

第 51 回（公社）砂防学会シンポジウム 現地見学会 資料

テーマ「地震による土砂災害被害の特徴と対策の課題」

—2018 年北海道胆振東部地震を例として—

第 51 回（公社）砂防学会シンポジウム実行委員会

1. 日程・開催地

現地見学会：2019 年 10 月 2 日（水）

北海道厚真町（東和川、東和地区、富里地区、日高幌内川河道閉塞箇所ほか）

2. 見学コース

- 10:00 札幌駅北口バスターミナル（集合）
- 10:15 札幌駅北口バスターミナル（出発）
- 12:00 新千歳空港（到着）
- 13:00 新千歳空港（出発）
- 14:00 STOP1 東和川事業施工箇所
- 14:40 STOP2 北海道治山課施工箇所
- 15:20 STOP3 富里地区事業施工箇所
- 16:00 STOP4 日高幌内川河道閉塞施工箇所
- 17:15 STOP5 吉野地区（通過）（車内で解説のみ）
- 18:00 新千歳空港（到着・出発）
- 19:00 札幌着

（日没 17:15 ごろ）

3. 現地見学会目的

第 51 回（公社）砂防学会シンポジウムでは地震により発生する土砂災害の特徴を整理することを目的としており、本現地見学会では 2018 年北海道胆振東部地震に伴い発生したおびただしい数の山腹崩壊について、現地にて崩壊位置や移動土砂の到達範囲といった崩壊の実態を見学するとともに、進行中の土砂災害に対する対策工事の状況を確認する。本資料では、現地見学会の概要、平成 30 年北海道胆振東部地震、被害状況、地形・地質の概要を示すとともに、見学地点の概要を示す。

4. 地震の概要

今回の地震は平成 30 年 9 月 6 日午前 3 時 7 分に北海道胆振地方中東部（42° 41.4′ N, 142° 00.4′ E）の深さ 37km を震源として発生した。マグニチュードは 6.7 であった。北海道厚真町で震度 7、安平町とむかわ町で震度 6 強を観測したほか、北海道から中部地方の一部にかけて震度 6 弱～1 を観測した。推計震度分布（気象庁、2018）を図-1（a）に示す。

政府の地震調査研究推進本部によると、今回の地震は陸のプレート内で発生し、発震機構は東北東-西

南西方向に圧力軸を持つ逆断層型である。安平町追分柏が丘観測点で 1796gal、厚真町鹿沼観測点で 967gal（いずれも三成分合成）など、大きな加速度を観測した。その後の地震活動は、この地震の震源を含む南北約 30km の領域を中心に活発な状態が継続し、震度 1 以上の地震が 2019 年 9 月 6 日 9 時までには 355 回観測された。気象庁は、この地震及びその後の一連の地震活動について、名称を「平成 30 年北海道胆振東部地震」と定めた（気象庁、2018）。

