

富士山大沢崩れにおける土砂生産と土石流発生場の特徴

岡本憲男（静大院総合科学技術科学研究科）
今泉文寿・逢坂興宏（静大農）・守口海（京都大）・土屋智（国土防災株式会社）
杉本宏之・鈴木聡・佐藤慎一（国土交通省富士砂防事務所）
柏原佳明・西村直記（アジア航測株式会社）

土石流の発生には降雨による水の供給とともに、土石流材料となる土砂の存在が必要である。そのため土石流の発生予測には土砂生産（種類やタイミング）とそれに伴う不安定土砂の堆積状況の変化を把握する必要があるが、それらに関する研究事例は少ない。そこで、本研究では大規模崩壊地である富士山大沢崩れにおける山腹からの土砂生産及び溪床堆積物の量に注目し、土砂生産プロセスとその特徴、および生産された土砂の溪床での堆積厚と土石流発生箇所との関係の解明に向け、既往の航空レーザー測量成果の解析を行った。

キーワード：土石流，土砂生産，航空レーザー測量，大規模崩壊地

I はじめに

土石流の発生タイミングおよび規模は、降水量と共に流域内での土砂生産や溪床内での不安定土砂の影響を受けるとされるが、未解明な部分が多い。また、土石流発生域である荒廃溪流源頭部における、土砂生産から土石流発生・流出までの一連の過程を明らかにした研究は少ない。そこで、本研究では、土砂生産の特徴と土石流材料である溪床堆積物の貯留量の変化を把握するとともに、堆積厚と土石流発生箇所の関係を検討することを目的として、大沢崩れの斜面部、谷底部での地形解析をおこなった。

II 方法

1. 調査対象地概要

調査対象地は富士山「大沢崩れ」とした。大沢崩れは富士山の西斜面の山頂直下から 5 合目付近（標高 2,200m）まで延長約 2.1km にわたる、最大幅約 500m、最大深さ約 150m、面積約 1 km² の大規模崩壊地である。全崩壊土量は推定 7,500 万 m³ と推定され、現在も活発に拡大崩壊を繰り返している（3）。地質は火山灰などの噴出物からなるやわらかいスコリア層と硬い溶岩層の互層からなる。

2. 解析方法

2.1.DEM の作成とデータ較正

土砂生産から土石流発生までの過程を明らかにするために、過去に行われた航空レーザー測量のデータ（表-1）により得られた地形の点群データを解析し、0.5m メッシュの DEM（Digital Elevation Model）を作成

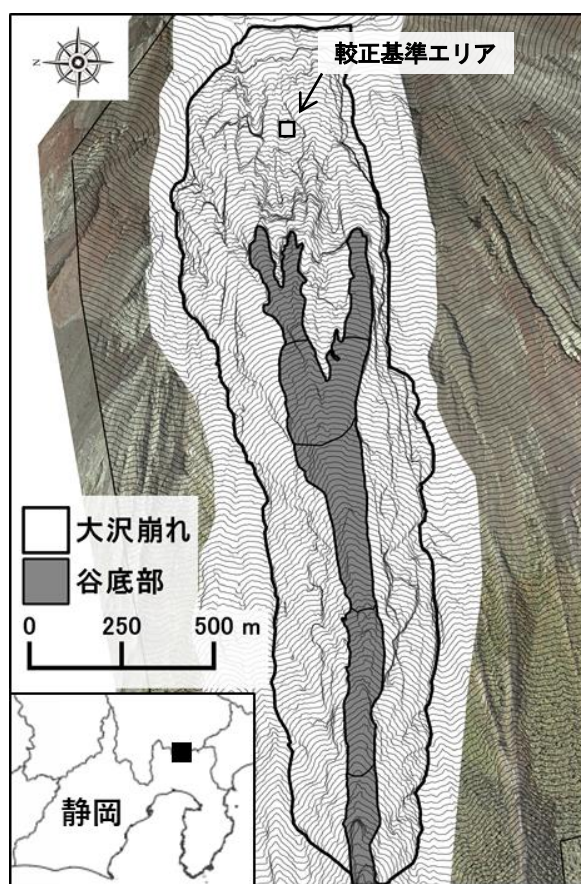


図-1. 調査地位置図

した。本研究では土砂変動状況を把握するため、異なる 2 時期の DEM の差分処理をおこなうが、航空レーザー測量のデータには、水平位置・標高値に誤差を有し、直接差分すると地形変化を詳細に捉えられない。

OKAMOTO Norio*, Graduate school of Integrated Science and Technology, Shizuoka University,
IMAIZUMI Fumitoshi, OHSAKA Okihito, Shizuoka University, MORIGUCHI Kai, Kyoto University,
TSUCHIYA Satoshi, JAPAN CONSERVATION ENGINEERS CO.,LTD.,
SUGIMOTO Hiroyuki, SUZUKI Satoshi, SATO Shinichi, Mt. Fuji Sabo Office, CBR, MLIT.,
KASHIWABARA Yoshiaki, NISHIMURA Naoki, ASIA AIR SURVEY CO.,LTD.,
okamoto.norio.17@shizuoka.ac.jp
Characteristics of sediment supply and initiation condition of debris flow at Osawa landslide in Mt.Fuji.

