

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

地震後の降雨・融雪による崩壊斜面の浸食過程と土砂動態

研究代表者氏名 石丸 聡¹⁾

研究分担者氏名 卜部厚志²⁾, 輿水健一¹⁾, 川上源太郎¹⁾, 高見雅三¹⁾, 廣瀬 亘¹⁾, 高橋 良¹⁾,
小安浩理¹⁾,

¹⁾北海道立総合研究機構 地質研究所 ²⁾新潟大学

研究要旨

北海道胆振東部地震後の1年間における崩壊斜面の土砂動態、および融雪・降雨条件との関係を、地震直後の航空レーザー測量およびそれ以降のUAV-SfM測量、地質調査および気象データにより把握した。厚真町高丘の試験斜面では、i) 地震直後から積雪前までは、上部谷壁斜面と下部谷壁斜面の境界(遷急線)付近に定置した不安定土塊が崩壊し崖錐斜面を形成した。ii) 積雪から融雪期にかけては、下部谷壁斜面において積雪前までに崩壊が生じた箇所では浸食が顕著であり、浸食された土砂の55%程度は崖錐斜面をさらに形成し、残りは下流へ流出した。iii) 融雪後～夏季までは、崖錐斜面においてガリー浸食が進行した。崖錐斜面の土砂移動量は、i)、ii)の期間に形成された崖錐斜面の堆積土砂量と、iii)に崖錐斜面から流出した土砂量を地形データの差分解析から算出したところ、堆積土砂量のおよそ44%が下流へ流出していることを見積もられた。その後、iv) 秋季は、融雪後～夏季と同程度の最大日雨量・総雨量を記録したが、顕著な浸食は見られなかった。以上i)～iv)より、地震後における崩壊斜面の不安定土砂は堆積・流出する場および浸食形態を変えながら斜面脚部より下流へ流出し、その土砂量は時間経過に伴い減少していることが確認された。

A. 研究目的

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震により、8000箇所を超える膨大な数の斜面崩壊が生じた。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(石川ほか, 2016)、当該地域においても二次災害の軽減に向けて被災地域における土砂動態を把握する必要がある。

これまで地震後の土砂動態については、主に地震時に堆積した土砂の再移動が検討されてきた(例えば、内田ほか, 2016)。しかし地震崩壊の浸食域にあたる不安定斜面や崩壊裸地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、砂防施設の効果的な設計や長期的な流域土砂管理においても必要な情報と考えられる。そこで本研究では、胆振東部地震による崩壊多発地域において、地震後の融雪・降雨条件と崩壊斜面の土砂動態との関係を検討する。

B. 研究方法

B-1 調査地概要

調査は、災害復旧事業による対策等の人為的影響を受けていない、厚真町高丘地区の崩壊斜面で実施した。当該地区は厚真町市街地北部に位置し、新第三紀振老層の砂岩・泥岩の基岩を樽前山起源の降下テフラが覆う丘陵地である。試験斜面は、比高が約46m、幅が約70m、崩壊面積が約3619m²であり、上部谷壁斜面(平均傾斜33°)と下部谷壁斜面(平均傾斜44°)を有し明瞭な遷急線が見られる斜面である。土層はテフラを主体とし、厚さは約1.8mである。層序構造は、風化岩盤直上に5cm程度の軽石混じりローム層が確認され、その上位をおよそ層厚50cmのTa-d、10cmのTa-c、3cmのTa-bが有機質土を挟んで順に覆う。地震による崩壊は主に軽石混じりローム層をすべり面とした土層崩壊であった。崩壊面には軽石混じりローム層が擦痕を伴い露出し、その上位には所により頭部崖から副次的に崩壊したと思われるTa-d(移動土塊)が被覆していた。崩壊面の遷急線付近には地震により生じたクラックが確認された。地震時の崩壊土砂のほとんどは植生と共に谷を流下し、その先の沖積低地に流出・堆積した。

