

雲仙普賢岳ガリーにおける崖錐発達の実態と土石流発生条件との関係

筑波大学生命環境科学研究科

○北本 楽

森林研究・整備機構 森林総合研究所

経隆 悠

宮崎大学農学部

篠原 慶規

東京大学農学部

堀田 紀文

神戸大学大学院海事科学研究科 Gomez Christopher

東京大学大学院農学部農学生命科学研究科

酒井 佑一

九州大学大学院生物資源環境科学府（現 関東地方整備局高崎河川国道事務所）

矢野 敦久

1. 研究の背景と目的

火山地域では山腹に堆積した火山噴出物を材料として、噴火が鎮静化した後でも、降雨により土石流が発生することが知られている。土石流発生を警戒および避難に対する土砂災害発生基準雨量^①を用いて予測することもできるが、その精度は十分でない。土石流の発生過程が局所的な地形条件の影響を大きく受けること^②を考慮すれば、火山地域の土石流発生源であるガリー内の崖錐発達等の微地形条件を合わせて評価することで、土石流の発生基準雨量のみを用いた予測よりも、精度の高い土石流発生予測が可能になるだろう。崖錐発達を観測し崖錐が土石流に与える影響を調べるためには、地形測量を高頻度、広範囲かつ高解像度で行うことに加えて、土石流発生を観測することが必要である。航空レーザーによる測量は解像度が低く、ガリー内の地形再現精度が十分でない。また、対象地において流域内における連続的な土石流観測を行った事例はなく、既往データでは検討に不十分である。

本研究では、火山地域におけるガリー内の崖錐発達の観測と土石流発生との関係を検討することを目的とし、小型無人航空機（Unmanned Aerial Vehicle, 以下、UAV）を用いた精度検証と測量、およびインターバルカメラを用いた土石流の観測を行った。

2. 研究対象地

対象地は、長崎県島原半島の雲仙・普賢岳（1359 m）水無川流域の炭酸谷および極楽谷の2つのガリーである（図1）。1991年の噴火以降に、山腹の火砕流堆積物が降雨により浸食されてできた直壁の側壁落差が大きいガリーであり、河床上で土石流が発生している。流路長は炭酸谷、極楽谷どちらも約2000 mである。炭酸谷では2016年6月にガリー出口まで到達する土石流が発生している。

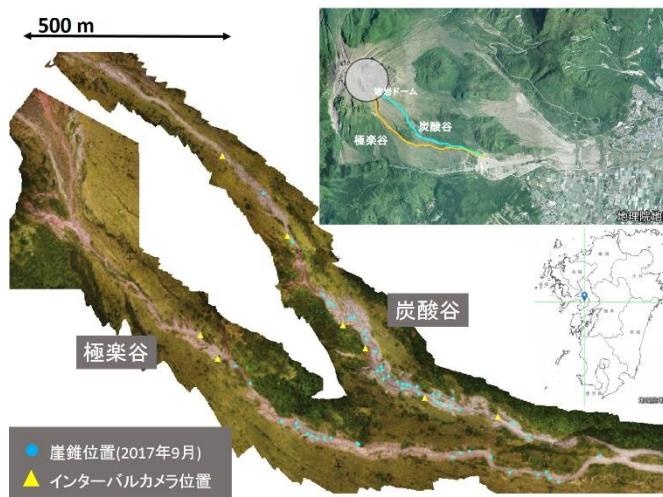


図1 対象地のガリー

3. 方法

3.1 UAVを用いた地形測量

UAV (Mavic Pro, Phantom4, DJI) によって空撮した画像を多視点ステレオ写真測量 (Structure from Motion, 以下, SfM) 解析ソフト (Photoscan Professional, Agisoft) を用いて解析し, DSM (Digital Surface Model) およびオルソ画像を作成した。流域全域の空撮 (以下, 高空 UAV 測量) は2016年7月, 9月, 2017年1月, 6月, 7月, 9月の6回行った。より高解像度のDSMを作成するために, 限られた区間のみ高空 UAV 測量より低い高度での空撮 (以下, 低空 UAV 測量) を行った。空撮高度は高空 UAV 測量が航空100 m~200 m, 低空 UAV 測量は約50 mであった。絶対座標を付加するためにGNSS受信機 (Geo7, Trimble および A325, Hemisphere) で測量した3点以上の地上基準点を用いてジオリファレンスを行った。また, レーザー距離計 (TruPulse 200X, Laser Technology) と角度計 (TruAngle, Laser Technology Inc.) を組み合わせ, 崖錐表面の測量を実施した。取得した点群データにも同様に絶対座標を付加した。点群データを正しい値として, 高空 UAV 測量および低空 UAV 測量によ

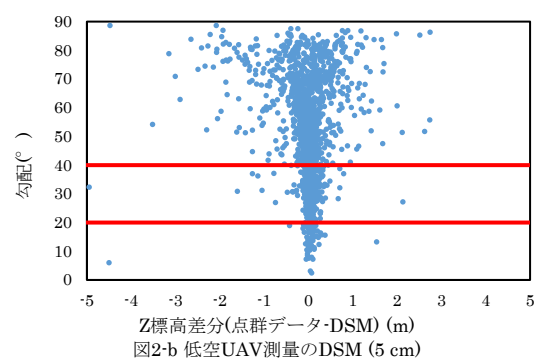
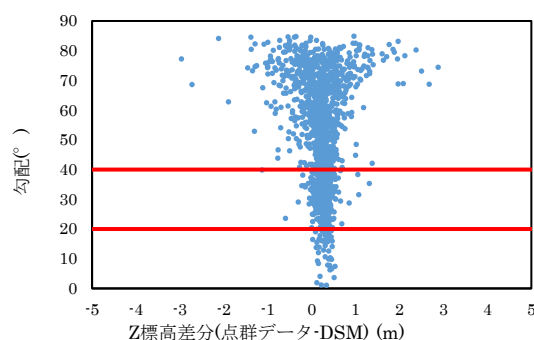
り作成した DSM と比較し、UAV の精度検証に用いた。

