

地形地質から見た北海道胆振東部地震に伴う斜面崩壊イベント

北海道大学大学院理学研究院 ○古市剛久

石川県立大学生物資源環境学部 柳井清治

日本工営(株) 早川智也

政策研究大学院大学 小山内信智

福岡大学理学部 奥野充

熊本大学くまもと水環境・減災研究教育センター 鳥井真之

前 弘前大学農学生命科学部(現 日本工営(株)) 檜垣大助

土木研究所 林真一郎

土木研究所寒地土木研究所 水垣滋

1. はじめに

2018年9月6日午前3時7分、北海道胆振地方中東部の地下約35 kmを震源とするM6.7の内陸直下地震が発生した。震度7を記録した厚真町、震度6強を記録した安平町とむかわ町の三町に広がる東西約20 km、南北約20 kmの範囲で多数の表層崩壊といくつかの地すべり(岩盤すべり)が起こり、人的被害を含む多大な被害をもたらした。本報告では筆者らがこれまで報告した内容^{1), 2)}にその後得られた知見を盛り込んで、2018年北海道胆振東部地震に伴って発生した斜面崩壊イベントの特徴を特に地形地質の面から概観する。

2. 地形・地質・地震・先行降雨

多数の表層崩壊といくつかの地すべり(岩盤すべり)が発生したのは、主として厚真川本流沿いの桜丘、東和、吉野、富里、幌内、上幌内の各地区、安平川支流の支安平川上流の瑞穂地区である。これらの地区は夕張山地西縁南部の標高200~400 mの定高性を持った丘陵であり、尾根と河谷が直線的伸び、斜面を削る沢も互いに平行な配列を持つ。

基盤は主として新第三系の川端層及び振老層(砂岩泥岩互層・砂岩・礫岩)、軽舞層(主として珪藻質シルト岩、砂岩・礫岩を挟む)であり、西縁部(桜丘など)では同じく新第三系の萌別層(珪藻質シルト岩)あるいは第四系中部更新統の堆積物(砂礫層)が基盤となっている。また、これらの基盤は千島弧と東北日本弧の衝突に伴う日高山脈から夕張山地にかけての圧力軸³⁾に直行する方向、すなわち北北西-南南東走行の背斜・向斜構造を持つ。この地域の平坦地にはクッタラ火山、支笏火山(カルデラ)、恵庭火山、樽前火山などから噴出した数多くの降下火砕物が堆積しているが⁴⁾、斜面の土層では降下した時点での堆積量(層厚)や斜面の発達史に応じてその層序には地区毎に特徴が見られる。厚真川本流沿いの地区の斜面では、樽前d降下火砕堆積物(Ta-d: 8.7~9.2 ka)が基盤を直接覆う場合が殆どであり、まれに角礫層(恐らく周氷河性)がTa-d直下に認められる場合があるものの、恵庭a降下軽石堆積物(En-a: 19~21 ka)より下位の降下火砕物層は認められない場合が多い。一方、瑞穂地区の

斜面では、En-a、支笏降下火砕堆積物1(Spfa-1: 40 ka)、支笏降下火砕堆積物2(Spfa-2)/Kt-1(40 ka)などが基盤を覆い、その上位にTa-dが堆積している。Ta-dより上位の樽前b降下軽石堆積物(Ta-b: 1667 A.D.)と樽前c降下火砕堆積物(Ta-c: 2.5 ka)の間、及びTa-cとTa-dの間には埋没腐植層が挟まるため、表土層は全体として火山砕屑物と埋没腐植の互層からなり、層厚は斜面中部で2.5~4.0 m程度である。

余震分布の詳細な解析の結果、地震断層は3面あり、震央の北と南に互いに雁行する10 km x 10 km程度の2つの逆断層、両者の間のオフセット部には5 km x 5 km程度の左横ずれ断層が存在し、最初はM5レベルで左横ずれが起き、続いてM6レベルの逆断層が動いた⁵⁾。強震観測データが得られた追分では最大加速度が1000 galを超え、周期は1秒以下であった^{6), 7)}。

地震発生前の降雨量をアメダス厚真で見ると、8月14日~16日に98 mmの雨があったが、地震発生前の1週間では8月30日に6 mm、8月31日に10.5 mm、9月4日と5日にはそれぞれ1 mmと12.0 mmであり(1週間合計29.5 mm)、先行降雨は限定的だった。

