

厚真町東和地区における胆振東部地震後の崩壊斜面の土砂動態

Sediment dynamics of the bare slope after the landslide caused by the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake in Towa, Atsuma Town

ABSTRACT

興水健一*・石丸 聡*・川上源太郎*
高見雅三**・卜部厚志***
KOSHIMIZU Ken'ichi*, ISHIMARU Satoshi*
KAWAKAMI Gentaro*, TAKAMI Masazo**
URABE Atsushi***

受付：2020 年 10 月 31 日

受理：2021 年 1 月 8 日

* 地域地質部 地質防災グループ

** 地域地質部 地質環境グループ

*** 新潟大学

Corresponding Author KOSHIMIZU Ken'ichi
koshimizu-kenichi@hro.or.jp

We investigated the sediment dynamics on the bare slope after the landslide caused by the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake in Towa, Atsuma Town. After the landslide, erosion processes were active mainly for the unstable materials on lower side-slope during the period of 11 months. After that, although the same level of rainfall was recorded before the snowfall season, no significant erosion by surface flow was observed for the lower side-slope due to its gentle dip at about 29°. During the following snowmelt season, heavy rain eroded unstable materials. The amount of erosion was equivalent to about 60% of the amount of erosion during the initial 11 months.

It is important to evaluate not only the amount of earthquake-induced landslide sediments but also the amount of sediment newly eroded from the landslide bare slope corresponding with the scale of precipitation during the snowmelt season to effective design of sabo facilities and long-term basin sediment management.

Keyword : After the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake, Sediment dynamics, UAV-SfM, Snowmelt season, Bare Slope

はじめに

2018 年 9 月 6 日に発生した北海道胆振東部地震により、10000 箇所を超える膨大な数の斜面崩壊が生じた¹⁾。2016 年熊本地震では、地震発生から半年後の降雨により崩壊土砂が流下して家屋等を損壊する二次災害が発生しており²⁾、同様にテフラ層が斜面を覆う当該地域においても二次災害防止の観点から土砂動態の特徴を把握する必要がある。

これまで地震後の土砂動態としては、主に地震時に崩壊・斜面下に堆積した土砂の再移動が注目されてきた³⁾。しかし崩壊裸地斜面や、崩壊源の周囲に残る不安定斜面から新たに生産される土砂の動態については、十分検討されていない。特に、浸食が活発な場の地形・地質的特性や降雨・融雪との関係性については未解明な部分が多い。これらの点は、例えば砂防施設の効果的な設計や長期的な流域土砂管理などにおいて有益な情報である。

胆振東部地震発生から半年間の降雨条件と浸食土砂量の時系列推移については、厚真町高丘地区の斜面を対象とした結果を報告している⁴⁾。本報告では、厚真町の中で崩壊密度が

極めて高かった地区の中から、災害復旧事業対策の行われていない東和地区の斜面を選定し、地震後 1 年半の期間の降雨条件、および浸食土砂量に着目した土砂動態について述べるとともに、地震から 1 年半後の融雪期に発生した降雨イベントによる不安定斜面の小崩壊についても報告する。

調査地概要

本研究の調査地である厚真町東和地区は、川上ほか(本特集)の報告にもあるように、崩壊密度が極めて高かった地域である。崩壊発生箇所は、新第三紀振老層の砂岩・泥岩からなる基岩を樽前山起源の降下テフラが覆う丘陵地である。調査対象斜面は、比高が約 26m、幅が約 45m、崩壊面積が約 2,491m² であり、上部谷壁斜面(平均傾斜 20°)から下部谷壁斜面(平均傾斜 29°)にまたがる。斜面の上方から見て右側の下部谷壁斜面は沢型地形を呈している(図 2 の左下、以下、右側の下部谷壁斜面(LR)とする)。ここでは地震による崩壊の移動土塊は谷壁斜面上にほとんど残らず谷底に流下した。一方、斜面の上方から見て左側斜面(図 2 右上、以下、左側斜面とする)の下方は谷が狭く土塊が対岸に抑制