3.2 カメラによる定点観測

2016 年 7 月に土石流観測のために、インターバルカメラ (TLC200Pro, Brinno) を炭酸谷 7 箇所、極楽谷 4 箇所、計 11 箇所設置した。

4. 結果および考察

レーザー距離計による測量結果と UAV 測量で得られた DSM の比較 (図 2-a, 2-b) を示す。縦軸は勾配、横軸は点群データと DSM の標高差を示す。横軸 0 に近いほど精度が高いと考えた。高空・低空 UAV 測量は 20 度~40 度の崖錐勾配区間において約 1 メートル以内の精度で崖錐を再現できており、DSM の解像度に違いはあるが、精度の違いは見られなかった。一方で、40 度以上の急勾配区間では地形再現精度が低かった。これはガリー側壁や巨礫の近傍は SfM が苦手であることを示唆している。このことから、ガリー全体の再現精度はあまり高くないが、崖錐区間の観測には UAV 測量が適応可能であり、流域全域を効率よく測量可能な高空 UAV 測量がより適していると判断された。



インターバルカメラによる定点観測の結果から、炭酸谷内において 2017 年 7 月 14 日に小規模な土石流が発生したことが確認された。また 2017 年 9 月 17 日には炭酸谷内で崖錐が小規模出水により浸食されているのが確認された。一方で、極楽谷では 2016 年 7 月から 2017 年 9 月の間に土石流や小規模出水による崖錐の浸食は観測されなかった。

DSM から抽出した両ガリーにおける崖錐母線 (崖錐を三角錐と仮定した際の頂点から底面円周上のある点までの線分) 距離の多時期の分布 (図 3) を示す。縦軸が相対度数、右縦軸が累積度数、横軸が崖錐母線距離、N は観測された崖錐数である。これより、炭酸谷は極楽谷に比べ崖錐数が多く、崖錐数の増減も激しい。両ガリーとも 2016 年 7 月から 2017 年 6 月の期間は崖錐数が増加し崖錐が発達する傾向にあり、2017 年 6 月から 2017 年 9 月の期間は崖錐数が減少し崖錐が浸食される傾向にあることがわかった。炭酸谷で観測された土石流や小規模出水は崖錐を浸食し消失させたと考えられる。

土石流非発生期間では発達する崖錐や浸食される崖錐など様々な崖錐が存在し、地形条件が変化し続けていた。また、炭酸谷と極楽谷では土石流発生頻度やそれに伴う崖錐数と変化のしやすさが異なることが示唆された。ガリーの集水面積や勾配といったガリーの特性が土石流発生頻度や崖錐の発達速度に関わっていると考えられる。これらの違いが土石流非発生期間における微地形条件の変化に影響し、土石流発生頻度にも影響する可能性がある。

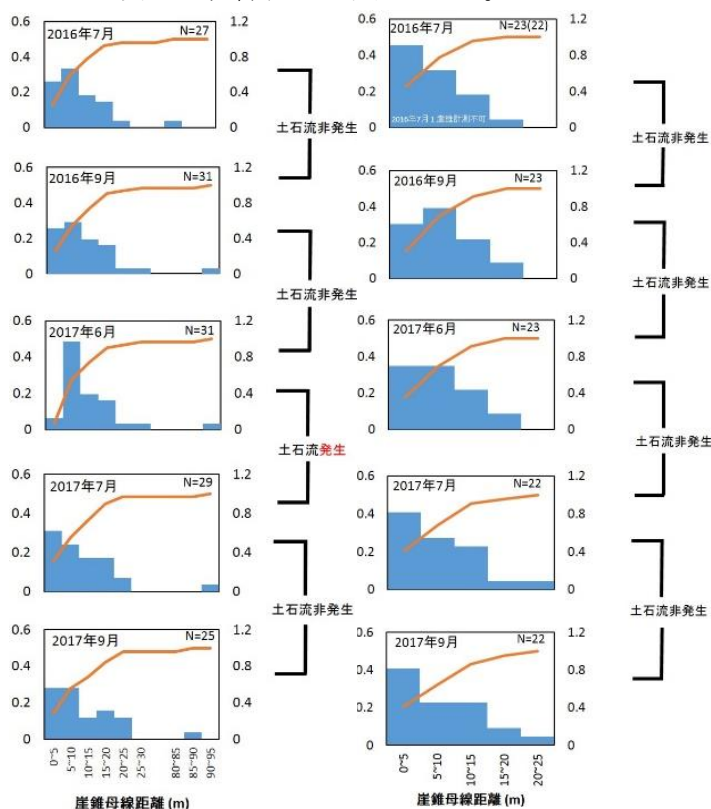


図 3 各ガリーの崖錐母線距離の分布 (右: 炭酸谷 左: 極楽谷)

5. 参考文献

- 1) 平野 (1994), 土木学会論文集, No.486/VI-22, 1-7,
- 2) 経隆ら (2015), 砂防学会誌, Vol.68, No.1, 3-12