3. 表層崩壊の特徴

今回の表層崩壊の特徴は次の通りである。

(1) 空間的に高頻度であり崩壊面積率が非常に高い⁸⁾。国土交通省によれば⁹⁾、今回の地震での崩壊面積は明治以降の主要な地震災害の中で最も大きい。

(2) 斜面崩壊で滑った土層には基盤風化層が殆ど含まれず、降下火山砕屑物と埋没腐植層の互層部分のみが滑った(すなわち、岩盤すべりが少ない)。降下火山灰堆積地域での地震に伴う斜面崩壊は、過去にも1968年十勝沖地震に伴う八戸西部での斜面崩壊などの事例があり、比較検討が可能である^{8), 10)}。

(3) 表層崩壊の分布はTa-dの層厚分布と調和的であり、Ta-dの層厚が表層崩壊の発生に関係していたことを強く示唆している^{11), 12)}。

(4) 傾斜が10~12°程度の緩傾斜でも斜面崩壊が起こった。この緩傾斜での表層崩壊は2016年熊本地震において阿蘇カルデラ内の後カルデラ火山周辺の斜面(傾斜15°以下)でも見られた^{13), 14)}。このことは、特に火

山性碎屑物が厚く堆積する斜面においては、地形形状のみに主眼を置く既往の斜面崩壊地予測法に対して重要な示唆を与えられられる。

(5) 滑り面は少なくとも「火山灰風化層型」、「基盤風化層型」、「埋没腐植層型」の3パターンあり、崩壊プロセスを詳細に検討する際にはこの点に特に留意する必要がある。

(6) この地域でも斜面は遷急線を挟んで下部谷壁斜面と上部谷壁斜面に分けられるが¹⁵⁾、今回は特に上部谷壁斜面が多く滑った表層崩壊イベントであり、主に下部谷壁斜面付近が滑る降雨が誘引の表層崩壊イベントの様相とは明らかに異なる。

(7) 斜面崩壊の規模(水平距離、垂直高)に比して、土砂の堆積域が長大だった²⁾。これが被害を大きくした重要な要因である。

(8) 大局的には滑った土層は成層構造を大きく崩すことなく土塊として滑り落ちたと見られることから、Varnes¹⁶⁾と古谷¹⁷⁾の分類での「earth block slide(土砂ブロックスライド)」に類似する斜面崩壊形態であった。

(9) 大量の土砂が河谷を縦断方向に連続的に埋め、河谷を「埋塞」した^{2), 18)}。この埋塞土砂は今後の経年的な土砂流出に有意な影響を及ぼすと考えられる。

4. 地すべり(岩盤すべり)の特徴

厚真川支流の日高幌内川などでは第三系堆積岩(軽舞層)の内部に滑り面を持つ地すべり(岩盤すべり)が複数箇所発生した^{12), 18), 19)}。その中で最大規模であり、地すべりブロックが日高幌内川の河谷を閉塞したサイトで確認された特徴は次の通りである。

(1) 地すべり部基盤は泥質シルト岩とシルト質砂岩の互層であり、泥質シルト岩層とシルト質砂岩層の間にラミナの発達した砂岩層が挟まっている場合もある。泥質シルト岩の多くはスレーキングを起こし、薄く(時に細かく)割れている、あるいは弱い衝撃で割れるものが多い。シルト質砂岩は顕著に硬質である。

(2) 移動山体の後部に露出している軽舞層はシルト岩層と砂岩層の互層がほぼ水平に堆積しており、滑り方向への傾斜は目視では認められない。

(3) 山体一部の崩落による閉塞とは異なり、今回の河谷閉塞は山体の上部がほぼそのまま谷方向へ移動して谷を閉塞したものである。閉塞部の露頭を見ても、崩落して攪乱された土砂が堆積している状況は認められず、基盤の構造が良く残されている。

5. 今後の視点

地震動の解明の進捗に伴い表層崩壊と地すべり(岩盤すべり)の発生に対する地震動の役割がさらに検討されることが期待される。また、高頻度の表層崩壊については空間分布の特徴から示唆されるメカニズムの解明が未だ検討途上である。更に、河谷を埋める大量の崩壊土砂の流出プロセスは未解明な課題であり、継続的な調査を実施していくことが期待される。