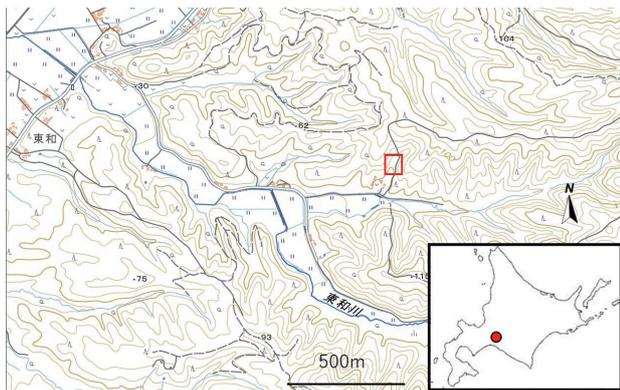


図1 調査位置 (赤枠範囲)
Fig.1 Location map of the study site, shown by the red square

されるため、傾斜のやや急な下部谷壁斜面上においても厚い移動土塊が残っている。

頭部崖の土層は厚さ約 2.5m で、風化岩盤直上には層厚 5cm 程度の En-a まじり火山灰土、その上位を層厚約 90cm の Ta-d 層、約 20cm の Ta-c 層、約 40cm の Ta-b 層が黒ボク土を挟んで順に覆う。崩壊面には En-a まじり火山灰土が擦痕を伴い露出し、その上を頭部崖から副次的に崩壊したと思われる Ta-d まじり粘土（移動土塊）が所により被覆していた。その様相から、崩壊は主に En-a まじり火山灰土をすべり面とした土層崩壊であったと考えられる。現地の簡易掘削によれば、移動土塊の厚さは上部谷壁斜面と下部谷壁斜面で大きく異なり、上部谷壁斜面では最大 5cm 程度、下部谷壁斜面では最大 150cm 程度であった。

地震後の土砂動態

検討斜面における地震直後（2018年9月11日）の航空レーザー測量データ（北海道胆振総合振興局林務課撮影、以下、ALSデータとする）と、翌年2019年8月15日以降に繰り返し取得した UAV による多視点ステレオ写真測量（以下、UAV-SfM 測量とする）データを用い、地形変化を読み取った。現地では、顕著な地形変化が生じた箇所の断面観察により、地質や粒径をその都度確認した。土砂量の算出は、UAV-SfM 測量によるオルソ写真および数値表層モデル（以下、DSM とする）の差分解析から求めた。降雨特性は、気象庁アメダス厚真観測所データを用いて、最大日雨量、最大時間雨量、総雨量を算出した。

ここでは、季節変動に着目し、地震直後(2018年9月11日)から約 11 ヶ月後の 2019 年 8 月 15 日、そして 2019 年 10 月 3 日、2020 年 3 月 24 日に UAV-SfM 測量を行った。これより、地震直後から 2019 年 8 月 15 日までの期間は、UAV-SfM により生成された DSM のセルサイズを ALS データの解像度に合わせて 50cm に設定した差分解析を行った。また、後の 2 つの期間については、UAV-SfM により生成さ

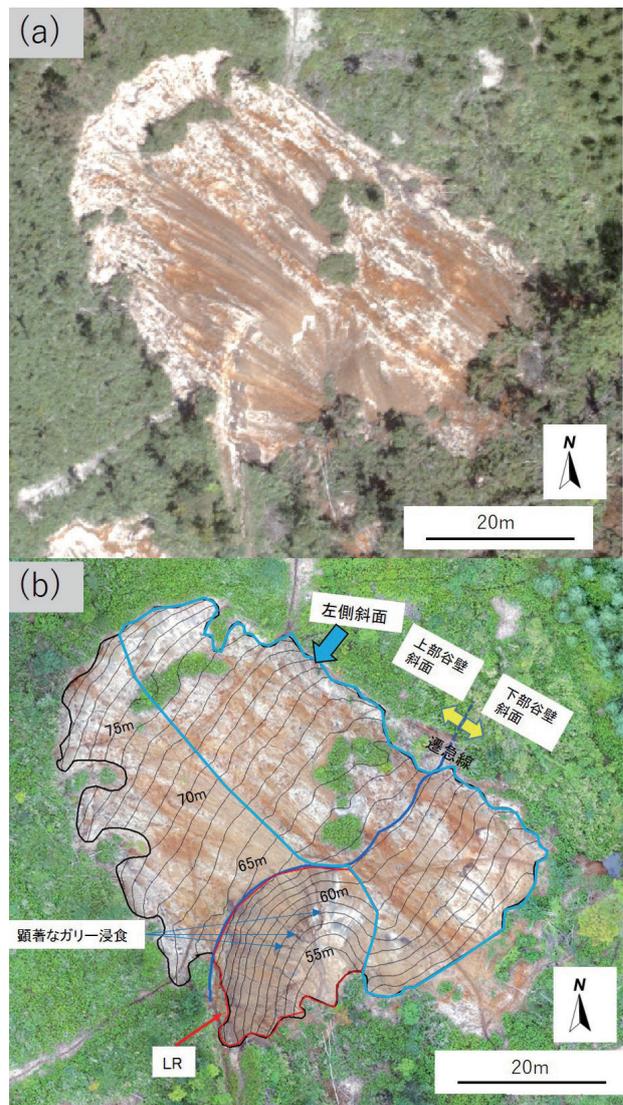


図2 地震直後（2018年9月11日）から2019年8月15日までの地形変化

(a) 地震直後(2018年9月11日) (b) 2019年8月15日(コンター間隔:1m(2018年9月11日のDEMより生成))

Fig.2 Topographic changes during the period immediately after the earthquake to 15 August 2019 (a) Immediately after the earthquake (11 September 2018) (b) 15 August 2019 (Contour interval: 1 m (generated from DEM on 11 September 2018)).

