

雲仙岳炭酸谷における細粒土砂で覆われた面積の経年変化

宮崎大学 ○篠原慶規, 東京大学 堀田紀文

森林総合研究所 経隆 悠, 神戸大学 ゴメス クリストファー

1. はじめに

成層火山の噴火に伴い、新規の火山噴出物で覆われた斜面は、浸透能が大きく低下し、土石流を頻発させることが知られている。噴火活動終了後は、土石流による土砂の洗い出しや植生回復などにより、浸透能は徐々に回復する。それに伴い、土石流の頻度や規模は小さくなるものの、土石流の発生が継続することがある。噴火活動中や活動直後の浸透能が低下している時期において、土石流の発生メカニズムを明らかにし、土石流発生を予測しようとした研究は数多くあるが、浸透能回復後の研究は限られている。このことが、噴火後も継続的に行われる土砂管理を考える上で課題の1つとなっている。

Park et al. (2022) は、長崎県雲仙岳において、土石流の発生状況と長期的な地形変化を比較することで、近年見られる土石流の頻度及び規模の減少には、地形変化が影響している可能性を明らかにした。一方で、水文条件の変化や、土石流発生域の材料の変化なども、土石流発生及び発達に影響を与えている可能性があるが、十分な解析は行われていない。

近年、UAV (Unmanned Aerial Vehicle) を始めとする空間情報技術が急速に発達している。DEM (Digital Elevation Model) やオルソフォト等の空間情報データは、従来は、航空機レーザー測量により取得されてきたが、UAV を用いることで、高頻度、高解像度でのモニタリングが可能になってきた。

そこで本研究では、雲仙岳の土石流発生域である炭酸谷で UAV により撮影された空撮画像を用いて、土石流の発生・発達に影響を与える細粒土砂の長期的変動を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

本研究では、長崎県雲仙岳の水無川流域源頭部にある炭酸谷を対象とした。炭酸谷は、高さ 30 m を超える深いガリーで形成されており、近年の土石流発生域となっている。UAV 空撮画像から SfM (Structure from Motion) -MVS (Multi View Stereo) 技術を使い構築されたオルソフォトを用いて、細粒土砂で覆われた部分の抽出を試みた。細粒土砂で覆われた部分は、色が均質に分布し、礫等で覆われた部分は、輪郭などの影響を受け、色が不均質に分布する。GRASS GIS の r.neighbors モジュールを用いて、周辺のピクセルとの色の標準偏差を計算し、不均質性指数とした。不均質性指数が 10 を下回る部分を細粒土砂で覆われているとした。

不均質性指数と実際の粒径との関係を確認するために、2022 年 7 月 27 日 9 時、16 時、28 日 10 時、17 時の計 4 回 UAV を飛行させ、オルソフォトを構築した。27 日 16 時は曇天下であり、その他は晴天下であった。オルソフォトから不均質性指数を算出し、現地の粒径を比較した。現地の粒径は下記の手順で算出した。ガリー内に、40 cm 四方のプロットを 15 個設置し、高さ 1 m 程度から画像を 30~40 枚程度撮影し、SfM-MVS 技術を使い、DEM とオルソフォトを構築した。プロット内から大きい順に礫を 10 個選び、直径を算出し、その平均値をプロットの最大粒径 ($D_{\max}$) とした。

次に、2016 年~2022 年に、UAV による空撮画像から構築された 18 セットのオルソフォトを用いて、細粒土砂で覆われた部分の面積を推定した。不均質性指数 10 を下回る範囲をポリゴン化した後、巨礫の中心部など、不均質性指数が低いが、細粒分に覆われていないポリゴンは、目視で削除した。解析対象範囲は、炭酸谷下流部（標高 433 m）～中流部（標高 727 m）のガリーの範囲（左右の崖で覆われている範囲）とし、DEM とオルソフォトからその範囲を決めた。

3. 結果

不均質性指数と $D_{\max}$ は、セットにより傾きは異なるものの、すべてのセットで正の関係があった（図 1）。この関係より、（セットにより若干の差はあるものの、）本研究で採用した不均質指数 10 は、 $D_{\max} = 4 \text{ cm}$ 程度に相当することがわかった。

2016 年～2022 年の変化をみると、ガリ一面積は、徐々に大きくなり、細粒土砂で覆われた面積は、徐々に小さくなる傾向にあった。細粒土砂で覆われた面積の割合は、2016 年時点では 50%以上だったのに対し、2020 年以降は、最大でも 30%以下であった。季節変化を見ると、ほとんどの年で、冬季に大きくなる傾向があり、夏季は、2017、2019、2020、2022 年は小さくなり、2018、2021 年は大きな変化がなかった。