そのため、本研究では航空写真から判断した地形変化のない岩盤を基準としてデータの較正をおこなった（図-1）。データ較正後の DEM を GIS ソフトウェア（QGIS）に取り込み、地形解析を行った。また、本研究では崖錐と溪床堆積物貯留の場を谷底部と定義し、斜面部は大沢崩れ内の谷底部以外のエリアとした（図-1）。

表-1. 本研究で使用した航空レーザー測量データ

年	計測期間	メッシュサイズ
2008	10月4日～11月6日	0.5m
2009	10月11日～10月18日	0.5m
2010	10月2日～11月2日	0.5m
2011	11月23日～11月27日	0.5m
2012	9月26日～9月29日	0.5m
2013	10月8日～11月14日	0.5m
2014	9月22日～10月27日	0.5m
2015	10月6日～10月18日	0.5m
2016	10月4日～10月21日	0.5m
2017	8月9日	0.5m

2.2. 土砂生産の特徴

航空レーザー測量による 2008 年と 2016 年の地形データの差分により、斜面部における 8 年間分の侵食量を求めた。その後、侵食が顕著に起きている箇所を縦断地形の変化を調べ、土砂生産のタイミング及び特徴を求めた。

2.3. 不安定土砂の堆積状況の変化

航空レーザー測量による 10 時期（2008 年から 2017 年）の DEM にもとづき、大沢崩れ内の各地点における最低標高値を基岩地形と仮定した。各年（2008 から 2017 年）の地形データと基岩地形の差分により、各年の谷底における不安定土砂の量（以下、堆積土砂量）及び厚さ（以下、堆積厚）を求めた。

2.4. 不安定土砂の堆積状況と土石流発生の関係

谷底における土石流の発生ポイントと不安定土砂の堆積厚の関係を検討するため、土石流発生ポイントの抽出を行った。本研究では、谷底の侵食深が年間 1m 以上あり、侵食長が 100m 以上ある領域を土石流の流下領域とし、その上流端 5m 四方の範囲を発生ポイントと定義した。

III 結果および考察

1. 斜面部での土砂生産の特徴

2008 年から 2016 年の地形解析により、求めた 2 時期の差分図を図-2 に示す。その結果、大沢崩れ内では 2 種類の土砂生産が確認された。1 つ目は、図-2 の A に主に分布している年間 30cm 程度の土砂生産（薄い面的な侵食）（図-3）で斜面全体にわたって分布が確認された。2 つ目は、図-2 の B に主に分布している年間 1m 以上の局所的な土砂生産（崩落）（図-4、図

5）で源頭部上部（3,100～3,500m）の左右両岸で著しい。前者は溪床堆積物が貯まる谷底部の周辺に位置し、一部溶岩層も含まれるものの、スコリア層が卓越したエリアに分布する。後者は左岸及び右岸の崩壊縁の周辺に多く分布し、玄武岩質溶岩が急崖を形成するエリアに分布する（4）。