れた取得データの地上分解能に基づき、10cmDSM による差分解析を行い、降雨・融雪などによる土砂動態との関係性を検討した。

1) 地震直後から 11 ヶ月(2018年9月11日~2019年8月15日)

この期間の降雨は、最大日雨量:56.5mm, 最大時間雨量:17mm, 総雨量:672.5mm であった(図3)。9月11日撮影の ALS データのオルソ写真と翌年8月15日撮影の UAV のオルソ写真の比較から、この期間は遷急線より下方の下部谷壁斜面で顕著なガリー浸食が見られた(図2)。中でも右側の下部谷壁斜面(LR)の沢型地形を呈した部分で特に顕

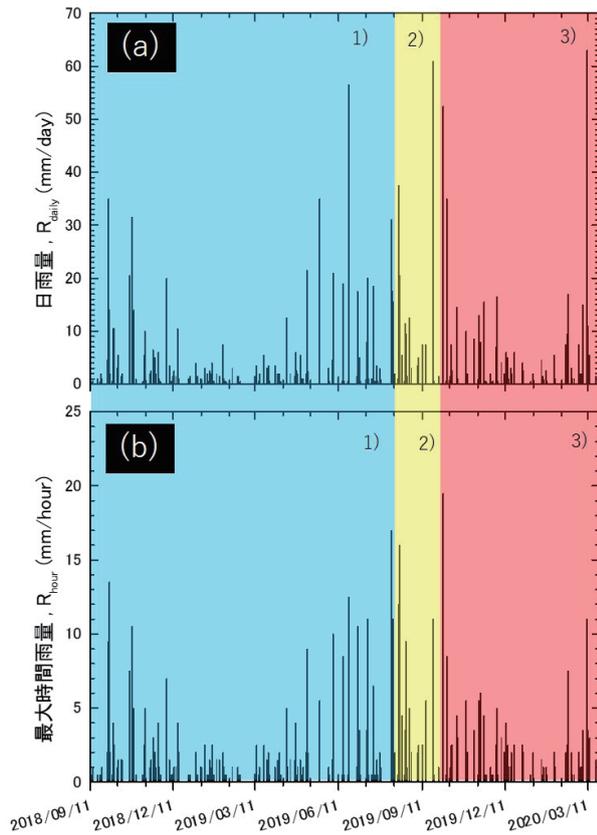


図3 観測期間の雨量 (a) 日雨量, (b) 最大時間雨量
 青範囲: 2018年9月11日～2019年8月15日
 黄範囲: 2019年8月15日～2019年10月3日
 赤範囲: 2019年10月3日～2020年3月24日
 Fig. 3 Rainfall during the observation period
 (a) daily rainfall, (b) maximum hourly rainfall
 Blue range: 11 September 2018 - 15 August 2019
 Yellow range: 15 August 2019 - 3 October 2019
 Red range: 3 October 2019 - 24 March 2020

著な浸食が生じていた。浸食された土砂は、主に地震時に崩壊、堆積した移動土塊（Ta-d 軽石まじりの砂質土および粘土）であり、8月15日時点ではガリーの底面は風化岩盤に達していなかった。下部谷壁斜面に見られたガリーは、深さ：20~50cm程度、幅：10~100cm程度であった。この期間の浸食土砂量は、差分解析を行った結果（図4）、136m³程度と見積られた（表1）。なお UAV-SfM 測量により得られる DSM は、植生の高さを含んだ地形面である。そのため、土砂量の算定においては植生被覆部分を解析範囲から除外した。

2) 2019年8月15日～2019年10月3日

この期間の降雨は、最大日雨量：61mm、最大時間雨量：16mm、総雨量：188.5mmであった（図3）。最大日雨量は前期間とほぼ同程度の降雨規模であったが、8月15日と10月3日に撮影した UAV のオルソ写真の比較、差分結果のいずれにおいても、浸食土砂量は 1.5m³程度と見積もられ、顕著な浸食は見られなかった（図2(b), 図5.6, 表1）。10月