なお、当該地区の調査期間(地震直後から翌年

2019年の10/2まで)における最大積雪深は52cm、最大日雨量は61mmであった。

B-2 調査手法

検討斜面における地震直後の航空レーザー測量データと、それ以降に繰り返し取得した UAV-SfM 測量データを用い、地形変化を読み取った。現地調査では、顕著な地形変化が生じた場所の地質・土質をその都度確認した。移動土砂量の算出は、UAV-SfM 測量によるオルソ写真および DSM 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、総雨量を算出し、土砂動態との関係性を検討した。

C. 研究結果

融雪・降雨条件を踏まえて、以下4つの期間に分けて崩壊斜面の土砂動態を記述する。

C-1 期間ごとの土砂動態

i) 地震直後から積雪前(2018/9/11~12/5)

この期間の降雨条件は、最大日雨量：35mm、総雨量：221.5mmであった。積雪前(12/5)までの期間において浸食が特に顕著な箇所を12/5撮影の UAV の近接写真から読み取ったところ、遷急線より3m上方に生じたクラックを上端とした崩壊に

よるものであった。崩壊は軽石混じりローム層と風化岩盤の境界面で生じた。崩壊土砂は斜面脚部に堆積し崖錐斜面を形成した。

ii) 積雪～融雪期(2018/12/5~2019/6/20)

この期間の降雨条件は、最大日雨量：35mm、総雨量：237.5mm、最大積雪深は52cmであった。下部谷壁斜面(平均傾斜44°)で浸食が活発であったが、下部谷壁斜面の中でも浸食程度が異なっていた。浸食が活発な箇所は、積雪前までに崩壊が生じた箇所であり、その堆積物と風化岩盤が露出する箇所であった。一方、浸食が不活発な箇所では地震時の移動土塊もしくは軽石混じりローム層が被覆する箇所であった。浸食された土砂は斜面脚部に堆積し崖錐が成長したが、堆積せずに下流へ流出するものも見られた(図-1(a), (b))。

iii) 融雪後～夏季(2019/6/20~8/15)

この期間の降雨条件は、最大日雨量：56.5mm、総雨量：208mmであった。下部谷壁斜面および崖錐斜面においてガリー浸食がみられ、中でも崖錐斜面で顕著であった。崖錐斜面は軽石・角礫に富む層と細粒～中粒の砂層の葉理互層からなり、厚さは最大60cmである。崖錐斜面に生じたガリーは、深さ40～60cm程度、幅40cm～150cm程度であった。

