

テフクロロジーと¹⁴C年代測定法を用いた緩斜面の変動履歴に基づく地震地すべり頻度の検討愛媛大学大学院農学研究科
防災科学技術研究所○木村 誇
酒井 直樹

1. はじめに

地震を引き金とする土砂移動現象の中でも降下火山灰堆積物の地すべりは、緩斜面でも起こり流動性が高いために災害の危険性が特に高い事象である。したがって、地震地すべりの頻度推定という観点からも、素因の有無という観点からも、斜面上における降下火山灰堆積物の層序、層厚の把握が重要になる。本発表では、2016年熊本地震で地すべりが起こった緩斜面を例にとって、過去の斜面変動の発生時期や頻度が古地震と対比可能かどうか検討した結果を報告する。なお、筆者らが行った地形・地質調査結果の詳細については既報 (Kimura et al., 2023) を参照されたい。

2. 調査対象地域

調査対象は阿蘇カルデラ西縁部に位置する高野尾羽根溶岩円頂丘 (以下、TLD と表記) とした。TLD は阿蘇火山の後カルデラ火山活動によってできた火口丘のひとつであり、形成年代は約 5 万 1 千年前とされる。5~20° 程度の緩斜面からなる比高約 100m の小丘で、阿蘇火山や南九州地方の火山を起源とする降下火山灰堆積物に厚く覆われる。2016 年熊本地震の際にはこの降下火山灰堆積物の地すべりが複数発生した。その一方で、阿蘇地方に甚大な被害をもたらした 1953 年 6 月、1991 年 6 月、2001 年 6 月、2012 年 7 月豪雨を含めて過去 60 年以上にわたって降雨による斜面変動は発生していない。

3. 調査方法

3.1 火山灰被覆斜面の地形および地質調査

熊本地震前後 2 時期の航空レーザー測量データから 1m メッシュ DEM を構築し、DEM から作成した傾斜量図、陰影起伏図、標高差分図とオルソ画像を用いて熊本地震による地すべりと地震以前から存在する旧滑落崖 (地すべり跡地) を判読した。判読結果をもとに、南西斜面で発生した地震地すべり (K1) の滑落崖と南斜面の地すべり跡地 (O1) の内外において、露頭観察、ボーリングおよびハンドオーガー調査を行って堆積物層序を調べた。約 3 万年前の草千里ヶ浜降下軽石 (Kpfa)、約 2 万 9 千年前の始良 Tn 火山灰 (AT)、約 7 千 3 百年前の鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah) を鍵層として降下火山灰堆積物の侵食による不整合面 (削剥面) の有無とその形成時期を調べた。また、10 点の火山灰試料と 5 点の古土壌試料を採取して火山灰の同定と¹⁴C年代測定を行った。

3.2 斜面変動および地震活動に関する文献調査

阿蘇地方の過去の斜面変動に関する調査例を調べて、TLD 周辺域での斜面変動履歴を整理した。また、布田川断層とその延長域で行われたトレンチ調査等の文献資料を収集し、阿蘇地方で古地震があった可能性のある年代を整理した。斜面変動と古地震の発生年代の対比にあたっては、較正手法の違いによる暦年代のずれを回避するため、すべての年代値に対して 0xCal4.4 プログラムにより IntCal20 較正曲線を用いた再較正を行った。

4. 結果と考察

4.1 高野尾羽根溶岩円頂丘とその周辺における斜面変動履歴

図-1 に地質調査を行った 3 地点の堆積物層序および古土壌の¹⁴C年代測定結果を示す。K1 は Kpfa 基底をすべり面としており、頭部滑落崖 (Loc.1) には Kpfa、AT、K-Ah といった鍵層を挟む厚さ 8 m 以上の降下火山灰堆積物が残されていた。K1 が発生した南西斜面に地すべり跡地は認められなかったことから、熊本地震以前に火山灰層を侵食するような地すべりは発生しなかったと考えられる。TLD 頂部の平坦面 (Loc.3) においても鍵層を挟む堆積物が残されていた。一方で、O1 の滑落崖中央部 (Loc.2) の堆積物層厚は 4.7 m と薄く、鍵層をすべて欠いた。水ノ元第 1 軽石 (MzP1: 約 3 万 1 千年前) とみられる黄色砂質火山灰層の上に侵食不整合面があり、それらの上下で採取した古土壌の暦年較正¹⁴C年代 (2σ) は 31651-31170 cal BP (29702-29221 cal B.C.)、7158-6960 cal BP (5209-5011 cal B.C.) であった。これらのことから、TLD 南斜面では K-Ah 降下以降に Kpfa 基底をすべり面とする地すべりが発生したことが推測される。