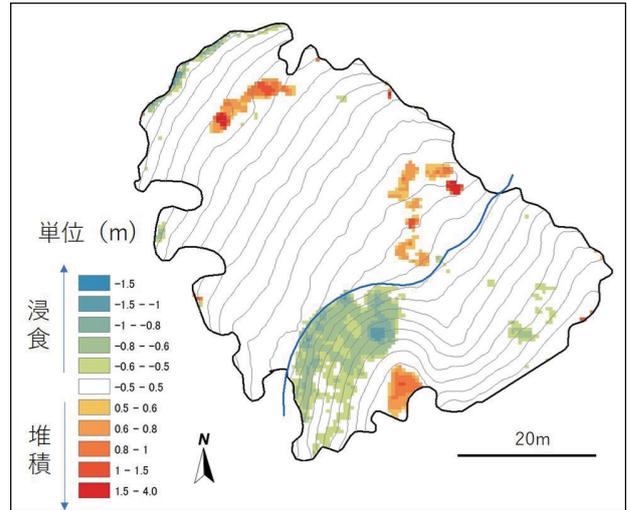


図4 地震直後（2018年9月11日）から2019年8月15日までの差分結果（コンター:1m間隔（2018年9月11日のDEMより生成））
 Fig. 4 Topographical changes based on differential analysis from immediately after the earthquake (11 September 2018) to 15 August 2019 (Contour: 1m interval (generated from DEM on 11 September 2018)).

3日時点において下部谷壁斜面で見られたガリーの底面に風化岩盤が露出する部分はほとんど確認されず、移動土塊が依然堆積していた。

3) 2019年10月3日～2020年3月24日

この期間は12月上旬以降に降雪が見られた。そこでこの期間の降雨については、10月3日から降雪前（11月30日）までの期間と12月1日から融雪期（3月24日）までの期間に分類する。降雪前の期間（10月3日～12月1日）の降雨は、最大日雨量：52.5mm、最大時間雨量：19.5mm、総雨量：183.5mmであった（図3）。一方、それ以降から融雪期までの期間（12月1日～3月24日）の降雨は、最大日雨量：63mm、最大時間雨量：11mm、総雨量：230mmであった（図3）。両期間の最大日雨量は融雪期の3月10日に記録され、雨量としては、2019年の最大を記録した最大日雨量61mmと同程度であった。しかし10月3日と翌年3月24日に撮影した UAV のオルソ写真の比較から、この期間に、これまでガリー浸食が確認された右側の下部谷壁斜面（LR）の沢型地形を呈した部分や左側の下部谷壁斜面（平滑斜面）の脚部のみならず、崩壊斜面の移動方向から見た左側の側崖（以下、左側崖とする）においても新たな崩壊が見られた（図5,7）。11月および2月の現地踏査では、崩壊斜面上に目立った変状は見られていないことから、この期間の顕著な浸食・崩壊は融雪期の3月10日の降雨（最大日雨量：63mm）によるものと推測される。浸食・崩壊した土砂は斜面最下部でうちわ団扇型のように堆積していた（図7, 写真1）。なお、この発生メカニズムについては、次章で後述する。

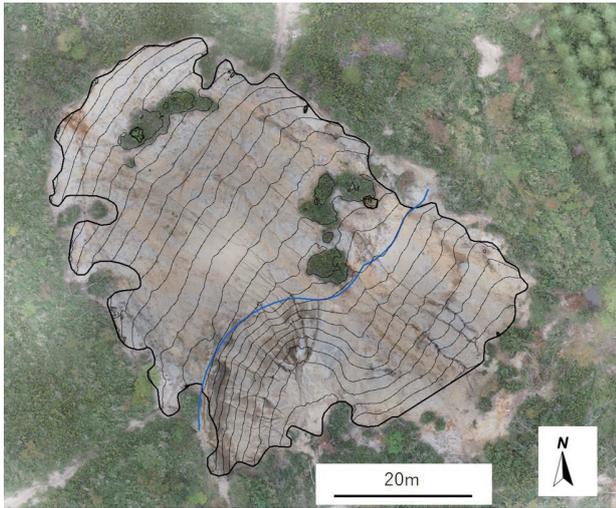


図5 2019年10月3日時点の崩壊斜面の様子
 コンター:1m間隔(2019年8月15日のDSMより作成)
 Fig.5 Landslide slope as of 3 October 2019
 Contour: 1m interval (generated from DSM on 15 August 2019)

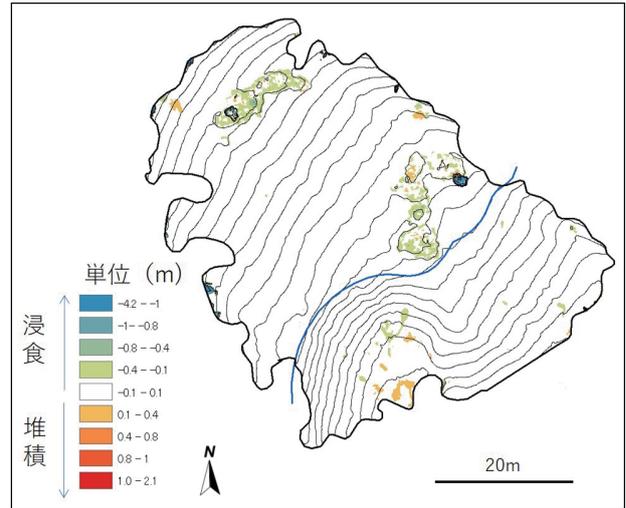


図6 2019年8月15日から2019年10月3日までの差分結果
 コンター:1m間隔(2019年8月15日のDSMより生成)
 Fig. 6 Topographical changes based on differential analysis from 15 August 2019 to 3 October 2019
 Contour: 1m interval (generated from DSM on 15 August 2019)

