

阿蘇火山周辺における斜面崩壊・土石流の 発生頻度

RECURRENCE INTERVAL OF SHALLOW LANDSLIDE AT THE AROUND OF ASO
VOLCANO, CENTRAL KYUSHU, JAPAN

西山 賢一¹・鳥井 真之²・横田 修一郎³・奥野 充⁴

Ken-ichi NISHIYAMA, Masayuki TORII, Shuichiro YOKOTA and Mitsuru OKUNO

¹徳島大学大学院社会産業理工学研究部 (〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1)

E-mail: nishiyama@tokushima-u.ac.jp

²熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター (〒860-8555 熊本市中央区黒髪 2-39-1)

³島根大学名誉教授

⁴福岡大学理学部(〒814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1)

Key Words: shallow landslide, recurrence interval, Aso volcano, ¹⁴C dating

1. はじめに

熊本県阿蘇地方は、2012年の九州北部豪雨、2016年の熊本地震、2016年6月の豪雨により、相次いで多数の地すべり・斜面崩壊・土石流が発生し、甚大な被害が発生した。阿蘇火山ではこれ以前にも、1990年、1953年の豪雨により、いずれも多数の斜面崩壊・土石流が発生した履歴がある。この種の土砂災害の発生頻度を推定することは、長期的に見た火山地域における災害リスク評価や適正な土地利用などに資することができる。

歴史記録のない時代まで含めた長期的な土砂災害の発生頻度を推定する方法としては、古い時代に発生した地すべり・崩壊・土石流などに由来する堆積物から、放射性炭素(¹⁴C)年代測定が可能な木片・炭質物・古土壌を見出して年代測定を行うことや、堆積物中のテフラ(火山噴出物)の抽出と屈折率測定に基づく同定を行い、崩壊土砂を編年することが有効である。

筆者らは、2012年九州北部豪雨以後、阿蘇火山地域を対象とした斜面崩壊・土石流堆積物の編年作業を進めてきた^{1)~3)}。今回は、2016年熊本地震以後に実施した編年結果をまとめたので報告する。

2. 試料採取位置の地形・地質概要

対象地域は熊本県阿蘇火山周辺であり、カルデラ内で4露頭、カルデラ外で1露頭の計5露頭を対象とした(図-1)。このうち、木片・古土壌の¹⁴C年代測定を実施したのは、阿蘇カルデラ内の3露頭、テフラの屈折率測定を実施したのは、阿蘇カルデラの内と外の1露頭ずつである。

(1) 南阿蘇村長野

阿蘇カルデラ内の後カルデラ火山から西へ流下する山王谷川の河床で見られる礫質堆積物から木片を見出した(図-2)。この露頭は、2016年熊本地震で発生したアースフローが流下した場所であり、その直後の2016年6月に、今度は土石流が流下し、河道を侵食した結果、露出したものである⁴⁾。安山岩やアグルチネート(溶結火砕岩)の亜円礫(中~大礫)を多く含む厚さ1m程度の礫層が河道脇にみられ、その最上部に木片が密集している。その上位は厚さ0.5m程度の雑多な礫混じりの層で、上面が平らに整形されており、一部には暗色の土壌が残存するため、上面は放棄された水田跡の可能性もある。この露頭では木片を採取した。



図-1 試料採取位置（背景には地理院地図を使用）



図-2 南阿蘇村長野の露頭状況



図-3 南阿蘇村黒川の露頭状況

(2) 南阿蘇村黒川

阿蘇カルデラの西端近くに位置しており、2016年熊本地震で発生した多数の地すべりが分布する。対象露頭は熊本地震で地すべりを起こした山麓緩斜面の側部（側方崖）で、上位から、褐色ローム層、暗色ローム層、多角形状の割れ目によりブロック化した褐色ローム層が、それぞれ分布する（図-3）。2016年に滑動したすべり面は、このブロック化した褐色ローム層の下部付近にあたる。この露頭と同様のブロック化したローム層は、2016年熊本地震で多数の地すべり・崩壊が発生した山王谷川源流域で観察されたものと酷似しており、多角形状のブロック化したローム層は、以前発生した斜面変状の結果形成されたものとみなせる。この露頭では、ブロック化した褐色ロームの直上にある暗色の古土壌を採取した。

