

小型無人ヘリを用いた超高解像度オルソ画像と DSM 作成の試み

—平成 24 年 7 月九州北部豪雨による斜面崩壊地を対象として—

山本遼介・泉 岳樹

A Study on Creating Ultra High Resolution Orthophoto and DSM Using a Small UAV

—A Case Study at Landslides Caused by the Heavy Rains in Northern Kyushu in July 2012—

Ryosuke YAMAMOTO and Takeki IZUMI

Abstract: In July 2012, a lot of landslides was caused by heavy rains in Mt. Aso, Kumamoto Prefecture. We acquired the stereo pair images of landslides in Saishigahana, Aso City using a small UAV on September 5, 2012. Then we created the ultra high resolution orthophoto and DSM from the images. As a result, we could easily see in detail of the landslides such as the distribution of gravels from the orthophoto and the DSM. We are planning to monitoring temporal changes in the landslides.

Keywords: 無人ヘリ, UAV (unmanned aerial vehicle), 超高解像度画像 (ultra high resolution imagery), 数値表層モデル (digital surface model), 斜面崩壊 (landslide)

1. はじめに

近年日本では土砂災害が頻発しており, それによる人的・物的被害は甚大である. 土砂災害地における地形の変化を詳細に把握することは, 被害の実態を把握するために有効だけでなく, 二次災害の防止や復旧・復興策の検討を行う上でも非常に有用である. また崩壊のプロセスを理解することは, 今後発生し得る斜面崩壊の予測にもつながる.

これまで土砂災害の発災時には地上での測量, 航空機やヘリコプターを用いたレーザー計測や写真測量が行われてきた. しかし, 地上での測量

は時間を要し, また発災直後は現場に立ち入るのが危険な事が多いため, 計測範囲には限界がある. 有人航空機は広範囲の計測が可能な反面, 飛行高度による制限や雲などの影響により超高解像度の画像を取得することは容易ではない.

そこで本研究では, 近年発展の著しい無人ヘリコプター (UAV, Unmanned Aerial Vehicle, 以下無人ヘリとする) を用いた地形計測の可能性について検討を行うことを目的とする. 具体的には, バッテリーを動力とする小型のマルチコプタにデジタルカメラを積載し, ステレオペア画像を撮影する. そして, 画像から撮影位置を推定する SfM (Structure from Motion) の技術を用いて, ステレオペア画像からオルソ画像および DSM (Digital Surface Model, 数値表層モデル) を作成することで, 詳細な地形の把握を試みる.

無人ヘリについては, 近年, 安価で性能の高

山本遼介 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1

首都大学東京大学院 都市環境科学研究科

Phone: 142-677-1111 (内線:3871)

E-mail: yamamoto-ryosuke@ed.tmu.ac.jp

い製品が登場したことにより、簡単に空撮や写真測量を行うことができるようになった。一方で、本研究で対象とする「平成 24 年 7 月九州北部豪雨」の際には、無人ヘリは安くても数百万円したため、まだ一般的ではなかった。また使用した機材は、国産の製品をベースとして飛行性能や撮影性能に改良を加えた独自の機材である。そのため、地形計測に求められる機材の性能を明らかにし、地形計測に適した次世代無人ヘリの開発に役立てることも本研究の目的の 1 つである。