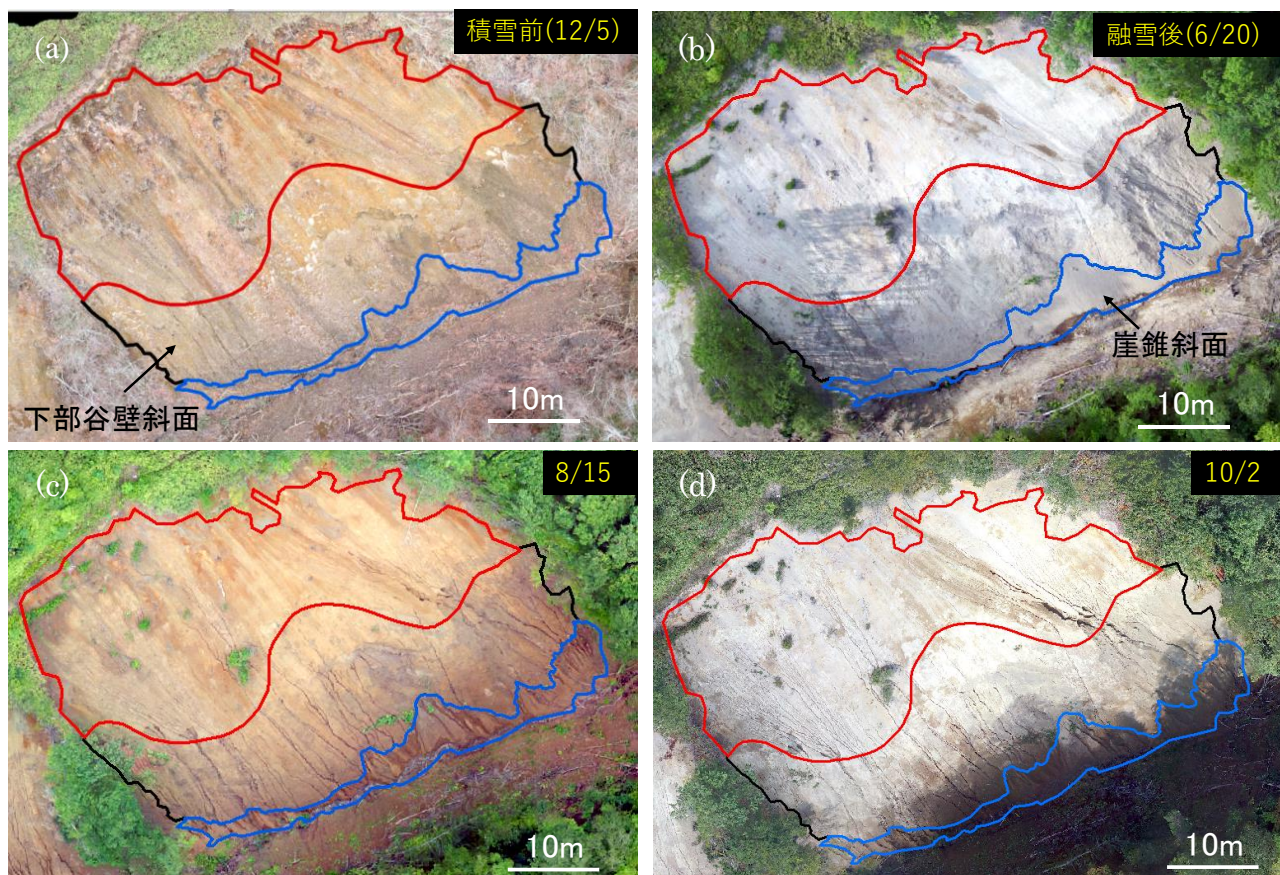


図-1 崩壊斜面および崖錐斜面の地表面変化 (a):積雪前(12/5), (b):融雪後(6/20), (c):8/15, (d):10/2

iv) 秋季 (8/15~10/2)

この期間の降雨条件は、最大日雨量：61mm，総雨量：188.5mm であり、融雪後～夏季までの期間とほぼ同等の最大日雨量と総雨量を記録したが、下部谷壁斜面および崖錐斜面のいずれにおいても顕著な浸食は見られなかった (図-1(c), (d))。この時点で、大半のガリーは底面が風化岩盤に達していることを確認した。

C-2 移動土砂量の推定

地震直後から融雪後 (2018/9/11~2019/6/20) までの期間を通じた差分結果 (図-2(a)) に基づくと、崩壊斜面からの浸食土砂量 (193m³) のうち 55%にあたる 107m³ が崖錐斜面を形成しており、残りは斜面脚部より下流へ流出したとみられる。さらに、融雪後から夏季 (6/20~8/15) までの差分結果 (図-2(b)) に基づくと、融雪後の 6/20 時点の崖錐斜面から流出した土砂量は約 47 m³ 程度であり、崖錐斜面の約 44%の土砂が斜面脚部より下流へ流出したとみられる。秋季 (8/15~10/2) は、差分結果に基づく浸食土砂量の結果からも、ほとんど浸食が起きていないことが確認された。

D. 考察:地震後の土砂動態

地震直後から積雪前 (9/11~12/5) までは、遷急線付近で見られたように、残存する不安定土塊の崩壊が顕著であった。積雪～融雪期 (12/5~翌年

6/20) までは、地震時あるいは積雪前に崩壊が生じた箇所での浸食が活発であった。その要因として、雪のグライドによる表層土砂の浸食や、凍結融解に伴うスレーキングによる細片化・崩落が考えられる (例えば村上ほか, 2008)。融雪後～夏季 (6/20~8/15) までは、降雨に伴い崖錐斜面においてガリー浸食が顕著となった。しかし秋季は顕著な浸食は見られず、ガリーが固定化して土砂の流出量が急激に減少していることが確認された。