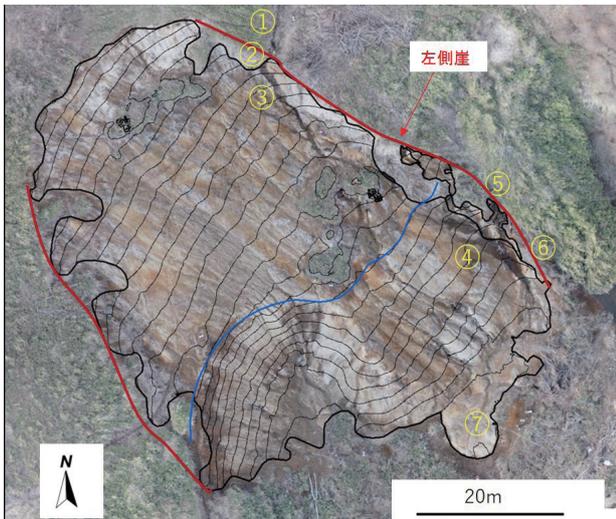


図7 2020年3月24日時点の崩壊斜面の様子
 コンターは1m間隔(2019年10月3日のDSMより生成)
 ※図中②~⑦の箇所は、写真番号と対応
 Fig. 7 Landslide slope as of 24 March 2020
 Contour: 1m interval (generated from DSM on 3 October 2019)

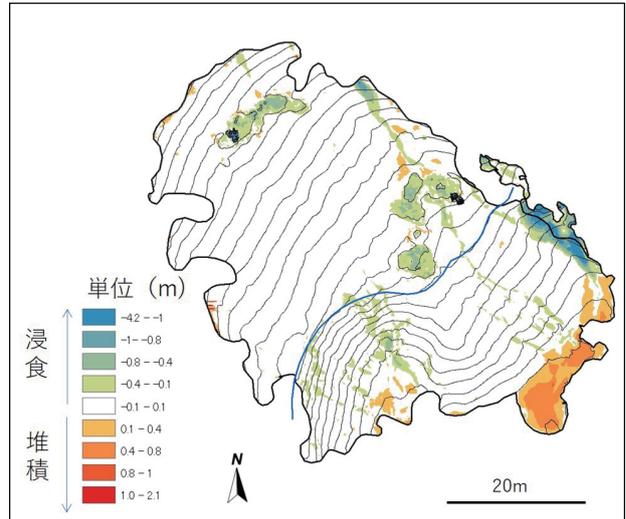


図8 2019年10月3日から2020年3月24日までの差分結果
 コンターは1m間隔(2019年10月3日のDSMより生成)
 Fig.8 Topographic changes based on differential analysis from 3 October 2019 to 24 March 2020
 Contour: 1m interval (generated from DSM on 3 October 2019)

この期間(2019年10月3日~2020年3月24日)の浸食土砂量については、10月3日時点までの解析対象斜面からの浸食土砂量(地震時の崩壊裸地斜面の浸食土砂量)と3月10日の降雨による左側崖の崩壊土砂量(左側崖の不安定斜面からの新たな崩壊土砂量)に分類した。差分結果から、地震時崩壊裸地斜面の浸食土砂量は72 m³、左側崖の不安定斜面からの崩壊土砂量は15 m³となり、両者の浸食(崩壊)土砂量は総じて87 m³程度であった(図8,表1)。したがって、3月10日の降雨によって浸食土砂総量の約83%が地震

時の崩壊裸地斜面から、残りの約17%が左側崖の不安定斜面からそれぞれ浸食されたとみられる。浸食・崩壊土砂のうち脚部に堆積した土砂量は57 m³程度と見積もられた(図8,表1)ことから、浸食・崩壊土砂の約2/3が脚部に堆積して、残りの1/3程度は流域外へ流出したと判断される。なお、この期間の3月10日の降雨による浸食土砂量は、地震直後から11ヶ月間の浸食土砂量の6割程度に相当する量であった。



写真1 2020年3月に発生した斜面変動の痕跡
写真下半部：団扇型の堆積域

Photo 1 Traces of slope changes that occurred in March 2020
Lower half of the photo: Uchiwa-shaped sedimentary area

融雪期の降雨により発生した不安定斜面の崩壊

2020年3月に、地震後の不安定斜面において3) 2019年10月3日～2020年3月24日で述べた融雪時の雨による斜面崩壊が発生した。地震後の気象要因に伴う斜面変動現象の1事例として以下に記す。