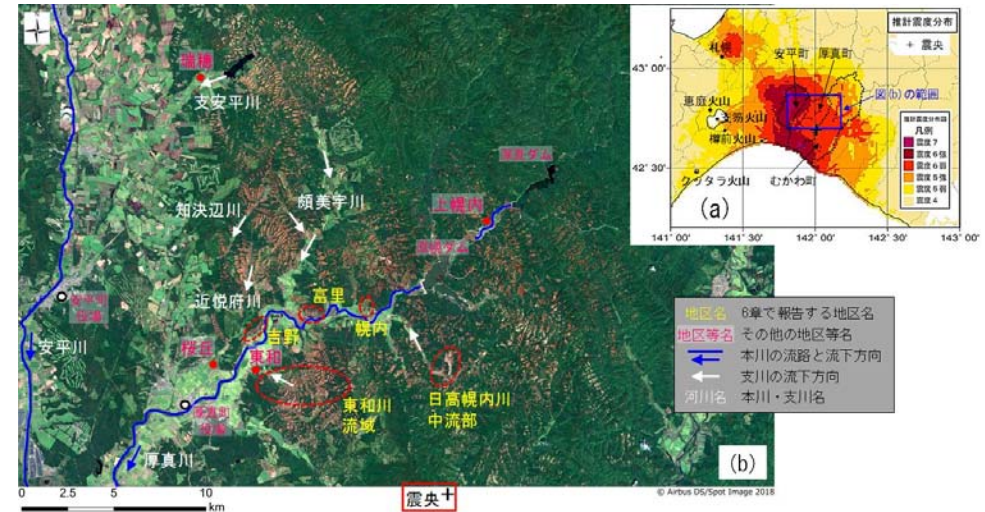


図-1 (a) 推計震度分布（気象庁（2018）に加筆），(b) 平成 30 年 9 月 11 日に撮影された SPOT 衛星画像（(株)パスコ提供画像に加筆）

5. 被害状況

今回の地震により、震源に近い厚真町を中心に斜面崩壊が多数発生したほか、多くの住宅が倒壊した。札幌市などでは液状化と見られる現象が発生し、道路の損壊や住宅の傾斜などが生じた。また、苫東厚真発電所をはじめとする道内全ての発電所が停止し、道内全域の約 295 万戸が一時停電する事態（ブラックアウト）となった。地震動や停電の影響により、交通機関の運休や高速道路の通行止めが相次ぎ、物流や観光にも大きな混乱をもたらすなど、北海道を中心に日本全国に影響が及ぶ広域災害となった。この地震による人的被害は、死者 41 名、重傷 18 名、軽傷 731 名、住家被害は全壊 415 棟、半壊 1,346 棟、一部損壊 8,607 棟である（11 月 6 日 10 時 00 分現在、総務省消防庁による）。

この地震による土砂災害は 223 件（土石流等 94 件、がけ崩れ 129 件）発生した。土砂災害による死者は 36 名で、いずれも震源に近い厚真町での死者である（10 月 29 日 16 時 00 分現在、国土交通省による）。

6. 地形・地質の概要

地震5日後の9月11日9時42分に撮影されたSPOT衛星画像(1.5m解像度, (株)パスコ提供)を図-1(b)に示す。今回の地震により発生した崩壊地が茶色く分布している様子が見てとれる。多数の斜面崩壊が発生した厚真川本川沿いの桜丘, 東和, 吉野, 富里, 幌内, 上幌内の各地区, 及び安平川支川の支安平川上流の瑞穂地区は, 夕張山地西縁南部の標高200-400mの定高性を持った丘陵であり, 尾根と河谷が直線的に伸び, 斜面を削る沢が互いに平行な配列を持つ。この地域の基盤は主として新第三系堆積岩である川端層及び振老層(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, 桜丘などこの地域の西縁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ところもある(尾崎・小松原, 2014; 図-3)。また, この地域には日高山脈から夕張山地にかけての圧力軸に直交する北北西-南南東走向の背斜・向斜構造が発達している(尾崎・小松原, 2014; 図-3)。更に, この地域の平坦地にはクッタラ火山, 支笏火山(カルデラ), 恵庭火山及び樽前火山(位置は図-1(a)参照)などから噴出した数多くの降下火砕物(火山灰, 軽石, スコリア)が基盤を覆って堆積している(山縣 1994)。しかし, 傾斜地(斜面)では降下火砕物の全てが一樣に見られるわけではなく, 各降下火砕物が降下した時点での堆積量(層厚)や斜面の発達史に応じて降下火砕物層が地区によって異なる。厚真川本川沿いの斜面では, 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殆ど認められない。一方, 今回の斜面崩壊分布域北部の支安平川上流の瑞穂地区の斜面では, Ta-dより下位の支笏降下火砕堆積物2(Spfa-2: 40 ka)(もしくはKt-1), 支笏降下火砕堆積物1(Spfa-1: 40 ka), En-a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, Ta-cとTa-dの間にはそれぞれ埋没腐植層が挟まるため, 表土層は全体として降下火砕物と埋没腐植(クロボク)の互層からなり, 層厚は斜面中部で2.5~3.5m程度である(図-2; 町田・新井, 2003; 古川・中川, 2010)。

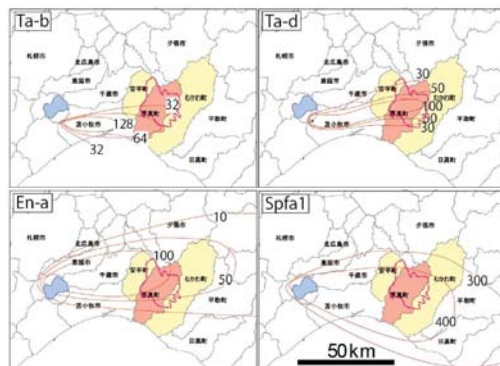


図-2 主要テフラの当層厚線図(土木学会2018年北海道胆振東部地震被害調査報告書編集)

