

活火山周辺の急傾斜地におけるテフラ層厚の分布推定

—伊豆大島と阿蘇におけるアイソパックマップを用いた推定層厚と現地の実測層厚との比較—

公益社団法人日本地すべり学会

秋田大学教育文化学部

山梨大学大学院総合研究部

帝京平成大学大学院環境情報学研究科

群馬大学大学院理工学府

消防庁消防研究センター

弘前大学農学生命科学部

○木村 誇

林 信太郎

後藤 聡

佐藤 剛

若井 明彦

土志田 正二

檜垣 大助

1. はじめに

近年、活火山周辺の急傾斜地で多数の表層崩壊が発生し、甚大な土砂災害を引き起こしている（例えば、平成24年7月九州北部豪雨災害や平成25年10月台風26号による伊豆大島土砂災害など）。このような土砂災害を防ぐためには、活火山周辺の急傾斜地において崩壊予備物質となるテフラの層厚分布を把握する必要がある。

噴火史研究で示されたアイソパックマップはテフラの層厚分布を把握する基礎情報として有益と考えられるが、これを基に斜面上のテフラ層厚を推定しようとした例は松四ら（2014）や木村ら（2016）の伊豆大島での研究のみである。本稿では、伊豆大島と阿蘇の2地域を対象に、既存のアイソパックマップをデジタルデータ化することでテフラの累積層厚を推定し、現地で実測した層厚と比較した結果を報告する。

2. 調査地

2.1 伊豆大島火山

約1,700年前（西暦460年頃）の爆発的噴火で形成されたカルデラの外縁斜面上に厚いテフラ累層が発達している。大金沢流域周辺についてみると、14世紀初頭の割れ目噴火に伴う溶岩流堆積物（元町溶岩）の上に、それ以降の計8回の噴火による降下テフラ（火山灰およびスコリア）と火山活動の静穏期に二次堆積したレスを主体とする火山灰土壌（褐色ローム土）層が互層になって堆積している。噴火イベントの間隔は、数十～百数十年と比較的短いため、テフラ間に挟在する火山灰土壌の層厚は数～十数cm程度と薄く、降下テフラが大部分を占める。

2.2 阿蘇火山

約9万年前の大規模な火砕流噴火（Aso-4）で形成されたカルデラ周辺の斜面には、厚い火山灰土壌（褐色ローム土やクロボク土）層の間に風化が進んだ数枚の降下テフラ層が挟在する互層構造のテフラ累層が発達している。これは、完新世以降の主な噴火イベントが約4,100年前（ACP1）、約4,000年前（KsS）、約3,600年前（OjS）および約1,500年前（N2S）の4回のみに限られるのに対し、中岳火口からは「灰噴火」と呼ばれる継続した噴煙型活動によって大量の本質火山灰が噴出されているためである（Ono et al., 1995; 小野ら, 1995）。

3. 方法

3.1 アイソパックマップを用いたテフラ層厚の推定

伊豆大島火山については、小山・早川（1996）に記載された各噴火イベントによる降下火山灰層およびスコリア層のアイソパックマップをスプライン法による補間処理を施してデジタルデータ化し、最近の噴火イベントから順に積算していくことで、表層崩壊のすべり面となったY1.0層およびY4.0層底面までのテフラの累積層厚を推定した（図-1）。この際、テフラ間に挟在する火山灰土壌の層厚は各層均質と仮定して、小山・早川（1996）に記載された各層の中央値を与えた。阿蘇火山については、宮縁ら（2004）に記載されたテフラ累層のアイソパックマップを伊豆大島と同様の方法でデジタルデータ化し、表層崩壊のすべり