局所的な土砂生産である「崩落」には、通常の侵食量の数倍以上の大きな侵食が、数年に一度以上の長いサイクルで突発的におきる「突発的」（図-4）と、毎

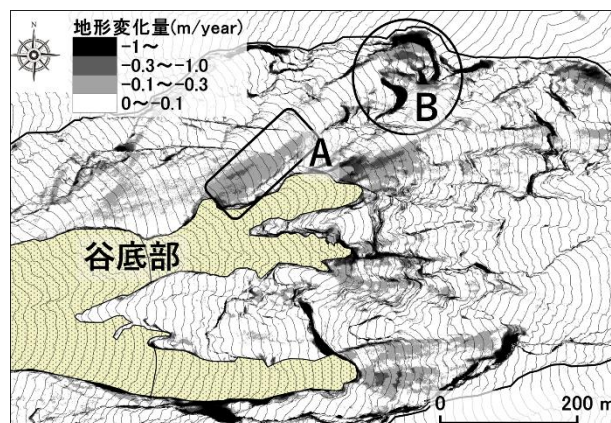


図-2. 2008 年から 2016 年までの地形変化

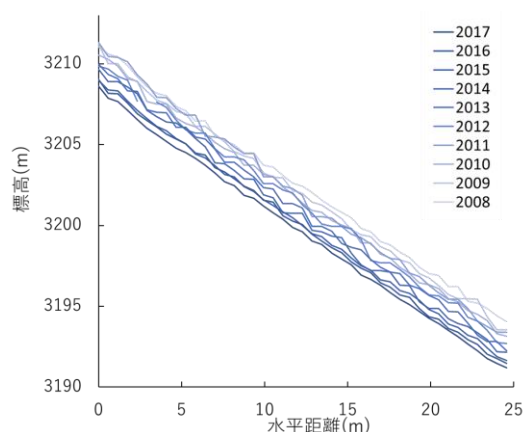


図-3. 薄い面的な侵食に伴う斜面縦断形の変化

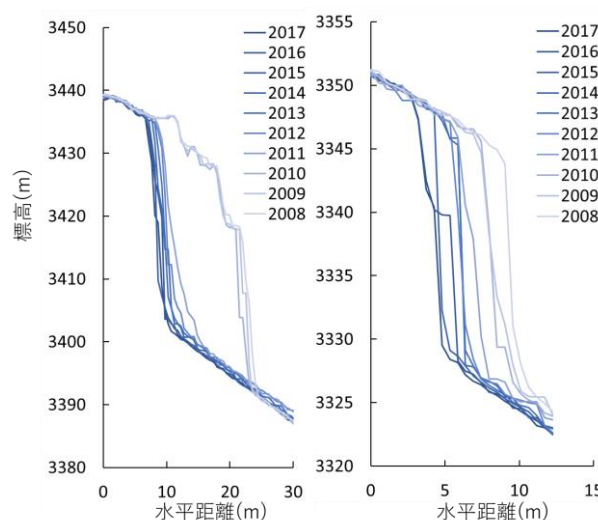


図-4. 突発的崩落に伴う斜面縦断形の変化

図-5. 連続的崩落に伴う斜面縦断形の変化

表一2. 地質ユニット区分（平成 21 年度富士山大沢川源頭域崩壊特性調査業務報告書より）

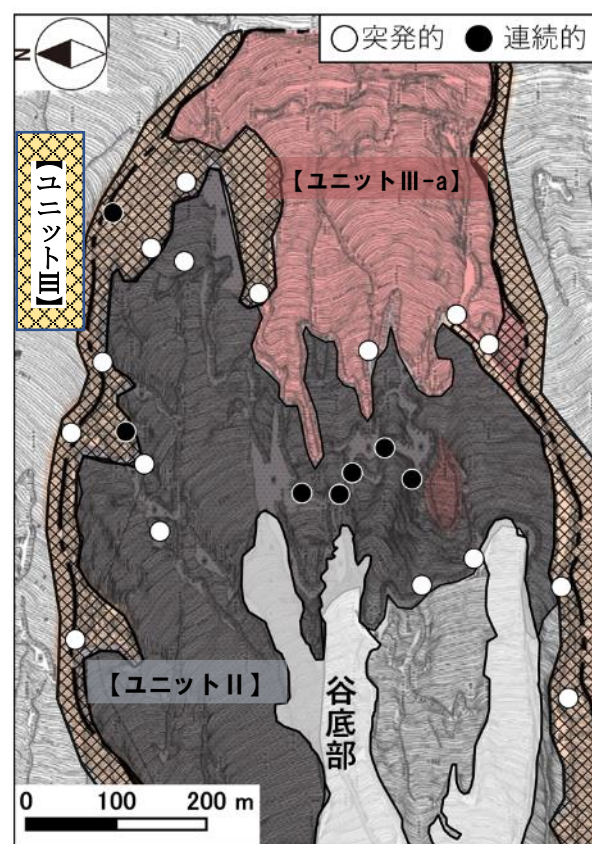
<p>【ユニットⅡ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・谷内部に露出する溶岩／スコリアの細互層。 ・斜面に対して差し目構造をなす。 ・表層部の剥落が頻繁に発生している。 ・斜面上部から供給される崩壊土砂により侵食されやすい脆い岩質と思われる。 <p>【ユニットⅢ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・斜面の外周形状を規制している厚い溶岩層主体の互層。 ・斜面勾配に対しほぼ調和的な構造を持ち、崩壊縁部において10～数十mの急崖を形成している場合が多い。 <p>【ユニットⅢ-a】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・山頂から標高3,300m程度までの谷内部に分布する大沢で最新の噴出物。 ・ユニットⅡの細互層を被覆するように分布しており、分布域は崩壊に乏しい。 ・火口にごく近いため、スコリアが強溶結（スパター）しているため崩壊に対し強くなっているものと推測される。
--