2020年3月24日の調査時に、地震による崩壊斜面の左側崖の最下部(図7右下)で新しい斜面変動(崩壊～土砂流)の痕跡を確認した(写真1)。その浸食の形状や堆積物・堆積地形的特徴から、雨水や融雪水など大量の水を含んだ土砂が流下したものとみられる。アメダス厚真観測所の記録によれば、調査2週間前の3月10日13時～11日7時にかけて総雨量71mmの降雨を記録しており、この雨に起因した斜面変動とみなされる(図3)。なお、降雨のピーク付近の3月10日20:20～20:50の30分間で気温は3.5℃から11.1℃に急上昇し、この冬初めての10℃越えとなったことから、雨による融雪に加え気温上昇による融雪の影響も大きかったとみられる。

地震時の崩壊斜面の左側崖の上部より北方向(斜面上方)に続く作業道があり、その表層に崩壊斜面まで50m以上の区間にわたり深さ30cm前後のガリーが生じた(図7の①)。ここではTa-b層の軽石が浸食され、一部はトンネル状のパイピングホールとなっており、Ta-b直下の黒色土(黒ボク)がガリーの底面となっていた。このガリーが地震時の崩壊斜面の側崖に入りこむ地点で(図7の②)Ta-c層の基底まで浸食され、その直下のTa-dまじりの火山灰土がガリー底面となりステップ状の形状を呈する(写真2)。地震時の崩壊斜面の表層はTa-d層直下のEn-aまじり火山灰土が広がるが、崩壊斜面上にも約30m区間にわたりガリーが形成された。



写真2 地震時崩壊斜面の左側崖に生じたステップ状の浸食地形
(矢印はステップの縁を示す)

Photo 2 Step-like erosion topography on the left cliff of the landslide slope (Arrows indicate the edges of the steps)

崩壊斜面上部付近(図7の③)では約50cm下刻され、En-aまじり火山灰土の下位の斜面堆積物まで浸食されるが(写真3)、斜面下方に向かい次第に浅くなる。

図7の④の馬蹄形にえぐられた崩壊地形は地震時崩壊斜面の左端部にあたり、浅い谷型の下部谷壁斜面最上部に位置する。崩壊範囲は幅約3m、奥行き約15m、深さは約1.5mで、さらに北東側の谷頭斜面(図7の⑤)で発生した幅約2mの崩壊地形と途中で合流する形状となる(写真4)。斜面下に堆積した土砂の大半はこれらの崩壊範囲を起源とするものとみられる。図7の④の崩壊発生域頭部では、黒色土(黒ボク)の上位にEn-aまじり火山灰土やTa-d層が乗り上がった構造が見られる(写真5)。崩壊斜面下部(図7の⑥)ではTa-d層がスタックして形成された覆瓦構造(写真6)となる下位に位置するTa-d直下のEn-aまじり火山灰土(ローム層)上面が崩壊底面となっていた。

崩壊土砂は地震時の移動土塊末端を乗り越えられずに、斜面下で南東から南西に流向を変え、その末端に幅約8m、奥行き約10mほどの団扇(うちわ)型の堆積域が広がった。堆積域の中央付近(図7の⑦周辺)で掘削したところ、土砂堆積前の地表にあたるササを覆う堆積物下部は厚さ約45cmの上方粗粒化する砂礫層、上部は厚さ約15cmのラミナの発達した砂層からなることが確認できた(写真7)。下部堆積物は約0.5cmの円磨された軽石を主とするもので、崩壊堆積物の本体とみられる。一方、上部堆積物は粒径1mm以下の磁鉄鉱・有色鉱物に富む砂がラミナを形成しており、崩壊後の流水により堆積したものと考えられる。堆積域の表層付近は径1～2cmほどの軽石を主とするが、樹脂状に枝分かれした浅い流路沿いに粒径1mm以下の磁鉄鉱・有色鉱物に富む砂が拡がる(写真1)。

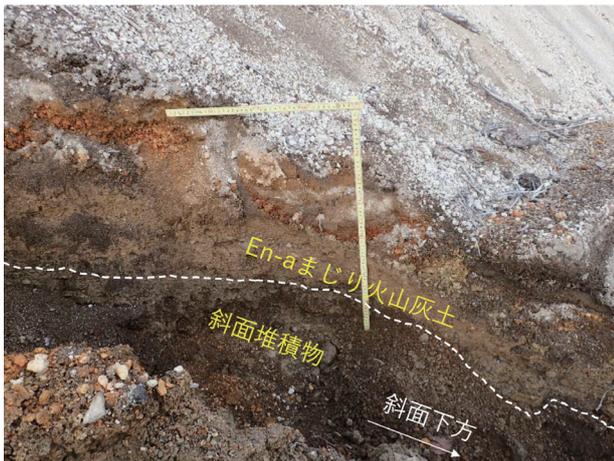


写真3 地震による崩壊斜面上に生じたガリーの谷壁
Photo 3 Valley wall of the gully on the landslide slope caused by the earthquake