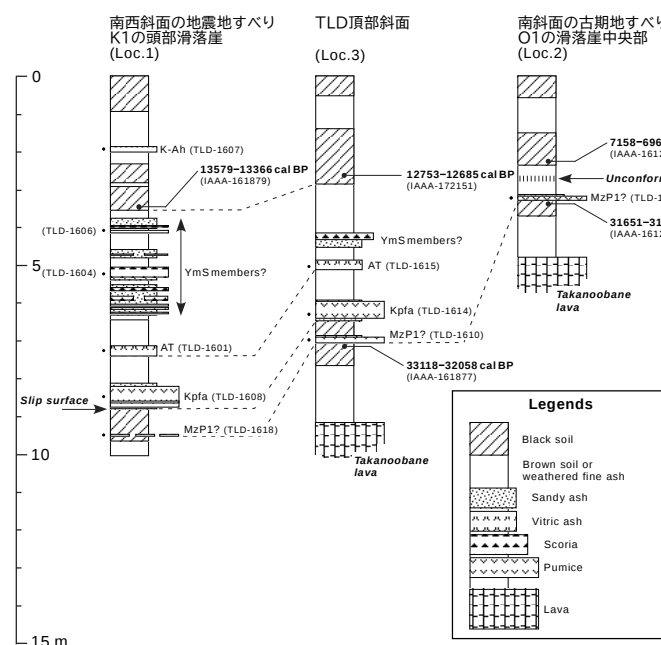


図-1 高野尾羽根溶岩円頂丘(TLD)の地質柱状図と¹⁴C年代測定結果

(Kimura et al. (2023)のFig.9を一部改変して作成。図中の¹⁴C年代値には暦年較正年代の95.4%(2σ)範囲を示した。)

筆者ら以外の調査例では、西山ら(2018, 2019)が TLD 北斜面で発生した地震地すべりの滑落崖で Kpfa 降下から K-Ah 降下までの期間と K-Ah 降下以降の期間の 2 時期に斜面変動があったことを報告している。また、宮縁ら(2003)は TLD の東～南側を流れる濁川河岸で岩屑なだれ堆積物 (NgDA) を発見している。宮縁らが NgDA から採取した木片の暦年較正 ^{14}C 年代は、再較正の結果 2354–2027 cal BP (405–78 cal B.C.) となった。宮縁らは岩屑なだれの発生源を濁川上流域としたが、流水の関与がほとんど認められない NgDA の産状を考えると TLD 斜面が発生源であった可能性が高い。ただし、これらの既往研究と本研究の斜面変動時期は互いに数千年以上の時間間隔があることから、同時期に発生したものとは考えにくく、むしろ TLD の緩斜面を覆う降下火山灰堆積物の地すべりが複数時期に発生していたことを示唆する。

4.2 熊本地震の震源となった断層の活動履歴との比較

前節で述べた TLD における斜面変動の発生年代を Ishimura et al. (2022) に基づいて整理した布田川断層の活動履歴と対比した結果を図-2 に示す。熊本地震以前の古地震年代は Event1 が 2150–1460 cal BP (201 cal B.C. – 489 cal A.D.) , Event2 が 4310–2940 cal BP (2361–991 cal B.C.) , Event3 が 6030–4360 cal BP (4081–2411 cal B.C.) と推定されているが、NgDA は Event1 よりやや古く、01 は Event3 に対して 1 千年以上古いという結果になった。特に地すべりの年代については限られた年代指標によるもののため、古地震との対比についてはさらに検討が必要である。

【謝辞】本稿には平成 28 年度文部科学省熊本地震復旧等予備費事業と科研費研究課題 (17H03303・22K01035) の成果の一部を用いた。解析に使用した航空レーザー測量データは国土交通省九州地方整備局ならびに熊本県土木部砂防課より提供いただいた。

【関連文献】 Kimura et al. (2023) *Geomorphology* 422, DOI:10.1016/j.geomorph.2022.108553