平成30年北海道胆振東部地震 厚真町・安平町付近 (平成30年9月11日9:42撮影 SPOT衛星画像 1.5m解像度)

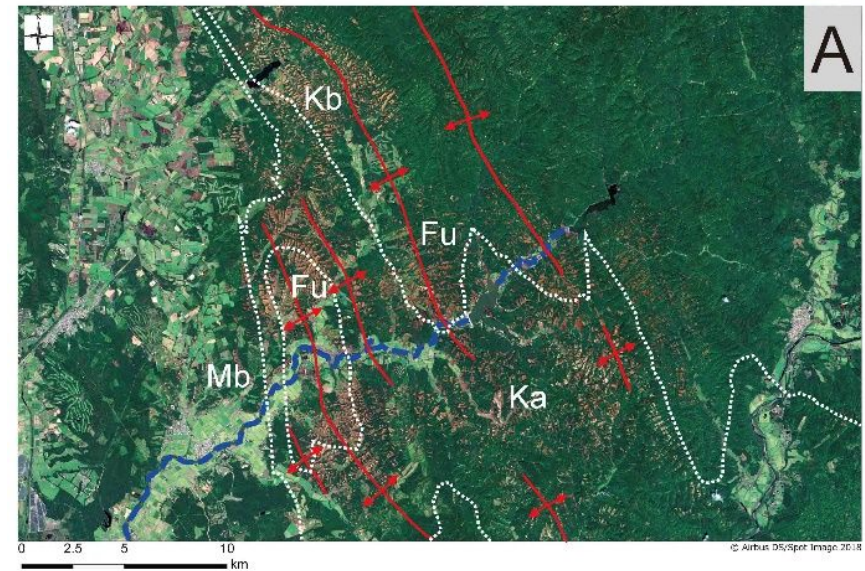


図-3 調査地周辺の崩壊地分布と地質 A: 崩壊地分布画像((株)パスコ提供)に地質構造を加筆 Kb: 川端層, Fu: 振老層, Ka: 軽舞層, Mb: 萌別層, 赤線: 背斜構造, 白破線: 地質境界 B: 地質図(尾崎・小松原(2014)に加筆)

7. STOP1 東和川事業施工箇所

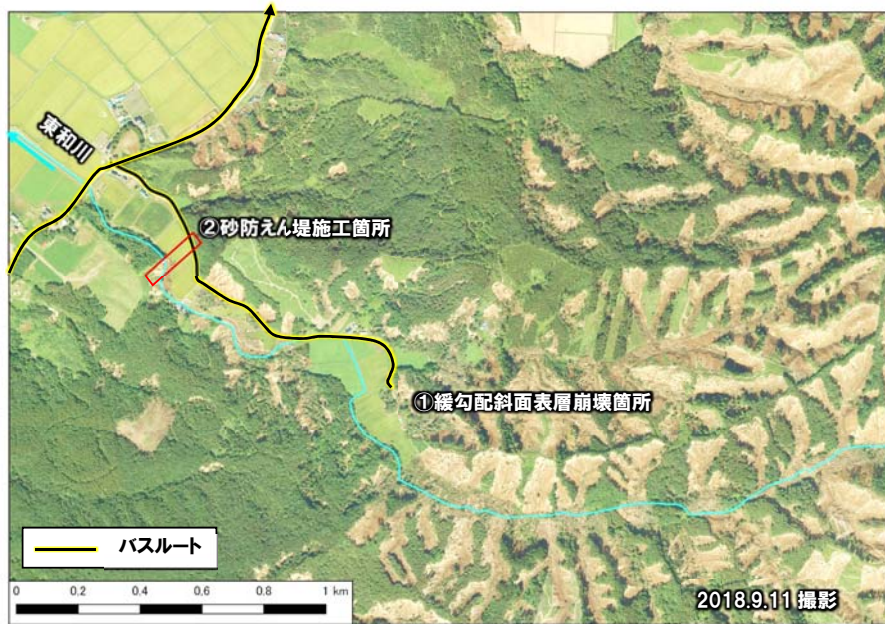
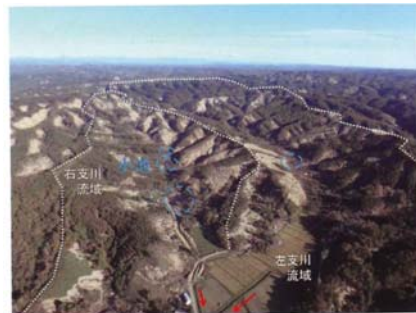