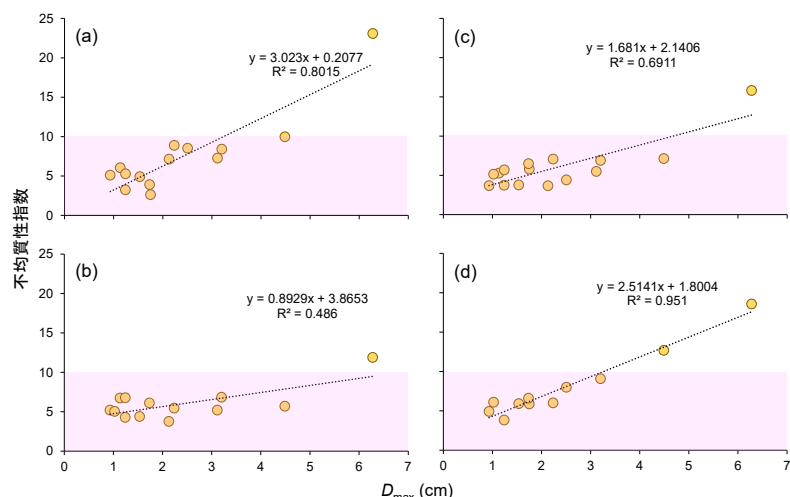


図 1 $D_{\max}$ と不均質指数の関係（a: 27 日 9 時，b: 27 日 16 時，c: 28 日 10 時，d: 28 日 17 時）

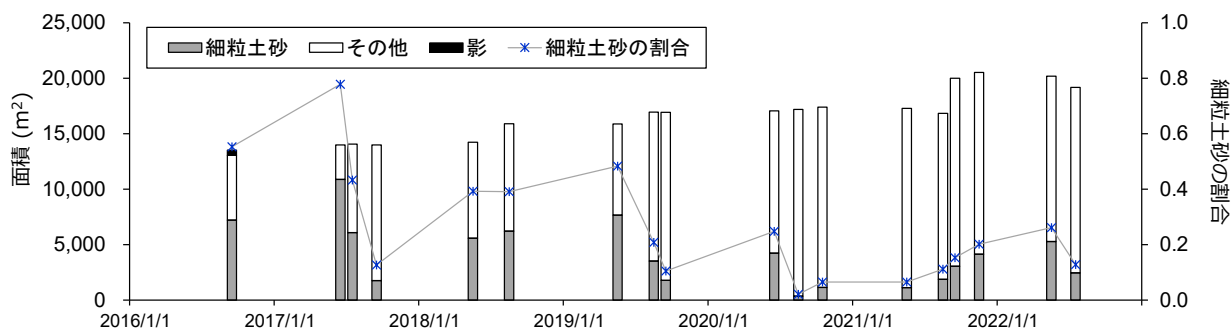


図 2 細粒土砂に覆われた面積及び全体の面積に占める割合（影は解析対象外）

4. 考察

長期的な解析に用いた 18 セットの撮影環境は均一ではないものの、現地粒径と不均質性指数は、すべての撮影環境で、正の関係があることから（図 1）、18 セットのオルソフォトを用いた解析（図 2）でも、細粒土砂の長期的な傾向を、ある程度捉えることができていると考えられる。

現地では、強風、乾燥、凍結融解等の影響を受け、冬季に、壁が崩落し、崖錐として土砂がガリ一内に堆積する。この壁の崩落が、冬季に細粒土砂を供給していると考えられる。一方、夏季では、土石流の発生など、大きな土砂移動が見られると、壁の崩落等でガリ一内に細粒分が供給される一方で、小出水では、ガリ一内の細粒土砂が下流に流出する。そのため、土石流が発生しなかった 2019、2020、2022 年では細粒土砂が減少し、土石流が発生した 2018、2021 年では、細粒土砂の減少がみられなかったと考えられる。2017 年は土石流が発生したが、小規模な土石流であったため、細粒土砂が減少した可能性がある。

長期間でみると、細粒土砂は減少傾向にあり、このことは、ガリ一内に供給される細粒土砂に対して、流出する細粒土砂が多いことを示している。地形条件だけでなく、このような細粒土砂の減少も、近年の土砂移動の不活発化をもたらしている可能性がある。

引用文献：Park et al. (2022)砂防学会研究発表会概要集

謝辞：本研究は河川砂防技術研究開発公募・地域課題（砂防）で行われた。