Imaizumi et al (2006) は静岡県大谷崩において、融雪後に形成された崖錐堆積物が夏季の降雨により下流域へ流出することを報告しており、本調査地でも同様の結果となった。このことから地震後の土砂動態を考える上で、地震時の崩壊土砂量に加え、積雪期から融雪期に崩壊斜面脚部に形成される崖錐斜面の土砂量を把握することが重要と考える。

E. 結論

北海道胆振東部地震後における融雪・降雨条件による崩壊斜面の土砂動態を把握した。その結果、i) 地震直後から積雪前までは、遷急線付近に設置した不安定土塊が崩壊し崖錐斜面を形成した。ii) 積雪から融雪期にかけては、積雪前に崩壊が生じた箇所での浸食が顕著であり、浸食された土砂は下流へ流出するものもあったが、半分以上は脚部に堆積し崖錐が成長した。iii) 融雪後から夏季までは、崖錐斜面においてガリー浸食が進行し、斜面脚部より下流へ流出した。流出した土砂量は、堆積した土砂量の 44%程度であった。その後、iv) 秋季は、融雪後～夏季と同程度の最大日雨量・総雨量を記録したにも関わらず、顕著な浸食が見られなかった。以上 i) ~ iv) より、地震後における崩壊斜面の不安定土砂は堆積・流出する場および浸食形態を変えながら、斜面脚部より下流へ流出し、その土砂量は時間経過に伴い減少していることが確認された。

文献 Imaizumi et al.(2006) : *Geophysical Research Letters*, **33**, 10404. 石川ほか(2016) : 砂防学会誌, Vol.69, No.4, p.25-36. 村上ほか(2008):河川技術論文集. 内田ほか(2016) : 土木技術資料, Vol.58, No.2, p.8-11.

F. 研究発表

- 1.論文発表 特になし
- 2.学会発表

- (1) 2019 年度砂防学会研究発表会・2019 年 5 月・盛岡市・興水ほか

G. 知的財産権の出願・登録状況 特になし

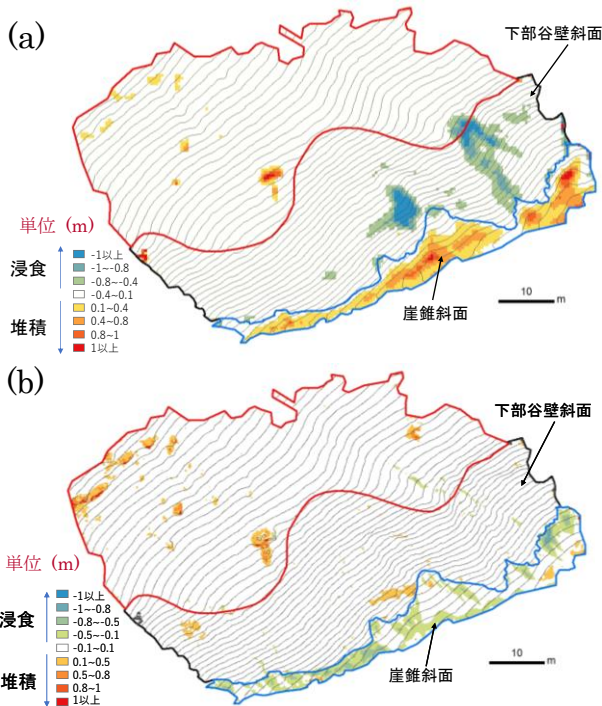


図-2 各時期の地形データの差分図 (a):地震直後から融雪後 (9/11~翌年 6/20), (b):融雪後から夏季 (6/20~8/15)