(3) 高森町大河ノ口

阿蘇カルデラの東南端付近に位置しており、2016年熊本地震による地すべり・斜面崩壊は発生していないものの、2012年九州北部豪雨で発生したと推定される泥流堆積物が洗川の河道内に分布する。今回対象とした露頭は、洗川が流下する河道の谷壁斜面にあたり、露頭の下部に、安山岩の垂角礫（大礫）を多く含む土石流堆積物が厚さ2m程度堆積しており、その上位に、厚さ15cmのスコリア（下部）と厚さ4cmのスコリア（上部）、ならびにそれらを挟在する暗色の古土壌が分布しており、上部には垂角礫が点在する（図-4）。この露頭では、2枚のスコリアの間にある暗色の古土壌を採取した。



図-4 高森町大戸ノ口の露頭状況



図-6 西原村大切畑の露頭状況

(4) 南阿蘇村河陰

阿蘇カルデラの南西部に位置し、俵山の東側に広がる山麓緩斜面にあたる。2016年6月豪雨の際に溪流沿いに土石流が流下した。今回対象としたのは谷壁斜面であり、下位から、暗色古土壤、褐色ローム層、それらを覆う亜角礫～亜円礫（中～大礫）を多く含む土石流堆積物からなる（図-5）。中部の褐色ローム層中には、パッチ状をなすガラス質テフラが断片的に挟在する。このテフラを採取した。



図-5 南阿蘇村河陰の露頭状況

(5) 西原村大切畑

阿蘇カルデラ外（南西方）に位置しており、カルデラを構成する俵山の南西山麓にあたる。山麓の緩斜面を構成するのは、下位から、安山岩の亜円礫を多く含む厚さ 1.5m 以上の土石流堆積物、褐色のローム層である（図-6）。褐色のローム層中には、厚さ 5cm 程度のレンズ状をなすガラス質テフラを挟在している。この露頭では、このテフラを採取した。

3. 年代測定とテフラの屈折率測定

崩壊堆積物の堆積年代を推定するため、古土壤ならびに炭質物を採取した。炭質物と古土壤について、加速器質量分析（AMS）法による ^{14}C 年代測定を行った。採取試料の一覧を表-1 に示す。AMS ^{14}C 年代は（株）加速器分析研究所に依頼し、 $\delta^{13}\text{C}$ により同位体分別効果を補正した年代を得て、暦年（cal BP）に較正した。較正暦年の計算には IntCal13 データベースを用い、OxCalv4.2 較正プログラムを利用した。計算結果は 2σ の範囲で表示した。

テフラの屈折率測定は古澤地質株式会社に依頼し、温度可変型屈折率測定装置（MAIOT）による測定を行った。採取試料の一覧を表-2 に示す。火山灰を水ひ・洗浄後、300 粒子を対象とした主要鉱物組成を求めるとともに、バブル型火山ガラス 30 粒子の屈折率測定を行った。

4. 斜面崩壊・土石流の発生時期

表-1 に示すように、南阿蘇村黒川では、古土壤の年代が約 11,000cal yBP となったことから、ローム層のブロック化を生じさせた斜面変動の発生時期は更新世末期までさかのぼることが判明した。高森町大戸ノ口では、古土壤の年代が約 1100 cal yBP であることから、土石流の堆積時期は歴史時代（平安時代）と推定される。

表-2 に示すように、南阿蘇村河陰と西原村大切畑のテフラの主要鉱物組成ならびにバブル型火山ガラスの屈折率は、鬼界カルデラ起源の K-Ah（鬼界アカホヤ、7300 cal yBP、バブル型ガラスの屈折率は 1.508-1.516⁵⁾）とほぼ一致することが判明した。また、岩片類の混入がわずかであるため、今回見出した

表-1 ¹⁴C年代測定結果

測定番号	試料名	採取位置	試料形態	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) (AMS)	Libby Age (yBP) $\delta^{13}\text{C}$ 補正あり	2 σ 暦年代範囲
IAAA-171404	0830-01	熊本県南阿蘇村長野	木片	-27.56±0.45	Modern	—
IAAA-171402	0427-02	熊本県南阿蘇村黒川	古土壌	-21.02±0.35	10,000±40	11,629-11,288 cal BP (92.6%)
IAAA-171403	0428-02	熊本県高森町大戸ノ口	古土壌	-12.71±0.38	1190±20	1180-1057 cal BP (95.4%)