写真4 3月に発生した崩壊地頭部の様子
Photo4 The landslide head that occurred in March



写真5 黒色土に乗り上がったEn-aまじり火山灰土とTa-d層
Photo 5 En-a mixed volcanic ash soil and Ta-d layer on black soil

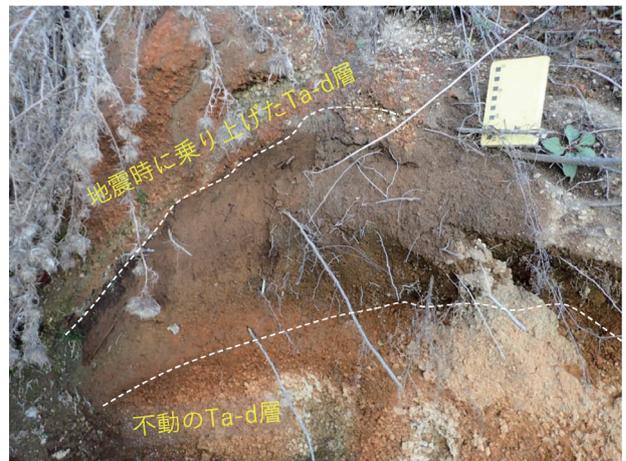


写真6 Ta-dがスタックして形成された覆瓦構造
Photo 6 Imbrication structure formed by stacking Ta-d

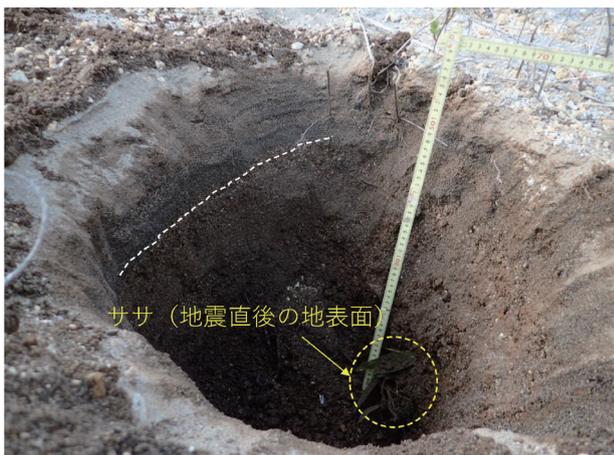


写真7 3月の崩壊堆積物の本体(白破線より下位)と後続の流水による堆積物(白破線より上位)
Photo 7 The main body of the landslide sediment in March (below the white dashed line) and the subsequent sediment due to running water (above the white dashed line)

考察

東和地区の崩壊斜面では、全観測期間の18ヶ月間で顕著な降雨規模の違いが見られなかったものの地震直後から11ヶ月間は浸食土砂量が最大であった。その後の2019年8月15日～2019年10月3日の期間は顕著な浸食は見られなかった(表1)。このような傾向は厚真町高丘地区でも認められており、地震直後11ヶ月間には崩壊斜面において顕著な浸食が見られるものの、その後は同等程度の降雨があっても顕著な浸食が生じていない(表1.2)。

東和地区の検討斜面における地震後1年間の浸食は下部谷壁斜面で見られ、中でも沢型地形を呈した箇所では顕著であった。高丘地区でも下部谷壁斜面で顕著な浸食が見られたが、これは地形的に表面流が卓越する条件下で浸食が進んだものと考えられる。一方で東和地区は、下部谷壁斜面の脚部に移動土塊が厚いところで150cm程度堆積していたことから、降雨により浸食が生じやすい状況であったと推測される。

その後、2019年8月15日～2019年10月3日の期間

表 1 東和地区における土砂量推移と最大日雨量との関係

Table. 1 Relationship between the volume of sediment transition and maximum daily rainfall in the Towa area

	浸食土砂量(m ³)	堆積土砂量(m ³)	最大日雨量(mm)
~2018年9月11日	4064		
2018年9月11日~2019年8月15日	136	25	56.5
2019年8月15日~2019年10月2日	1.5	1.1	61
2019年10月3日~2020年3月24日	87	57	63

表 2 高丘地区における土砂量推移と最大日雨量との関係

Table. 2 Relationship between the volume of sediment transition and maximum daily rainfall in the Takaoka area

	浸食土砂量(m ³)	崖錐の土砂量(m ³)		最大日雨量(mm)
		堆積量	浸食量	
~2018年9月11日	4822	35		
2018年9月11日~2019年6月20日	193	107	0	35
2019年6月20日~2019年8月15日	3	0.4	47	56.5
2019年8月15日~2019年10月2日	3	1.6	2.2	61
2019年10月3日~2020年3月24日	19	49	0.2	63

