

令和元年6月13日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K05580

研究課題名(和文)年代測定に基づく斜面崩壊・地すべりの発生頻度の推定

研究課題名(英文) Recurrence interval of landslides using radiocarbon dating

研究代表者

西山 賢一 (NISHIYAMA, Ken-ichi)

徳島大学・大学院社会産業理工学研究部(理工学域)・准教授

研究者番号：60363131

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：地すべりなどの土砂災害が、どの程度の間隔をおいて繰り返し発生しているのかを推定した。そのため、河川沿いや斜面の地すべり堆積物を調査し、堆積物中から炭質物を見出し、放射性炭素を用いた年代測定を行った。対象としたのは、2011年台風12号豪雨による被害を受けた和歌山県那智勝浦地域、2016年熊本地震による被害を受けた熊本県阿蘇地域、2017年九州北部豪雨による被害を受けた福岡県朝倉・大分県日田地域である。その結果、いずれの地域も、過去数千年以上にわたって繰り返し土石流や地すべりが発生していることが判明した。これらの発生間隔は、長期的に見た地域の防災計画や警戒避難態勢のありかたに資するものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

豪雨や地震時に多発する土砂災害は、同一斜面ではひんぱんに起こるのではなく、長期的な時間間隔をおいて発生しているため、住民の危機意識が低く、毎年各地で土砂災害による人的な犠牲が繰り返されている。このため、過去に、どの程度の間隔をおいて土砂災害が繰り返してきたかを知ることが重要である。本研究では、近年、顕著な土砂災害を受けた和歌山県那智勝浦町、熊本県阿蘇火山地域、福岡県朝倉・大分県日田地域を対象として、土砂災害の発生頻度を推定した。この結果は、長期的な山地斜面の砂防計画や、住民の警戒避難体制を検討する上で重要な基礎資料となる。

研究成果の概要(英文)：In order to determine ages of depositional events of colluvium deposits distributed at foot of mountain slope, I carried out the dating of charred materials and paleosols collected from the colluvium deposits in Nachi-Katsu'ura, Aso, Asakura and Hita area, Southwestern Japan.

As a result, recurrence interval of such depositional events such as debris flow are estimated to be the order of 1,000 years in these areas. These data contributes to the way of the local disaster prevention plans in the long term.

研究分野：地球惑星科学

キーワード：地すべり 斜面崩壊 土石流 土砂災害 発生頻度

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

斜面崩壊や地すべりといった土砂災害に関する研究は、地質学や地形学といった理学分野よりむしろ、地盤工学・砂防工学といった工学分野において、これまでに多くの成果が挙げられてきた。一方、工学分野が不得手とするのは、地質学的な時間スケールで起こる現象であり、土砂災害の発生間隔・発生頻度に関する知見の蓄積はいまだに少ない現状にある。1,000年～万年オーダーの時間目盛りを入れた土砂災害の発生間隔の解明は、工学よりも長いタイムレンジを得意とする地質学の知識と方法とが、大いに活用できる分野のひとつである。

### 2. 研究の目的

豪雨常襲地域である西南日本の山地斜面を対象として、斜面崩壊の発生時期・発生間隔を推定するため、溪流沿いに点在する土石流段丘・沖積錐の地質・地形的特徴を把握するとともに、堆積物中から材・テフラといった、堆積年代の推定に必要な試料を採取し、年代測定・テフラの対比を行った。一方、地すべりの発生時期・活動履歴を推定するため、露頭の乏しい地すべり移動体上から土層の掘削を行い、材・テフラの検出と、年代測定・テフラの対比を行った。以上に基づき、斜面崩壊・地すべりの発生時期・発生間隔を把握することで、長期的な斜面防災の基礎資料を得ることを目的とした。