年少しずつ侵食が進行していく「連続的」（図一5）の2種類がみられることが報告されている（5）。

大沢源頭部の地質は複数の溶岩流が積み重なっていることで形成されているが、溶岩層の特徴によりいくつかの地質ユニットに区分される（表一2）（1）。

図一6 は、大沢源頭部における主な崩落の分布と地質ユニットの分布を比較したものである。突発的な崩落は厚い溶岩層が主体であるユニットⅢで、連続的な崩落は、スコリアと溶岩の細互層であるユニットⅡで主に発生していることが分かった（図一7）。大沢崩れでは、凍結融解等によりスコリア層が抜け落ち、その後、上部の岩盤が崩落するという崩壊メカニズムが報告されている（2）。

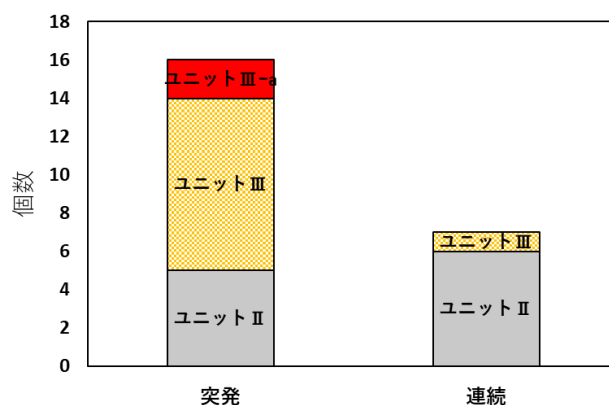
このメカニズムにより崩落が発生しているとする
と、溶岩層の厚いユニットⅢでは、少量のスコリア層が抜け落ちた程度では上部の溶岩層が崩落せず、ある程度スコリア層の侵食が進行してはじめて崩落がおきるため、特定の年に侵食が顕著に進行する「突発的」になると考えられる。一方、ユニットⅡは溶岩とスコリアの細互層からなるため、スコリアの侵食に伴い毎年年少しずつ崩落がおきる「連続的」になると考えられる。



図一6. 主な崩落の分布と地質図の比較

2. 谷底での不安定土砂の堆積状況の変化

2008 年から 2017 年までの谷底における堆積土砂量の時系列的な変化は図一8 に示すとおりである。図中の（↓）は大沢崩れ下流の岩樋土石流観測橋（標高 900m）において、土石流が観測された年を示している。一方で、大沢崩れで発生する土石流は大沢崩れ内を部分的に流下、停止し、局所的な地形変化を引き起こすものもあり（4）、岩樋土石流観測橋で土石流が 1 回のみ観測された年においても大沢崩れ内において複数の土石流の発生箇所が差分解析によって確認された。



図一7. 突発的、連続的崩落の発生と地質ユニットの関係

2010 年から 2011 年の期間、2014 年から 2016 年の期間では谷底の堆積物量が大幅に減少している。このように、谷底の堆積土砂量に大きな変化を与えるのは、下流まで流下するような大規模な土石流の発生である。一方、2008 年から 2010 年までの期間のように、土石流発生の記録がない期間には、斜面からの土砂生産に伴い、堆積物量が増加している。

3. 不安定土砂の堆積状況と土石流発生の関係

図-9 は 2.4.により定義された、2008 年から 2017 年までの土石流発生ポイントの分布図で、上流から下流まで発生ポイントが分布している。2008 年、2010 年、2011 年、2012 年、2014 年、2015 年の谷全体の堆積厚の頻度分布と、2.4.によりそれぞれの年に抽出した土石流発生ポイントの堆積厚の平均を図-10 に示す。堆積厚が 5m 以下の比較的堆積厚の薄い場所で発生していることが多い。堆積厚の厚いところに比べ薄いところは、土砂が飽和しやすいため土石流が発生しやすいのだと考えられる。

IV おわりに

大沢崩れの土砂生産には崩落タイプと薄い侵食タイプがあり、崩落タイプには突発的と連続的がみられた。溶岩層の厚い場所では突発的崩落が多く、溶岩層の薄い互層では連続的崩落が多い。谷底では、大規模な土石流の発生していない年は斜面からの土砂生産により谷へ堆積物が供給され堆積物量が増加している。また、土石流は谷全体でみると比較的堆積厚の薄いところで発生していた。