図-5 STOP1 東和川事業施工箇所

東和川事業施工箇所では、①緩勾配斜面表層崩壊箇所及び②砂防堰堤施工箇所を見学する。

厚真川支川の東和川流域（図-1(b)）は、崩壊が特に集中して発生した代表的な流域である。東和川は、流域面積 5.1km²、流域下流端付近での水路幅 3m 程度、深さ 1m 程度の小規模な河川である。河道の形状から平水時において流量はそれほど多くない河川と考えられる。流域は厚真川との合流点から上流約 1km で右支川（北側の流域；流域面積 0.9km²）と左支川（南側の流域；流域面積 3.0km²）に二股に分かれる。両支川の上流域の丘陵・山地部において、同程度、崩壊が集中的に発生している（図-1(b)及び口絵写真-9（砂防学会誌 Vol. 71, No. 4）。崩壊は丘陵・山地部の尾根部を除



口絵写真-9 厚真町東和川流域における斜面崩壊・土砂流出と形成された小池の状況 上：平成30年9月14日撮影(左支川)、下：平成30年10月19日撮影

く、大半の斜面・谷地形において発生しており、植生及び樹木（主に植林されたカラマツ、広葉樹）の有無と崩壊の発生に関係があるとは考えにくい。

図-4に見学対象斜面を示した。崩壊地は平面図上の奥行きが約40m～50m、比高差約10m～15mで、斜面勾配13°前後である。土砂の流走距離は50～70mと比高差×2を超え、一般に遠方まで到達していると言える。



図-4 緩勾配斜面表層崩壊箇所



図-6 STOP1 ②緩勾配斜面表層崩壊箇所

崩壊斜面は基盤岩である風化した泥岩が全面的に現れており、その上位に堆積していた層厚1～3m程度の火山灰層がすべり移動した表層崩壊であることがわかる。崩壊斜面に残存する移動

しきれなかった土砂をみると基盤岩との境界部の火山灰層（Ta-d）は粘土化し保水性が比較的高い。移動した土層は、斜面に堆積していた火山灰層順を保った状態で、ほとんど乱されることなく谷底平野（牧草地）で停止している。移動した土層には崩壊前の斜面にあった立木が現存しており、土層がほぐれていないことを示している。

図-7に地震直後（2018.9.11-12）に撮影したオルソ及びLP-DEMを用いた見学箇所の鳥瞰図を示した。地形を見やすくするため高さ方向は1.5倍に強調している。移動した土層と斜面との間に見える道路は地震直後に啓開したものである。斜面崩壊は尾根に近い付近から斜面下端まで発生し、移動した土塊は斜面部にはほとんど残存せず平野部に堆積していることがわかる。



図-7 STOP1 ②緩勾配斜面表層崩壊箇所 鳥瞰図（オルソ及びDEMは北海道開発局提供、撮影日2018.9.11-12）

これらの現地状況を鑑みると、基盤岩と火山灰層との境界部にすべり面が生じ、すべり面付近の粘土化した土層が地震時に著しく強度低下を起こし、ほとんど摩擦抵抗を失った状態で土層が移動したと考えられる。2001年エルサルバドル沖地震において発生した地すべりのすべり面が風化火山灰層であり、そのすべり面の土層を繰り返し載荷によるリングせん断試験を行っている。それによれば地震動によってせん断抵抗が緩やかに低下したことが知られている（日本地すべり学会）。