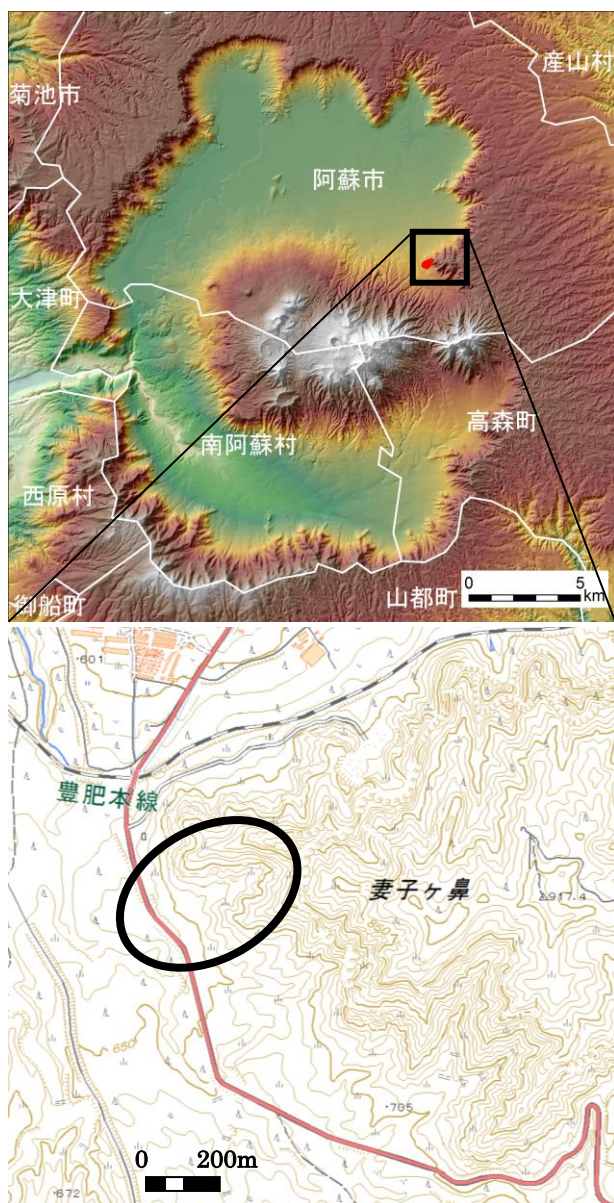


図 1 本研究の対象地域

2. 対象地域

平成 24 年 7 月 11 日から 14 日にかけて、九州北部において大雨が多発し、各地に洪水や土砂災害をもたらした。気象庁はこの一連の大雨を「平成 24 年 7 月九州北部豪雨」と命名している（気象庁, 2012）。特に熊本県阿蘇地方では, AMeDAS 阿蘇乙姫において 11 日 22 時から 9 時までの 11 時間で約 500mm の降雨を観測するなど極端に強い雨が発生し、阿蘇山の中央火口丘や外輪山において多数の斜面崩壊が発生した。

本研究で対象としたのは、熊本県阿蘇市一の宮町坂梨の「妻子ヶ鼻」と呼ばれる地区である（図 1）。妻子ヶ鼻は外輪山の東側に位置し、九州北部豪雨の際には小規模な斜面崩壊や土石流が頻発した地区である。

3. 研究手法

3.1 無人ヘリの概要

本研究では、株式会社情報科学テクノシステムが製作した「GrassHOPPER」を使用した（表 1，図 2）。

表 1 本研究で用いた無人ヘリの概要

タイプ	マルチコプタ
プロペラ数	6 枚
動力源	電池（リチウムポリマーバッテリー）
バッテリー容量	3 セル 6, 600mAh
機体重量	2kg
ペイロード （積載可能重量）	600g
機体サイズ	80cm×80cm
耐風性能	5-7m/s
航続時間	約 4-10 分
搭載カメラ	GoPro HERO2 RICOH GX200



図2 本研究で用いた無人ヘリ (GrassHOPPER)

3.2 現地調査

平成24年9月5日に現地調査を実施した。調査では、まず無人ヘリに小型カメラ GoPro HERO2 を積載して撮影を行い、現地の概況を把握した。その後、コンパクトデジタルカメラ RICOH GX200 を積載し、ステレオペア画像の撮影を行った。飛行高度は150m、面積は約0.15km²で、合計130枚の画像を撮影した。

3.3 オルソ画像と DSM の作成

オルソ画像および DSM の作成には、Agisoft PhotoScan Professional Edition Version 1.0.4 を使用した。GCP (Ground Control Point) は、Web上の地図サービス (Google マップ, Google Earth, Yahoo! 地図) から位置情報を判読して取得し、合計3地点を入力した。

4. 結果

オルソ画像の作成結果を図3に示す。1ピクセルあたりの解像度は約3.9cmであり、多数の小規模な崩壊の様子や、土石流により流された礫の分布が容易に判読できた。

次に、DSM の作成結果を図4に示す。また、図5および図6に DSM から等高線および陰影起伏図を作成した結果を示す。北西側の斜面に沿って谷地形が形成されている様子がはっきりと読み取れた。また、3地点の GCP による位置精度は平均

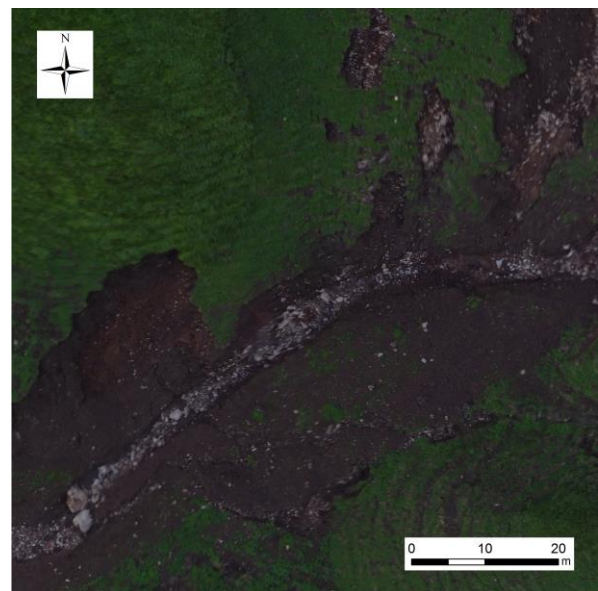


図3 作成したオルソ画像 (上) とその拡大図 (下、赤色枠の範囲)

