

2. 研究の詳細

プロジェクト名	火山噴火後の環境変化の効率的な情報取得方法の開発		
プロジェクト期間	平成26年度		
申請代表者 (所属講座等)	黒木貴一(社会科教育講座)	共同研究者 (所属講座等)	
<p>①研究の目的</p> <p>1990-1995年雲仙普賢岳や2011年霧島新燃岳では、噴火に伴う火山灰や溶岩などによる直接被害と、その後の斜面崩壊や土石流などの二次被害が繰り返されてきた。一般に二次被害の終息時期は、空中写真や衛星データなどのリモートセンシングや現地測量などの継続的各種計測から判断されるが、新燃岳噴火の二次被害の終息時期は、観測データが乏しく現時点では判断が難しい。これは小規模で短期間の噴火終息に伴う関心の低下を背景に、空撮がなされず測量間隔が長くなり環境回復のための変化が把握しにくい事、地形、土層、植生など調査分野が細分化し総合的視点が欠如することが要因である。また空撮や測量が効率的かつ廉価に実施できる手法が確立されていないことも、それを難しくしている。そこで本研究では、噴火後に環境が安定に至るまでの、火山斜面の特性に関する評価方法を検討することを目的とする。</p> <p>②研究の内容</p> <p>2011年噴火が終息した霧島新燃岳の南東域を対象に、二次被害の終息時期の判断に活用できる環境情報の効率的な取得と解析手法、その統合化方法を検討する。環境情報は斜面の微地形形状、微地形に対応した火山灰二次移動と植生分布を考える。これらを現地確認した上で、廉価な機材を用いて対象地域を撮影し、撮影画像を写真測量ソフトとGISソフトで解析すること、結果を空中写真で確認することから、二次被害の終息に至る環境の1時間断面を高精度に地図化する。</p> <p>③研究の方法・進め方</p> <p>研究方法も検討課題となるため、現場試行前の実験準備段階から現場適用試験までを詳しく整理する。</p> <p>1)写真の3Dモデル作成の試験</p> <p>既存の空中写真(1948年米軍撮影のR211-24と25、2010年国土地理院撮影のCKU20102-C23-19と20)、一般のデジタルカメラ(Coolpix S30)による写真を用いて、写真測量ソフトPhotoScanにより対象(附属幼稚園室内、人文社会教棟入口)の3Dモデル作成を試みた。</p> <p>2)空撮準備</p> <p>簡易UAVのPhantom 2及びDJI 3軸ジンバルZenmuse H3-3Dを準備し、両者を接続した。パソコンにPhantom 2 vision + Assistant Softwareをインストールした。これにより撮影角度が調整可能となった。空撮中の安全確保のため、PH2用Vision NO.28プロペラガード、空撮時間の確保のためPH2用Vision NO.1 3S11.1V/5200mAhリポバッテリーを準備した。これより約40分間の空撮時間を得た。小型デジタルカメラのGoPro Hero3を準備しジンバルに接続した。</p> <p>3)校内空撮練習</p> <p>一般のデジタルカメラRICOH CX2を利用し、校内の樹木間でロープ吊り下げ、5m棒による吊り下げでの疑似空撮実験を所定間隔の自動撮影で実施した。GoPro Hero3を利用し、5m棒に吊り下げることによる疑似空撮実験を所定間隔の自動撮影で実施した。演習を利用し、基準点設置、基準点測量、対空標識の設置、Phantom2操作練習、空撮練習を実施した。</p> <p>4)現地実験と分析</p> <p>8月に高千穂峰の南東山麓の実験地で、基準点設置後にRICOH CX2による高所からの写真撮影を行い、撮影画像を用いた3Dモデル作成を行った。確認のために9月に実験地で基準点の再計測及び全体地形の計測を行</p>			

い、後者結果は3Dモデルにまとめた。12月に実験地で、小型デジタルカメラを搭載したUAVを飛行させ写真撮影を行い、撮影画像を用いた3Dモデル作成を試みた。

実験地にある全体の3Dモデルと今回取得した3Dモデルを比較し、また12月と8月の3Dモデルを比較して、Phantom2とGoPro Hero3を利用した3Dモデル作成の効果と問題点に関し考察した。

④実施体制

研究代表者を中心に実施した。現場適用試験では、志學館大学の宗先生、西南学院大学の黒田先生の支援を得た。また現場で試行する前の準備では、学生の自然地理学関連実習・演習を兼ねた。

⑤平成26年度実施による研究成果

1)空中写真や校内3Dモデル作成試験

空中写真による3Dモデル作成試験に続き、Coolpix S3による一般写真での3Dモデル作成試験を行った。検討の結果、モノクロ写真や色調が単純な場合にPhotoScanが対応点を取れずデータ欠損が生じることや不自然なデータが生じやすい事、また画像解像度が高いと手持ちパソコンでは計算不能に陥ることが分かった。さらに写真の死角を生じさせない撮影工夫が必要である。