東和川下流部において、北海道開発局により砂防堰堤の整備が進められている。その概要については巻末図面集に示した。

8. STOP2 北海道治山課施工箇所

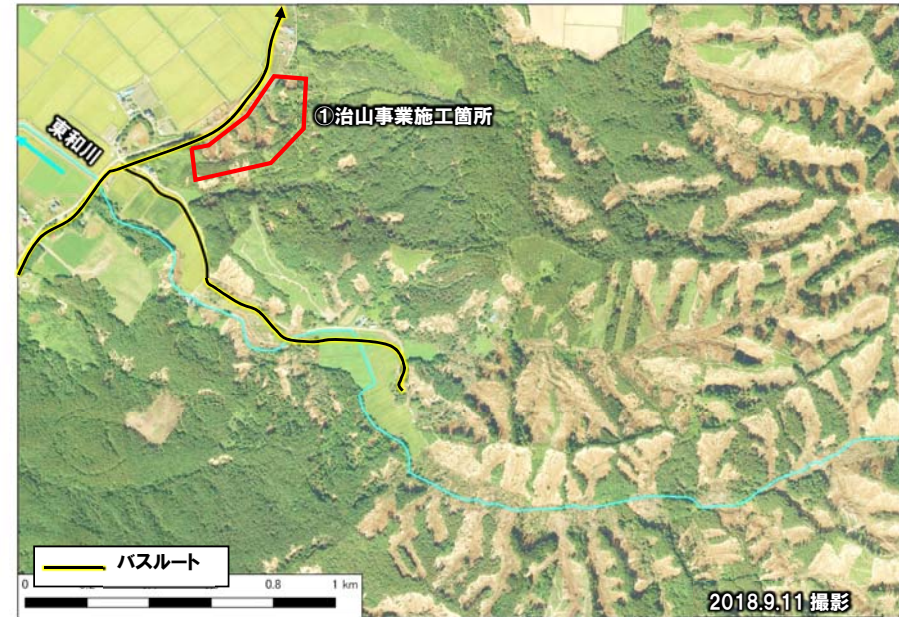


図-8 STOP2 北海道治山課施工箇所



図-9 連続的に発生している斜面崩壊群

STOP2は東和集落付近の町道沿いに位置する斜面で、連続的に表層崩壊が発生し、農地や町道の被害をもたらした。町道部分は地震直後に道路啓開を行い緊急車両の通行を確保したが、地震後の降雨で土砂の再移動が発生し、何回か道路啓開を行っている。図-9をみると、崩壊斜面は総じて谷状地形において発生していることがわかる。



図-10 STOP2 北海道治山課施工箇所 鳥瞰図（オルソ及びDEMは北海道開発局提供、撮影日2018.9.11-12）

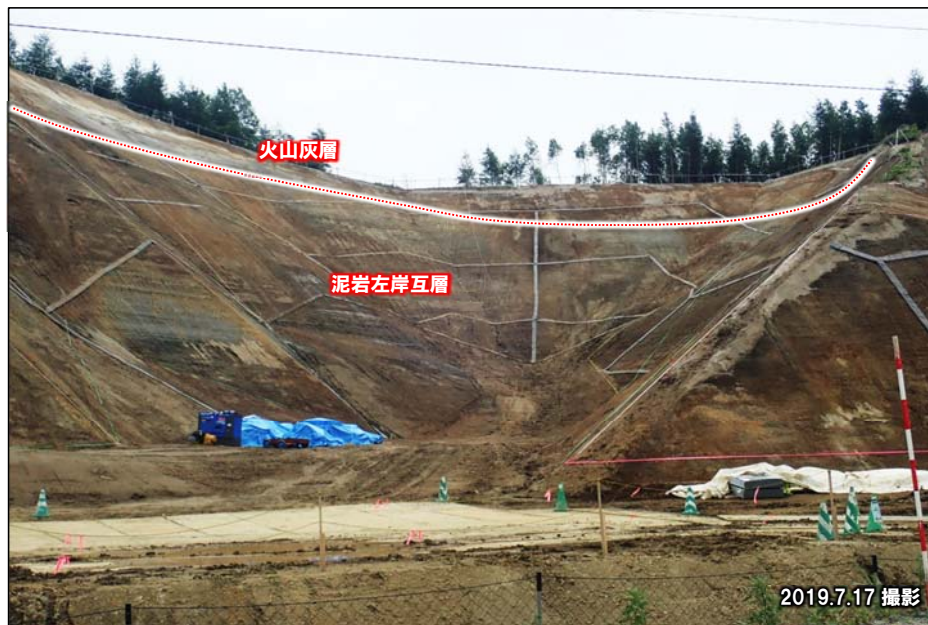


図-11 STOP2 北海道治山課施工箇所 7月時点の状況

図-10に地震直後（2018.9.11-12）に撮影したオルソ及びLP-DEMを用いた見学箇所の鳥瞰図を示した。地形を見やすくするため高さ方向は1.5倍に強調している。0次谷地形の全体が崩壊し、その範囲は源頭に及んでいる。谷地形の頭部の尾根は山頂緩斜面を呈しており、比較的火山灰層の保存がよく、対策工事による法面上部においては火山灰層が厚いところで約5m程度以上の層厚で堆積している（図-11）。