表-2 テフラの屈折率および鉱物組成測定結果

試料名	採取位置	火山ガラス			軽鉱物		重鉱物			岩片	合計	火山ガラスの屈折率
		バブル型	バミス型	低発泡型	石英・長石	斜方輝石	単斜輝石	普通角閃石	不透明鉱物			
揺ヶ池	熊本県西原村大切畑	179	3	2	40	9	6	0	21	40	300	1.509-1.517
南阿蘇トンネル南坑口	熊本県南阿蘇村河陰	243	8	0	18	0	1	0	2	28	300	1.509-1.518

K-Ah は二次的な堆積物ではないと判断される。したがって、南阿蘇村河陰では褐色ローム層中に K-Ah が降下した 7300 cal yBP 以降に、褐色ローム層を覆って土石流が堆積したと推定される。一方、西原村大切畑では、土石流が堆積した後に、その上位に 7,300 cal yBP の K-Ah が降下したと推定される。

5. まとめにかえて

今回対象とした露頭の地形的な条件ごとみにみると、河道内または河道側壁に露出する堆積物の編年を行ったのは、長野、大戸ノ口、河陰の3地点であり、いずれも、modern を含め、完新世における堆積履歴が推定された。一方、河道側壁より上方に位置する緩斜面での編年を行ったのは黒川、大切畑の2地点であり、緩斜面堆積物の形成時期は、いずれも K-Ah 以前または更新世末期以前と推定された。このことから、山麓緩斜面の形成は、最終氷期末期までさかのぼる斜面の物質移動に由来すること、現河道内または河道側壁では、完新世においても繰り返し土砂移動・堆積が生じていること、が推定される。

今回検討した堆積物の厚さは、いずれも数 m 以下と薄いことから、崩壊源としては比較的小規模な表層崩壊または浅い地すべりに起因するものと考えられる。阿蘇火山地域では、強い地震動よりも豪雨のほうが、発生頻度としては高いものの、これらの土砂移動の原因が、地震動か豪雨かの識別は困難である。地震動・豪雨を合わせた土砂移動の頻度としてみると、現河道では、完新世の土砂移動がかなり活発であるとみてよいであろう。被災記録が残る 1953

年や 1990 年などの土石流災害や、江戸時代中期と推定される土石流災害⁶⁾を含めると、阿蘇地域では高頻度で土砂災害が繰り返している。今後は、崩壊発生頻度に及ぼす種々の要因に関する検討を継続する予定である。

参考文献

- 1) 鳥井真之, 西山賢一, 星出和裕, 横田修一郎: テフラから推定される阿蘇カルデラ斜面における土石流の発生頻度. 月刊地球, 429 号, pp. 228-230, 2015.
- 2) 西山賢一, 鳥井真之, 田近 淳, 奥野 充, 井口 隆, 碓井敏彦, 矢野寛幸: 地震で流下・堆積した阿蘇カルデラ西部, 山王谷川・垂玉川流域の崩壊堆積物. 2016 年熊本・大分地震災害調査団報告書, 日本応用地質学会, pp. 128-138, 2017.
- 3) 西山賢一, 鳥井真之, 横田修一郎, 若月 強, 井上 弦, 中尾賢一, 星出和裕, 奥野 充: 阿蘇カルデラ斜面における斜面崩壊の発生頻度. 第四紀研究, 印刷中, 2018.
- 4) Torii, M., Okuno, M., Nishiyama, K., Kitazono, Y., Hasenaka, T. and Yokota, S.: Three types of sediment movement in the Sannoudani River, Minamiaso Village, Kumamoto prefecture, Southwestern Japan (cover story). Jour. Sedimentological Society of Japan, Vol. 75, pp. 64, 2017.
- 5) 町田 洋, 新井房夫: 新編 火山灰アトラス. 東京大学出版会, pp. 58-63, 2003.
- 6) 西山賢一, 中尾賢一, 若月 強: 熊本県南阿蘇村に伝わる江戸時代中期の土砂災害の伝承と自治会による防災活動への利用. 徳島大学環境防災研究センター年報, 10 号, pp. 49-53, 2014.

(2018. 5. 18 受付)