### 3. 研究の方法

本研究は3年間で実施した。研究内容は、大きく分けて、(1) 空中写真判読・地形解析に基づく対象斜面の地形的特徴の把握、(2) 対象斜面の地質調査とテフラ・年代試料採取、(3) テフラの対比・年代測定結果の解釈と編年、(4) 斜面崩壊・地すべりの発生間隔に関する検討、の3段階に分けられる。対象地域は、2011年台風12号豪雨による土砂災害が頻発した和歌山県那智勝浦地域に加えて、2016年4月の熊本地震ならびに2016年6月の豪雨による斜面崩壊が多発した熊本県阿蘇火山地域(火山岩)、ならびに2017年7月豪雨による斜面崩壊が多発した福岡県朝倉地域(花崗岩・変成岩)・大分県日田地域(火山岩)を選定した。2016年熊本地震ならびに2017年九州北部豪雨の調査にあたっては、日本応用地質学会に組織された災害調査団の一員として調査を実施した。

### 4. 研究成果

山麓緩斜面を構成する堆積物の年代測定とテフラの対比に基づき、土砂災害の発生頻度を推定し、その結果を地域ごとに集計した。対象地域は下記の3地域であり、2016年熊本地震とその直後の豪雨による土砂災害が頻発した熊本県阿蘇火山地域、2017年九州北部豪雨による土砂災害が頻発した福岡県朝倉・大分県日田地域を調査した。

その結果、阿蘇火山地域では、主に完新世の年代が得られており、約7,300年前のK-Ah(鬼界アカホヤテフラ)以前と以後の両方の年代を示す堆積物が見出された。現河道沿いに分布する土石流堆積物の最上部はK-Ah以降～現在の年代を示す堆積物からなり、侵食面を介した下位には、完新世前期以前にさかのぼる堆積物が累積している。一方、現河道から離れた緩斜面で発生した地すべりの場合、移動体を覆う古土壌の年代は更新世末期までさかのぼる。すなわち、現河道沿いに流下する土石流堆積物は、緩斜面を構成する地すべりよりも、発生頻度がより高いことが確認された。

福岡県朝倉～大分県日田地域を対象とした推定結果によれば、主に花

崗岩～変成岩が分布する朝倉地域の土石流堆積物は、古土壌を介して複数の層準が累積しており、最上部のものは歴史時代（鎌倉時代頃と、江戸時代）の値が得られた。これらの堆積物の下位からは、AT（始良 Tn テフラ）のような古いテフラも見出されており、更新世末期以降、累積した土石流の流下・堆積が繰り返されていることが判明した。一方、地すべり地形をなす大分県日田市の地すべり堆積物の編年結果では、鎌倉時代の年代と、現代（1950年以降）の値が得られた。このことから、20世紀にも継続して活動していた地すべりであり、かつ、鎌倉時代のイベントは、朝倉地域の土石流堆積物の堆積時期とほぼ一致することから、2017年豪雨と同様に、同時期に発生した可能性がある。

以上のように、各地域の土砂移動イベントの発生頻度を明らかにすることができた。いずれの場合も、土砂移動の発生頻度は $10^2 \sim 10^3$ 年オーダーとなり、土木構造物の耐用年数より長く、かつ地元で災害伝承が残りにくい長さといえる。このことから、土木構造物のみでこの種の土砂災害に対処することは難しいといえ、地質学的な時間スケールを念頭に置いた砂防計画や住民の警戒避難態勢が重要であることを示す。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計12件)