2)校内空撮練習の状況と課題解決

空撮までの各練習状況例を写真1~4で示す。練習の結果、カメラレンズ仕様による画角特性を確認し高度と移動速度に応じた適切な撮影間隔の設定が必要で、撮影範囲空撮作業に事前の測量や撮影時のPhantom2の位置確認のために最低3人を要することが分かった。

空撮練習の結果は、オルソ空中写真やDEM(デジタル地形モデル)とする。基準点網の外部に歪が生じている点、植生により正確な地表面標高が抽出しにくい点など問題は残るものの、学内のテストサイトの3Dモデルを高精度で取得できた。



写真1 基準点設置



写真2 基準点測量



写真3 対空標識設置



写真4 Phantom2 操作

3)樹木を用いた高所からの現地実験

校内での樹木間でロープ吊り下げ実験結果を踏まえ、実験地の両谷壁中位にある樹木2本にロープを渡し、両端ともに自在結びで結索した。カメラはカメラ容器のソフトケースに封入し、ソフトケースは吊り下げ段ボールからタコ紐により吊り下げ、吊り下げ段ボールには牽引ロープを結索する。片側から牽引ロープを引き寄せながら5秒間隔での自動撮影を実施した。

高所撮影の結果を、オルソ空中写真(図1)と3Dモデルから計算した陰影図(図2)で示す。解像度は1cmである。結果では正確な植生分布情報を得るとともに、画像端で不自然な段差が生じている点を除いて詳細な3Dモデルが形成された。土地被覆は、落葉域、植物のある植生域と苔域、土砂が露出する裸地に区分される。地形情

報として、直径 50cm を越える礫が標高分布から把握され、谷底が水に洗われる最低位面と水位上昇が及ばない段丘状地形面に区分できるなど詳細なデータを得た。この詳細さを確認できるよう、簡易レーザー測量した全体地形の計測結果で得た 25cm 解像度の 3D モデルの陰影図に本結果を重ねて示した。

なお、撮影準備では撮影実験地の選定、基準点設置、ロープ吊り下げセット設置、視野確保のための伐木に対しほぼ 1 日を要した。つまり本手法適用に際し、好条件場所の選定と撮影前準備に時間を要する点に注意が必要である。

4) Phantom2 を用いた空撮実験

校内空撮練習の成果を踏まえ現地で GoPro Hero3 搭載の Phantom2 による空撮を行った。吹き下す谷風の影響で操縦が難しく縦断方向の撮影は一部断念したが横断方向の撮影は成功した。この撮影結果を、オルソ空中写真(図 3)と 3D モデルから計算した陰影図(図 4)で示す。

図 1 と図 3 を比較すると、土砂に苔が着生し土砂移動の少ない場所と、落葉の分布から水流の痕跡が判別でき、植生が緑から褐色と変化し季節変動が確認できる。地形情報としては、谷底の水流の痕跡が明瞭となり、谷壁から谷底に土砂が移動する崖錐形状が明瞭となった。さらに、8 月と 12 月の標高差分を求め、地形変化の印象を定量的に確認できた。なお、反射光の強い場所では、PhotoScan が対応点を取りにくく不自然な結果となり、また対空標識を十分確認できず幾何補正の精度が低下した。冬季は夏季と比べ太陽光が弱く色調の違いが鮮明となり、解析での対応点を取りやすかった。

今後、環境評価に実用的な水準にするには、計算力のあるパソコンによるより広い範囲の地形・植生情報およびその変化情報の取得に関し適用試験を実施する必要がある。

5) まとめ

校内試験を通じて以下のことを確認した。
a. 確実かつ安全な現場での実験までの予備実験を、自然地理学の実習・演習の内容に組み入れ効率化を図ることができた。特に対空標識設置までの過程は測量に関わる実習を活用できることが分かった。
b. モノクロ写真や景観の色調が似た画像の場合は、3D モデルに欠損を生じやすい。また不自然な結果になりやすいので注意が必要である。

現地実験を通じて以下のことを確認した。
c. 樹木間にロープを渡してデジタルカメラを吊り下げて自動撮影状態で移動させることで空撮と同様の 3D モデルを作成できる。