謝辞

本研究は国土交通省河川砂防技術開発助成地域課題の御協力のもと行われた。

引用文献

- (1) 富士砂防事務所、平成 21 年度富士山大沢川源頭域崩壊特性調査業務報告書
- (2) 富士砂防事務所、平成 28 年度富士山大沢川源頭部技術検討業務報告書
- (3) 花岡正明・富田陽子・伊藤誠記 (2007) 大沢崩れと富士山の土石流、富士火山 (2007), p.407-425
- (4) 岡本憲男・守口海・今泉文寿・逢坂興宏・土屋智 (2018) 富士山大沢崩れにおける土石流発生・流下状況、中部森林研究第 66 号, 133-134
- (5) 岡本憲男・中村亮祐・今泉文寿・逢坂興宏・守口海・土屋智・杉本宏之・鈴木聡・佐藤慎一・柏原佳明 (2018) 富士山大沢崩れにおける土砂生産の特徴とタイミング、平成 30 年度砂防学会研究発表会概要集, 489

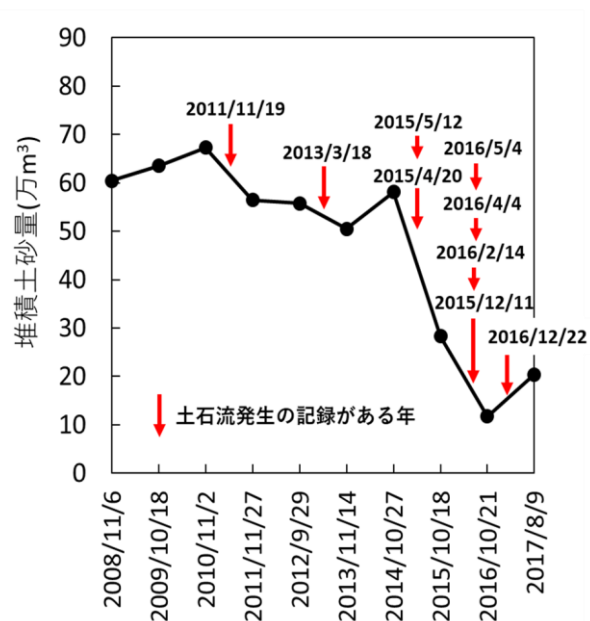


図-8. 堆積土砂量の変化

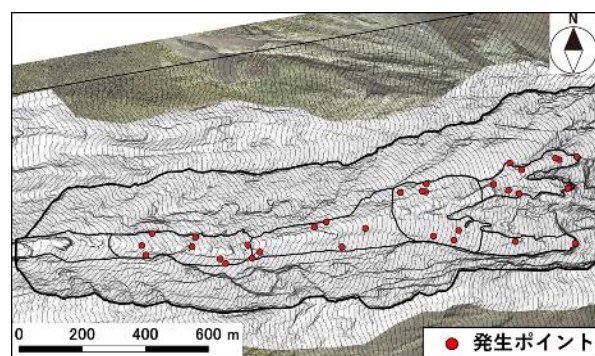


図-9. 2008 年から 2017 年までの土石流発生ポイントの分布図

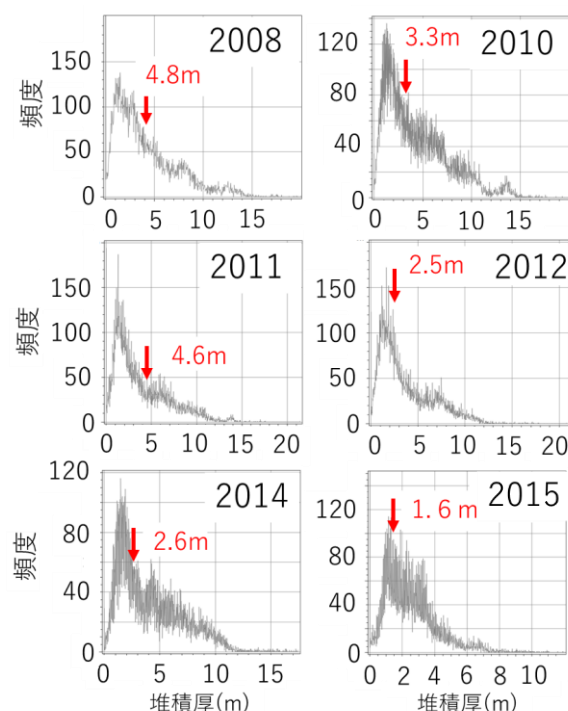


図-10. 各年の堆積厚の頻度分布と土石流発生ポイントの平均堆積厚の関係