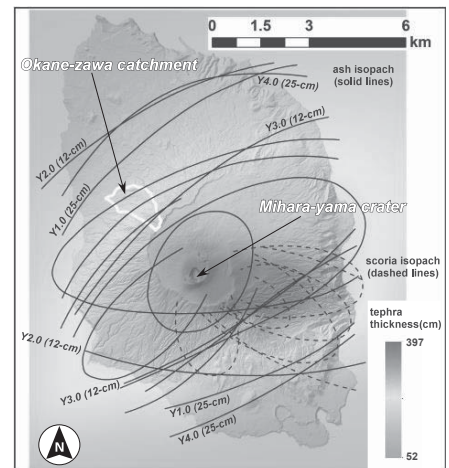


図-1 伊豆大島におけるテフラ累積層厚の推定結果
（実線および破線は基データとした小山・早川（1996）の等層厚線を、下位のグラデーションは推定した累積層厚を表す）

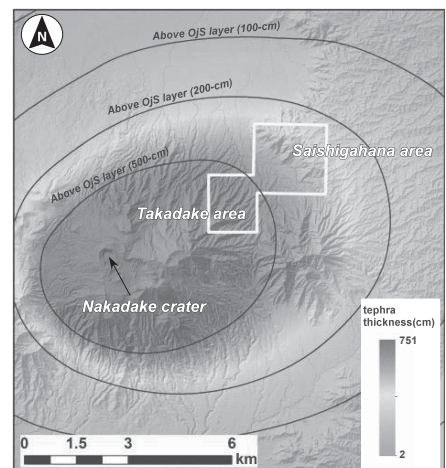


図-2 阿蘇におけるテフラ累積層厚の推定結果
（実線は基データとした宮縁ら（2004）の等層厚線を、下位のグラデーションは推定した累積層厚を表す）

り面となった 0jS 層との境界面より上位にあるテフラの累積層厚を推定した (図-2)。

3.2 現地におけるテフラの層序・層厚調査

各地域で、最近あった豪雨による表層崩壊跡地の滑落崖露頭を利用してテフラの層序を観察し、層の同定と層厚測定を行った。伊豆大島では、大金沢流域内で筆者らが調査した 15 地点に Miyabuchi et al. (2015) の柱状図から読み取った 3 地点を加えた計 18 地点、阿蘇では、中央火口丘の北麓斜面 (高岳地区) の 4 地点とカルデラ内壁斜面 (妻子ヶ鼻地区) の 7 地点の計 11 地点で推定層厚と比較可能な実測層厚が得られた。

3.3 現地調査地点の地形量算出

伊豆大島で平成 24 年に、阿蘇で平成 22 年に実施された航空レーザ測量データをそれぞれ取得した。これらのデータを用いて 1m メッシュ DEM を作成し、斜面の傾斜角と曲率を計算した。得られた傾斜角および曲率は 5m メッシュにリサンプリングして解析に用いた。

4. 結果と考察

4.1 推定層厚と現地の実測層厚との比較

図-3 に伊豆大島におけるテフラ累積層厚の推定値と実測値を比較した結果を示す。推定値は Y1.0 層底面までが 54~75cm, Y4.0 層底面までが 166~207cm となったのに対し、実測値は Y1.0 層底面までが 22~101cm, Y4.0 層底面までが 109~239cm となり、地点によっては実測値が推定値を上回っていた。

図-4 に阿蘇で 0jS 層形成以降に堆積したテフラ累積層厚の推定値と実測値を比較した結果を示す。推定値は高岳地区で 519~522cm, 妻子ヶ鼻地区で 350~398cm となったのに対し、実測値は高岳地区で 130~164cm, 妻子ヶ鼻地区で 45~86cm となり、全地点で実測値が推定値を大きく下回った。