謝辞. 本研究は砂防学会「平成30年北海道胆振東部地震土砂災害緊急調査団」、科研費(基盤A)「連鎖複合型災害現象のメカニズムと人口急減社会での適応策」、科研費(特別研究促進費)「平成30年北海道胆振東部地震とその災害に関する総合調査」からの支援を受けた。

引用文献

- 1) 古市剛久・柳井清治・早川智也・小山内信智・佐藤創・阿部友幸・中田康隆・林真一郎(2018): 2018年北海道胆振東部地震に伴う厚真川流域周辺での斜面崩壊(予察). 2018年東北地理学会秋季大会.
- 2) 小山内信智・ほか24名(2019): 平成30年北海道胆振東部地震による土砂災害. 砂防学会誌 71(5), 54-65.
- 3) 橋本武志(2019): 胆振東部地震発生域の地下構造. 平成30年北海道胆振東部地震とその災害に関する総合調査」研究班調査研究報告会.
- 4) 山縣耕太郎(1994): 支笏およびクッタラ火山のテフロクロノロジー. 地学雑誌 103(3), 268-285.
- 5) 勝俣啓(2019): 胆振東部地震震源域周辺の地震活動. 平成30年北海道胆振東部地震とその災害に関する総合調査」研究班調査研究報告会.
- 6) 高井伸雄(2019): 胆振東部地震の強震動特性. 平成30年北海道胆振東部地震とその災害に関する総合調査」研究班調査研究報告会.
- 7) 佐藤京・西弘明・秋本光雄(2019): 地震概要及び地震動. 寒地土木研究所月報, 平成30年(2018年)北海道胆振東部地震被害調査報告特集号, 5-12.
- 8) 千木良雅弘(2019): 膨大な数の斜面崩壊が密集して発生した理由. 平成30年北海道胆振東部地震とその災害に関する総合調査」研究班調査研究報告会.
- 9) 国土交通省(2018): 北海道胆振東部地震の崩壊面積と過去の地震災害の比較. 国土交通省 HP: http://www.mlit.go.jp/river/sabo/h30_iburitobu/181005_se_diment_volume.pdf.
- 10) 檜垣大介・林一成・濱崎英作・公社) 日本地すべり学会 河川砂防技術研究開発実施チーム・蒲原潤一(2015): 日本地すべり学会による国土交通省河川砂防技術研究開発課題の実施—地震による斜面変動発生危険地域評価手法の開発. 一. 日本地すべり学会誌 52(2), 85-92.
- 11) 柳井清治・古市剛久・小山内信智(2018): 平成30年胆振東部地震によって発生した山地崩壊とテフラ層の関係について. 第130回日本森林学会大会.
- 12) 石丸聡(2019): 斜面崩壊の発生場と分布特性. 平成30年北海道胆振東部地震とその災害に関する総合調査」研究班調査研究報告会.
- 13) 鳥居真之・北園芳人・古市剛久・奥野充(2018): 北海道胆振東部地震に伴う厚真町の斜面崩壊について. 国際火山噴火史情報研究集会講演要旨集2018-2, 67-69.
- 14) 奥野充・北園芳人・古市剛久・鳥居真之(2019): 地形から見た北海道胆振東部地震での斜面崩壊プロセス: 厚真町桜丘地区の例. 自然災害研究協議会西部地区部会報 43, 33-36.
- 15) 柳井清治(1989): テフロクロノロジーによる北海道中央部山地斜面の年代解析. 地形10(1), 1-12.
- 16) Varnes DJ (1978): Slope movement types and processes. Special report 176, 11-33.
- 17) 古谷尊彦(1980): 地すべりと地形. 武居有恒監修「地すべり・崩壊・土石流」, 鹿島出版会, 192-230.
- 18) 小山内信智(2019): 斜面崩壊による災害. 平成30年北海道胆振東部地震とその災害に関する総合調査」研究班調査研究報告会.
- 19) 伊藤佳彦・山崎秀策・倉橋稔幸・藤浪武史・西原照雅(2019): 斜面災害. 寒地土木研究所月報, 平成30年(2018年)北海道胆振東部地震被害調査報告特集号, 15-21.