- (1) 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 (2019) 阿蘇カルデラ壁斜面における斜面崩壊の発生頻度. 第四紀研究, Vol. 58, pp. 149-162. (査読あり)
- (2) 田近 淳・太田岳洋・千田敬二・長谷川怜思・碓井敏彦・田村浩行・西村智博・松澤 真・西山賢一・撰田克哉・戸邊勇人・池見洋明・佐伯佳美・磯部有作・松尾達也・小野田敏・小林 洋・江口貴弘 (2018) 火山岩地域でおきた特徴的な斜面変動 - 日田市小野地すべりを中心に. 日本応用地質学会九州北部豪雨災害調査団報告書, pp. 34-42.
- (3) 西山賢一・撰田克哉・井口 隆 (2018) 朝倉市妙見川流域で発生した地すべり・斜面崩壊の地形・地質的特徴. 日本応用地質学会九州北部豪雨災害調査団報告書, pp. 70-77.
- (4) 西山賢一・鳥井真之・横田修一郎・奥野 充 (2018) 阿蘇火山周辺における斜面崩壊・土石流の発生頻度. 第9回土砂災害に関するシンポジウム論文集, 土木学会西部支部, pp. 157-160. (査読あり)
- (5) 奥野 充・鳥井真之・西山賢一・中西利典・横田修一郎・井口 隆・高見智之・加藤靖郎・宮崎精介・山本茂雄・長谷中利昭・北園芳人・九州応用地質学会熊本・大分地震災害ワーキンググループ (2017) 地震で誘発された阿蘇カルデラ・高野尾羽根火山の西側斜面の崩壊プロセスについて. 日本応用地質学会熊本・大分地震災害調査団調査報告書, pp. 114-119.
- (6) 日本応用地質学会 2016年熊本・大分地震災害調査団 陥没性亀裂調査班 (西山賢一ほか23名) (2017) 阿蘇カルデラ内に出現した陥没性亀裂と側方移動. 日本応用地質学会熊本・大分地震災害調査団調査報告書, pp. 64-72.
- (7) 高見智之・井口 隆・加藤靖郎・西山賢一・日本応用地質学会九州支部 WG 斜面災害班 (2017) 地震で生じた斜面災害の特徴と地形地質条件からの類型化. 日本応用地質学会熊本・大分地震災害調査団調査報告書, pp. 85-95.
- (8) 西山賢一・鳥井真之・井口 隆・釜井俊孝・田近 淳・高見智之・加藤靖郎・奥野 充・山本茂雄・矢田 純 (2017) 阿蘇火山研究所周辺で発生した地すべり. 日本応用地質学会熊本・大分地震災害調査団調査報告書, pp. 120-127.

- (9) 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・横田修一郎 (2017) 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. 日本応用地質学会熊本・大分地震災害調査団調査報告書, pp. 128-138.
- (10) 西山賢一 (2017) 地すべりの発生年代に関する既存の研究. らんどすらいど (日本地すべり学会関西支部会報), No. 32, pp. 27-31.
- (11) Torii, M., Okuno, M., Nishiyama, K., Kitazono, Y., Hasenaka, T., and Yokota, S. (2017): Three types of sediment movement in the Sannoudani River, Minamiaso Village, Kumamoto Prefecture, southwestern Japan (Cover Story), Journal of the Sedimentological Society of Japan, 76, pp. 64. (査読あり)
- (12) 日本応用地質学会 2016年熊本・大分地震災害調査団 陥没性亀裂調査班 (西山賢一ほか 23名) (2016) 阿蘇カルデラ内に出現した陥没性断裂とその周辺の地形変位. 日本応用地質学会 HP, 7p, [http://www.jseg.or.jp/00-main/pdf/20160716\\_Aso.pdf](http://www.jseg.or.jp/00-main/pdf/20160716_Aso.pdf)

〔学会発表〕(計 31 件)