4.2 斜面における降下火山砕屑物の残存率

アイソパックマップから得た推定層厚を、ある期間にその地点に降下したテフラの総量と見なすと、推定層厚と実測層厚との比はその期間におけるテフラの残存率と考えることができる。伊豆大島では、過去約 240 年に降下したテフラ (Y1.0 層底面まで) の残存率が平均 0.86 ± 0.35 , 過去約 570 年に降下したテフラ (Y4.0 層底面まで) の残存率が平均 0.92 ± 0.19 となった (図-3)。これに対し、阿蘇におけるテフラの残存率は平均 0.22 ± 0.06 となり (図-4), 過去約 3,600 年に降下したテフラのおよそ 70~90% がすでに侵食されていることが示された。テフラの残存率と傾斜角および曲率との相関を調べたところ (図-5, 6), 伊豆大島では有意な相関が認められなかった一方で、阿蘇では曲率との間に有意な負の相関が認められた。伊豆大島と比べて阿蘇におけるテフラの残存率が著しく低かったことと合わせて考えると、斜面上におけるテフラの層厚分布は、表層崩壊などによる侵食の進行に伴って、凸地で薄く凹地で厚いという斜面形状に沿った状態へ近づいていく可能性が示唆される。

【謝辞】 本稿は日本地すべり学会が受託した国土交通省平成 27 年度河川砂防技術研究開発課題の成果の一部を用いた。

【引用文献】 木村ら(2016) *日本地すべり学会誌*53(2): (印刷中); 小山・早川(1996) *地学雑誌*105(2): 133-162; 松四ら(2014) *地形*36(1): 53; 宮縁ら(2004) *地形*25(1): 23-43; Miyabuchi et al. (2015) *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 302(1): 242-256; Ono et al. (1995) *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 66(1): 137-148; 小野ら(1995) *火山*40(3): 133-151.

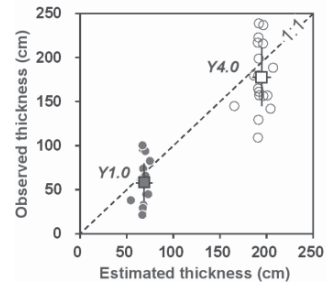


図-3 伊豆大島におけるテフラ累積層厚の推定値と実測値の比較 (エラーバー付きの点は全体の平均値±標準偏差を表す)

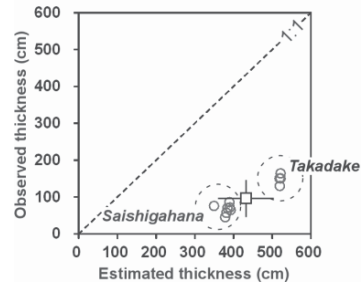


図-4 阿蘇におけるテフラ累積層厚の推定値と実測値の比較 (エラーバー付きの点は全体の平均値±標準偏差を表す)

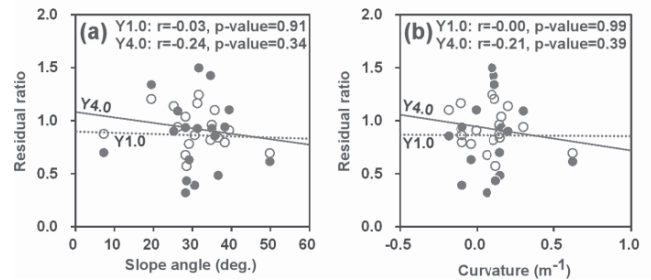


図-5 伊豆大島におけるテフラの残存率と斜面の地形量との関係: (a) 傾斜角、(b) 曲率

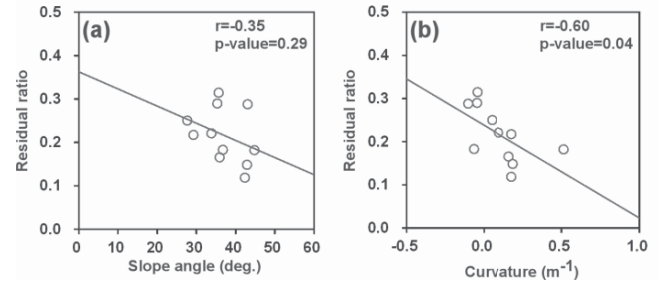


図-6 阿蘇におけるテフラの残存率と斜面の地形量との関係: (a) 傾斜角、(b) 曲率