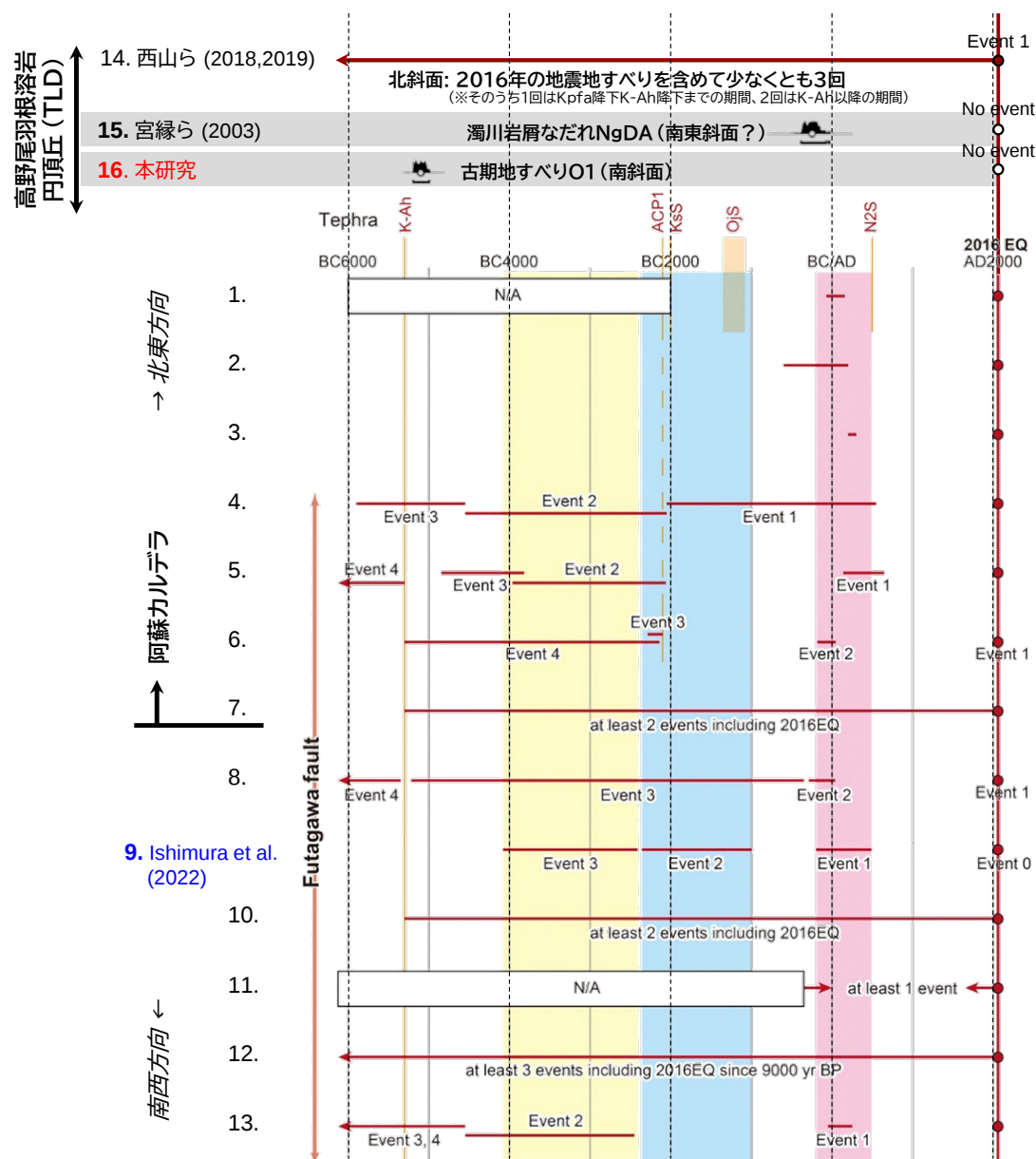


図-2 高野尾羽根溶岩円頂丘(TLD)周辺で見つかった斜面変動の発生年代と布田川断層の活動履歴との比較

(Ishimura et al. (2022) の Fig. 17 をもとに斜面変動の発生年代に関する情報を追加して作成。文献番号 1～13 は布田川断層の地震活動に関する調査研究例を Ishimura et al. (2022) がまとめたもので、14～16 を筆者らが追加した。)