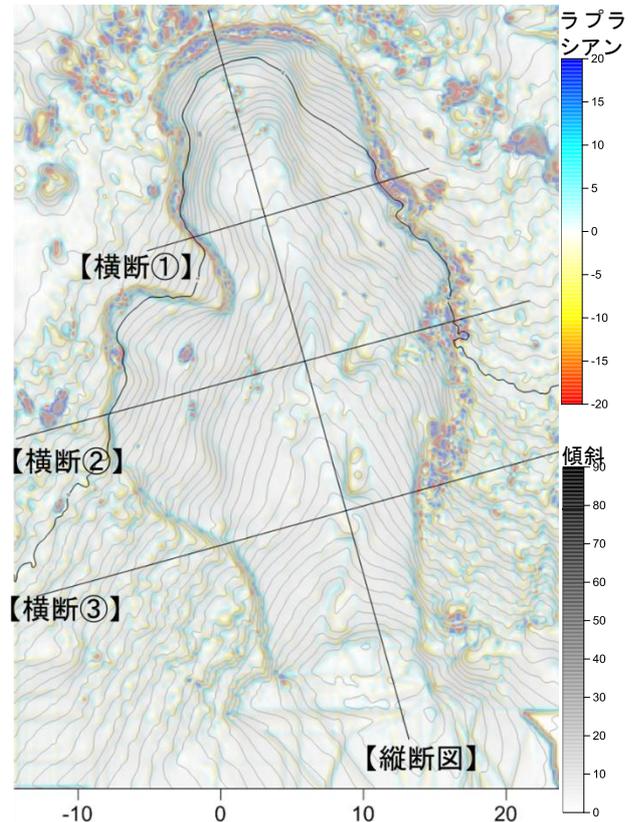


図-2 崩壊箇所の傾斜ラプラシアン図

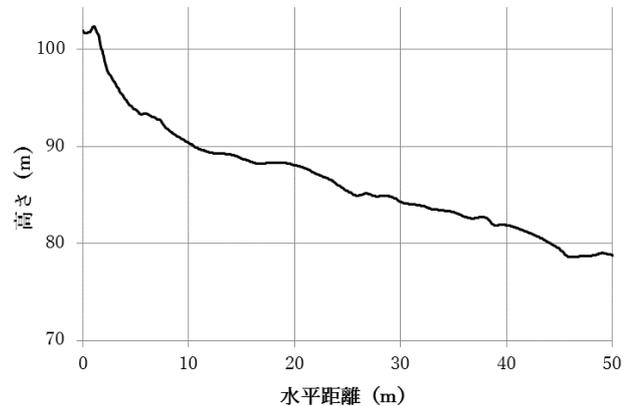


図-3 崩壊箇所の縦断面図

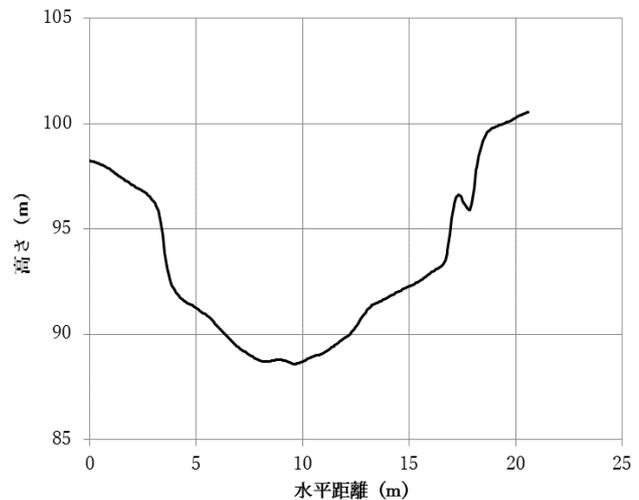


図-4 崩壊箇所の縦断面図 (図-3 横断①)