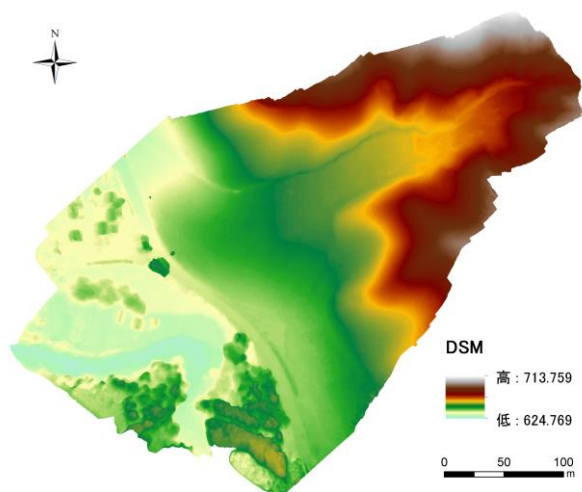


図4 作成した DSM

0.41m であった。今後、現地調査により GCP を新たに取得することで、さらに精度が向上することが期待される。

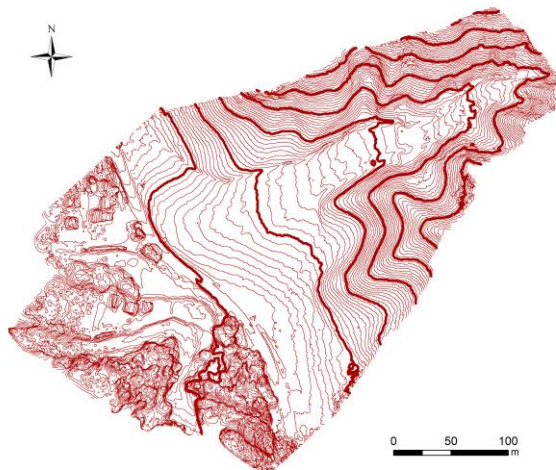


図5 DSM から作成した等高線図

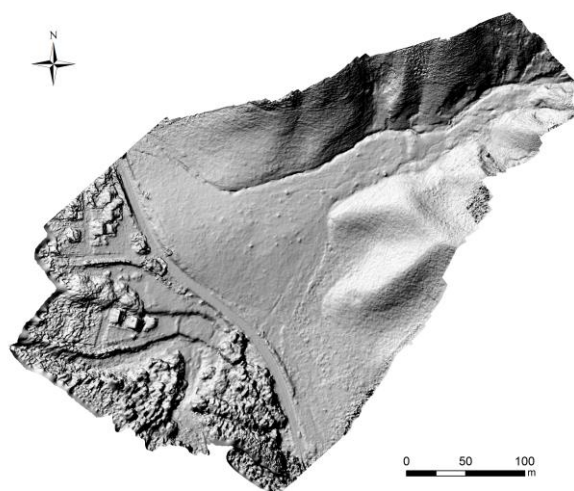


図6 DSM から作成した陰影起伏図

5. 考察

妻子ヶ鼻では、斜面崩壊の発生前における基盤地図情報 数値標高モデル (10m メッシュ) が整備されている (5m メッシュは未整備)。図8は、本研究で作成したDSMと基盤地図情報との差分である (解像度は基盤地図情報に合わせた)。道路付近を境界に、標高の高い側 (北東) が負、低い側 (南西) が正の値となっている。DSM と DEM を比較しているために建物や樹木の影響があるが、崩壊した土砂が低標高側へと流出した状況が見取れる。

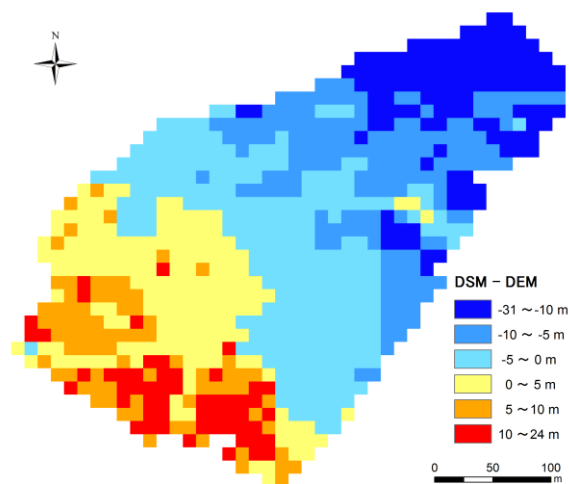


図7 DSM と基盤地図情報との差分 (DSM-DEM)

6. おわりに

本研究では斜面崩壊地を対象に、小型無人ヘリを用いた地形計測の可能性について検討した。その結果、超高解像度のオルソ画像と DSM によって崩壊地の状況や地形を詳細に捉えることができた。これは写真測量ソフトウェアの技術的進歩により実現したものであり、発災の約1か月後に取得した貴重なデータの解析が可能となった。

今後は、継続的にデータの取得を行い、時間経過による地形や植生の変化をモニタリングする予定である。今後発生し得る災害を予測し、防災・減災に役立てるためには、このような発災直後やその後の経過データを将来の解析技術の進化を見据えてアーカイブしていくことが大切であると考えられる。

参考文献

気象庁 (2012) :平成 24 年 7 月 11 日から 14 日に九州北部地方で発生した豪雨の命名について。
<http://www.jma.go.jp/jma/press/1207/15a/20120715_gouumeimei.html>.