- (1) 撰田克哉・西山賢一・井口 隆 (2018) 朝倉市妙見川流域で発生した初生岩盤地すべりの地質的特徴. 日本応用地質学会平成 30 年度研究発表会講演論文集, pp. 143-144.
- (2) 鳥井真之・北園芳人・長谷中利昭・奥野 充・遠田晋次・西山賢一・横田修一郎 (2018) 南阿蘇村河陽地区における 2016 年熊本地震とテフラ層との関係. 国際火山噴火史情報研究集会講演要旨集 2017-2, pp. 107-109.
- (3) 西山賢一・鳥井真之・横田修一郎・奥野 充・田近 淳 (2018) 阿蘇カルデラ・高野尾羽根火山北斜面における地すべり移動体の内部構造. 日本地すべり学会第 57 回研究発表会
- (4) 西山賢一・後 誠介 (2018) 和歌山県大雲取山地に分布する崩壊堆積物の地形・地質的特徴. 日本地質学会第 125 年学術大会講演要旨集, pp. 148.
- (5) 西山賢一・鳥井真之・横田修一郎・奥野 充 (2018) 阿蘇火山周辺における斜面崩壊・土石流の発生頻度. 土木学会土砂災害に関するシンポジウム, pp. 157-160.
- (6) 西山賢一 (2018) 福岡県朝倉・大分県日田地域における地すべり・土石流の発生頻度. 日本応用地質学会平成 30 年度研究発表会講演論文集, pp. 91-92.
- (7) 奥野 充・鳥井真之・西山賢一・横田修一郎 (2017) 阿蘇・高野尾羽根火山西斜面の崩壊過程. 日本地質学会西日本支部第 168 回例会.
- (8) 奥野 充・鳥井真之・西山賢一・横田修一郎 (2017) 詳細地形区分から見た阿蘇カルデラ・高野尾羽根火山西側斜面の崩壊プロセス. 平成 28 年度自然災害総合研究班西部地区部会・研究発表会講演論文集.
- (9) 西山賢一・鳥井真之・奥野 充 (2017) 2016 年熊本地震で流下・堆積した崩壊堆積物. 日本地球惑星科学連合 2017 年大会.
- (10) 西山賢一 (2017) 2016 年熊本地震で発生した斜面災害. 日本地質学会第 124 年学術大会夜間小集会話題提供 (環境地質部会), 2017 年 9 月 (9/18 代替実施).
- (11) 鳥井真之・長谷中利昭・北園芳人・西山賢一・横田修一郎・奥野 充 (2017) 2016 年熊本地震における災害遺産の第四紀地質学. 日本第四紀学会 2017 年大会シンポジウム「第四紀研究から防災・減災への多角的アプローチ」(福岡市), 日本第四紀学会講演要旨集, 47, pp. 124-125. 2017 年 8 月.
- (12) 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 (2017)

- 阿蘇カルデラ斜面における斜面崩壊・土石流の発生頻度の推定．日本第四紀学会 2017 年大会シンポジウム「第四紀研究から防災・減災への多角的アプローチ」(福岡市)，日本第四紀学会講演要旨集，47，pp. 129-130．2017 年 8 月．
- (13) Mitsuru OKUNO, Masayuki TORII, Ken-ichi NISHIYAMA and Shuichiro YOKOTA (2017) Failure Process of the Western Slope of Takano-obane Volcano in Aso Caldera Triggered by the 2016 Kumamoto Earthquake, SW Japan, Based on Geomorphological Classification. The 3rd ASQUA Conference 2017, Jeju Island, Korea.
- (14) 田近 淳・碓井敏彦・矢野寛幸・西山賢一 (2016) 2016 年熊本地震で発生した崩壊-土石流：とくに垂玉川の例．日本応用地質学会平成 28 年度研究発表会講演論文集，pp. 243-244．
- (15) 高見智之・井口 隆・加藤靖郎・西山賢一・九州支部WG斜面災害班 (2016) 熊本地震で生じた斜面災害の特徴と類型化．日本応用地質学会平成 28 年度研究発表会講演論文集，pp. 149-150．
- (16) 日本応用地質学会 2016 年熊本・大分地震災害調査団 陥没性亀裂調査班 (西山賢一ほか 23 名) (2016) 阿蘇カルデラ内に出現した陥没性断裂と周辺の地形変位．日本応用地質学会平成 28 年度研究発表会講演論文集，pp. 147-148．
- (17) 井口 隆・高見智之・加藤靖郎・西山賢一・山本茂雄・矢田純 (2016) 熊本地震による京都大学阿蘇火山研究センター周辺の斜面災害の特徴．日本応用地質学会平成 28 年度研究発表会講演論文集，pp. 145-146．
- (18) 日本応用地質学会災害地質部会熊本災害調査団 (西山賢一ほか) (2016) 熊本地震災害調査概要 (その 4) 阿蘇カルデラ内に生じた陥没西断裂周辺に生じた変状について．日本応用地質学会平成 28 年度シンポジウム・熊本地震緊急報告会．
- (19) 日本応用地質学会災害地質部会熊本災害調査団 (西山賢一ほか) (2016) 熊本地震災害調査概要 (その 3) 山王などその他の地域の斜面災害について．日本応用地質学会平成 28 年度シンポジウム・熊本地震緊急報告会．
- (20) 日本応用地質学会災害地質部会熊本災害調査団 (西山賢一ほか) (2016) 熊本地震災害調査概要 (その 2) 京都大学火山研究所周辺の斜面災害について．日本応用地質学会平成 28 年度シンポジウム・熊本地震緊急報告会．
- (21) 日本応用地質学会災害地質部会熊本災害調査団 (西山賢一ほか) (2016) 熊本地震災害調査概要 (その 1) 立野周辺の斜面災害について．日本応用地質学会平成 28 年度シンポジウム・熊本地震緊急報告会．
- (22) 奥野 充・鳥井真之・西山賢一・中西利典・横田修一郎・井口 隆・高見智之・加藤靖郎・宮崎精介・長谷中利昭・北園芳人・九州応用地質学会熊本地震 WG (2016) 平成 28 年 (2016 年) 熊本地震で誘発された阿蘇カルデラ内のアースフロー堆積物．日本応用地質学会九州支部・九州応用地質学会平成 28 年度 (第 32 回) 研究発表会論文集，pp. 47-50．
- (23) 奥野 充・鳥井真之・西山賢一・中西利典・横田修一郎・九州応用地質学会斜面災害 WG (2016) 平成 28 年熊本地震による阿蘇カルデラ内の斜面崩壊堆積物の地形．日本地形学連合 2016 年秋季大会．地形，38，pp. 56-57．
- (24) 鳥井真之・長谷中利昭・北園芳人・田島靖久・西山賢一・奥野充 (2016) 2016 年熊本地震による阿蘇火山・後カルデラ火山群の斜面崩壊．国際火山噴火史情報研究集会講演要旨集 2016-1，pp. 49-51．