d. 冬季の様に撮影の対空標識や地表色調が明瞭に識別できる光反射が少ない撮影条件が、適切な 3D モデル計算のために必要である。

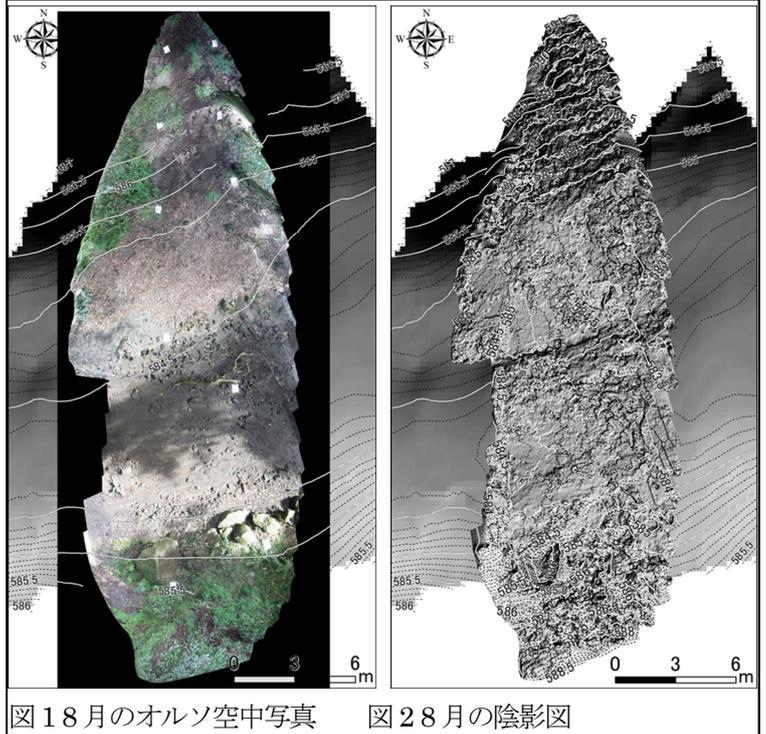


図 1 8 月のオルソ空中写真 図 2 8 月の陰影図

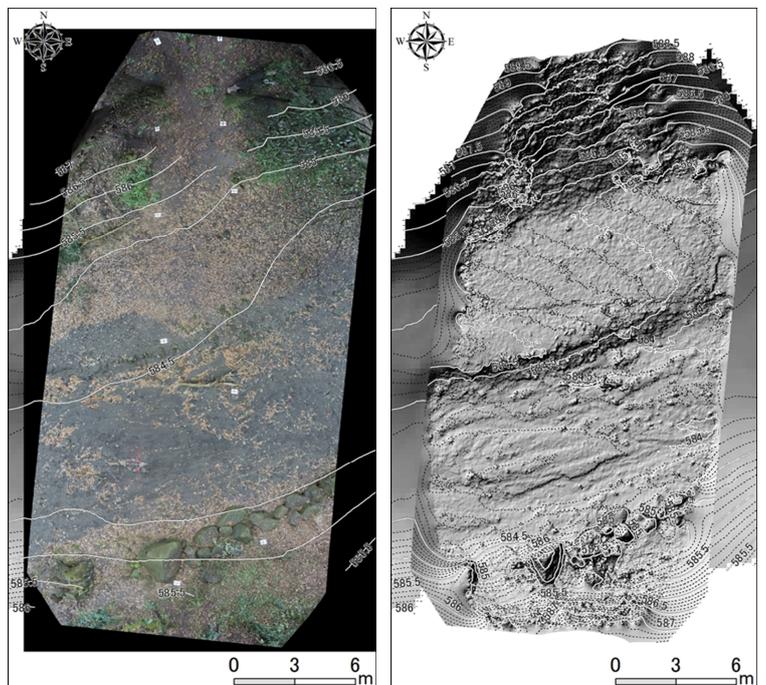


図 3 12 月のオルソ空中写真 図 4 12 月の陰影図

e.オルソ画像から、落葉域、植生域、苔域、裸地の土地被覆を区分でき、また土砂移動への水流の関与、土砂移動が停止した範囲を識別できる。

f.作成 DEM から 50cm を越える礫の分布、頻繁に水に洗われる最低位面、洪水位が及ばない段丘状地形面を区分できる。

⑥今後の予想される成果（学問的効果、社会的効果及び改善点・改善効果）

現地調査にデジタルカメラによる簡便な測量を加え、再計測を行うことで噴火後の火山灰二次移動の精度良い評価ができると予想される。またそれ以外にも地形変化が激しい海岸、人工改変地、溜池、耕地などでの社会問題を解決するための客観的データが提示できると予想される。

まだ1回限りの実験に止まっており、同現場で同様調査を実施できれば火山灰二次移動予測を検証でき評価の確実度を向上できると思われる。

⑦研究の今後の展望

本学紀要への投稿、INQUA(the International Union for Quaternary Research)、東北地理学会の発表を計画している。研究成果は、大学での火山形成や景観を題材とする自然環境教育や火山災害を課題とする防災教育に活用予定である。

⑧主な学会発表及び論文等

黒木貴一(2015)：地理教材のための3Dデータ取得方法の検討と課題。福岡地理学会2015年1月例会発表要旨。

その他、福岡県高等学校教員による地理研究会(1月27日)で「ICT教育を意識した地理情報学習過程」、日本技術士会応用理学部門の「2014' 応用理学部会 in 福岡(11月9日)」で「福岡の地形・地質と歴史的土地利用の知恵」と題する講演の一部に使用した。

○本報告書は、本学ホームページを通じて学内外に公開いたします。

○本経費により作成された成果物や資料等については、必ず全て添付願います。