について、高丘地区では地震後1年間に大半のガリーの底面が風化岩盤に達して、それ以降顕著な浸食が進まなかったと考えられる。一方、東和地区では10月3日時点において、ガリーの底面が風化岩盤に達していないものの、移動土塊が依然残存していることや、崩壊斜面の傾斜がやや緩い（東和地区の下部谷壁斜面の平均傾斜約29°）など他の要因により浸食が起きにくかった可能性が考えられる。

2019年10月3日~2020年3月24日の期間は、2020/3/10の融雪期の降雨（連続雨量71mm）により、地震時の崩壊斜面のガリー浸食および崩壊斜面の左側崖の不安定斜面の新たな崩壊が生じ、地震直後から11ヶ月間の浸食土砂量の6割程度に相当する土砂が生産された。地震時の崩壊斜面の左側崖の不安定斜面で崩壊が発生したのは、下部谷壁斜面に厚い土塊が残っており、融雪時の降雨によって浅い谷型斜面の不安定な土層に大量の水が供給されたことに起因するものとみられる。さらに、作業道に集まりやすい地形により、上部斜面から集中的に水が供給されたことも影響している可能性が高いと考えられる。

まとめ

本研究では、胆振東部地震後の崩壊斜面からの土砂動態の検討を東和地区で検討した。その結果、高丘地区同様に地震直後から11ヶ月間の期間は、下部谷壁斜面を中心に不安定土砂の浸食が活発であったが、その後、積雪前までは同等程度の降雨を記録したにも関わらず、下部谷壁斜面の平均傾斜がやや緩傾斜であったことから表面流が卓越せず、顕著な浸食が見られなかった。その後は融雪期の降雨により、下部谷壁斜面に厚く残った軽石層を含む不安定な土塊が、大量の水を含み流動したことにより浸食が生じた。その土砂量は地震

から約11ヶ月の期間の浸食土砂量のおよそ6割にあたることが確認された。

以上より、本研究結果から、斜面崩壊に関する砂防施設の効果的な設計や長期的な流域土砂管理にあたっては、崩壊後の融雪期の降雨規模に留意しつつ、地震による崩壊土砂の再移動に加えて、崩壊裸地から新たに浸食される土砂量も考慮した土砂動態を把握することが重要であることがわかった。

謝辞

本研究は新潟大学災害・復興科学研究所共同研究費(2019-8)の助成によって行われた。調査地の選定にあたっては、厚真町役場に協力をいただいた。北海道胆振総合振興局林務課には航空レーザー測量データの使用の許可をいただいた。ここに記して、謝意を表する。

引用文献

- 1) 石丸 聡・廣瀬 亘・川上源太郎・興水健一・小安浩理・加瀬善洋・高橋 良・千木良雅弘・田近 淳 (2020) : 2018年北海道胆振東部地震により多発したテフラ層すべり：地形発達史的にみた崩壊発生場の特徴，地形，41，p.147-167.
- 2) 石川芳治・赤澤史顕・植 弘隆・大野宏之，・小山内 信智・海堀正博・久保田 哲也・古賀省三・権田 豊・坂島俊彦・地頭蘭 隆・清水 収・武士俊也・樽角 晃・鳥田英司・中濃耕司・西 真佐人・野呂智之・平川泰之・平松晋也・藤田正治・松尾 新二郎・山田 孝 (2016) : 平成28年熊本地震後の降雨による二次土砂移動と二次土砂災害，砂防学会誌，69 (4)，p.25-36.
- 3) 内田太郎・蒲原潤一・松本直樹・桜井亘 (2016) : 大規模土

砂生産後の影響を評価する河床変動計算を用いた実用的な流域土砂動態解析手法, 土木技術資料, 58(2), p.8-11.

- 4) 興水健一・石丸聡・川上源太郎・高見雅三・卜部厚志 (2019): 北海道胆振東部地震後の融雪期を経た斜面変動の観測, 2019年度砂防学会研究発表会概要集, p.49-50.

要 旨

本研究では、胆振東部地震後の崩壊斜面からの土砂移動を東和地区で検討した。その結果、地震直後から11ヶ月間の期間は、下部谷壁斜面を中心に不安定土砂の浸食が活発であったが、その後、積雪前までは同等程度の降雨を記録したにも関わらず、下部谷壁斜面の平均傾斜が29°程度とやや緩傾斜であったことから表面流が卓越せず、顕著な浸食が見られなかった。その後は融雪期の降雨により、浸食土砂量は地震から11ヶ月の期間の浸食土砂量のおよそ6割にあたる量であったことが確認された。

以上より、地震後の土砂動態について、地震による崩壊土砂の再移動のみならず、崩壊裸地から新たに浸食される土砂量を把握することが重要であることがわかった。加えて地震後の融雪期の降雨規模に留意しつつ、砂防施設の効果的な設計や長期的な流域土砂管理を注視する必要性が確認できた。