- (25) 奥野 充・鳥井真之・西山賢一・中西利典・横田修一郎・九州応用地質学会斜面災害 WG (2016) 2016 年熊本地震で誘発された阿蘇カルデラ内のアースフロー堆積物．国際火山噴火史情報研究集会講演要旨集 2016-1 , pp. 52-56.
- (26) 奥野 充・鳥井真之・西山賢一・横田修一郎・井口 隆・高見智之・加藤靖郎・宮崎精介・長谷中利昭・北園芳人・九州応用地質学会 WG 斜面災害班 (2016) 熊本 - 大分地震による阿蘇カルデラ内のアースフロー堆積物 (速報) ．東北地理学会 2016 年春期大会 ．
- (27) 西山賢一・鳥井真之・奥野 充・横田修一郎 (2016) 2016 年熊本地震により阿蘇火山地域で発生した地すべり・斜面崩壊の地形・地質的特徴．第 16 回日本地質学会四国支部講演会講演要旨集 , p8 ．
- (28) 西山賢一・鳥井真之・奥野 充・井口 隆・加藤靖郎・高見智之・西村智博・田近 淳・田村浩行・橋本修一・横田修一郎 (2016) 2016 年熊本地震により熊本県阿蘇地方で発生した斜面崩壊・土石流の地形・地質的特徴．日本応用地質学会平成 28 年度研究発表会講演論文集 , pp. 51-52.
- (29) 西山賢一・横田修一郎 (2016) 2016 年熊本地震で発生した立野地区の斜面崩壊と , 宇土・御船地区の盛土地すべり ．日本応用地質学会中国四国支部平成 28 年度研究発表会発表論文集 , pp. 33-38 ．
- (30) 西山賢一・鳥井真之・奥野 充・井口 隆・加藤靖郎・高見智之・西村智博・田近 淳・田村浩行・橋本修一・横田修一郎 (2016) 熊本地震で発生した地すべり・斜面崩壊の地形・地質的特徴 ．日本地質学会第 123 年学術大会講演要旨集 , pp.149 ．
- (31) Mitsuru Okuno, Masayuki Torii, Ken'ichi Nishiyama, Toshimichi Nakanishi and Shuichiro Yokota and the Slope Disaster WG of JSEG Kyushu Branch (2016) Landslides and earth-flow deposits triggered by the 2016 Kumamoto Earthquake in Aso caldera, SW Japan. Geological Society of America Annual Meeting 2016, Denver, Colorado, USA.

〔図書〕(計 1 件)

- (1) 日本地質学会 (分担 : 西山賢一ほか) 編著 (2017) はじめての地質学 , ペレ出版 , (総ページ 245p , 西山分担執筆 : pp. 206-211 ) .