北海道による治山事業により、斜面の対策工事が進められている。その概要については巻末図面集に示した。

9. STOP3 富里地区事業施工箇所

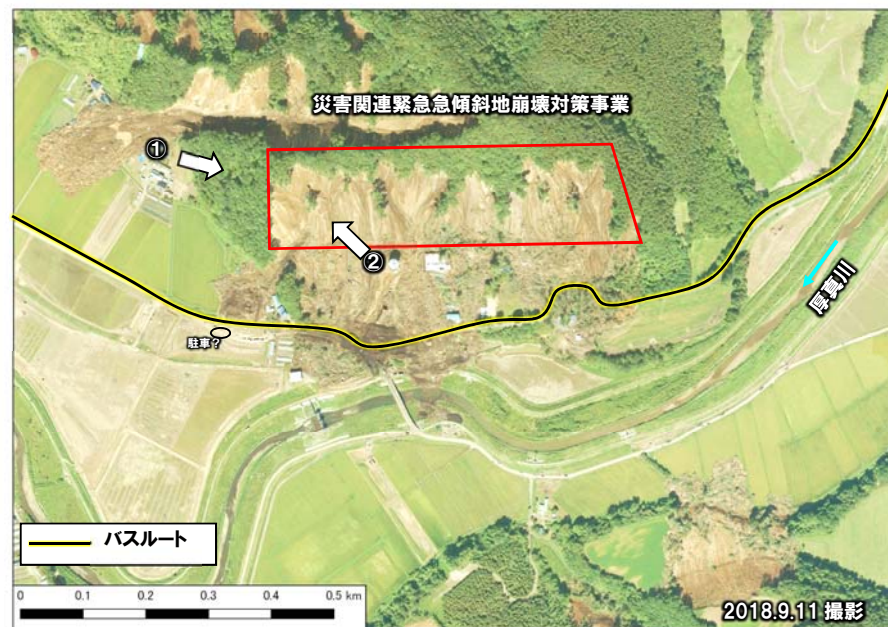


図-12 STOP3 富里地区事業施工箇所

富里地区では、富里浄水場の背後斜面で崩壊が発生した。崩壊は、道道235号沿いに幅約700mにわたり発生し、道路や浄水施設に被害を生じさせた。また、一部の崩壊土砂は厚真川の河道内まで達した。

崩壊は、標高110m付近の遷急線付近を頭部として、「谷型」の崩壊が発生していた。崩壊地の下方斜面は、平坦面がほとんどなく、傾斜5~10°程度の緩斜面が厚真川の堤防付近まで続く（図-13）。

浄水場の貯水タンクの斜面上方側の面には、崩壊土砂の接触痕が高さ10m程度の位置にまでついていることから、一度に大量の土砂が流下したものと考えられる。



図-14 富里地区斜面崩壊全景 (①)

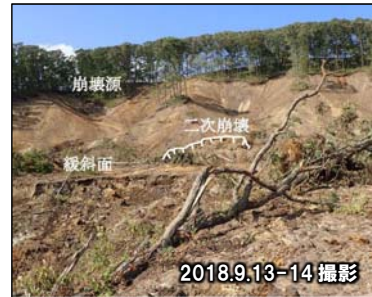


図-13 斜面状況 (砂防学会誌 Vol171-5)

図-15に地震直後(2018.9.11-12)に撮影したオルソ及びLP-DEMを用いた見学箇所の鳥瞰図を示した。地形を見やすくするため高さ方向は1.5倍に強調している。斜面の中でも谷地形を呈している箇所が選択的に崩壊しており、崩壊地上部に落ち残りが散見されるが、それ以外の大半の崩壊土砂は浄水場付近から厚真川にかけて堆積していることがわかる。

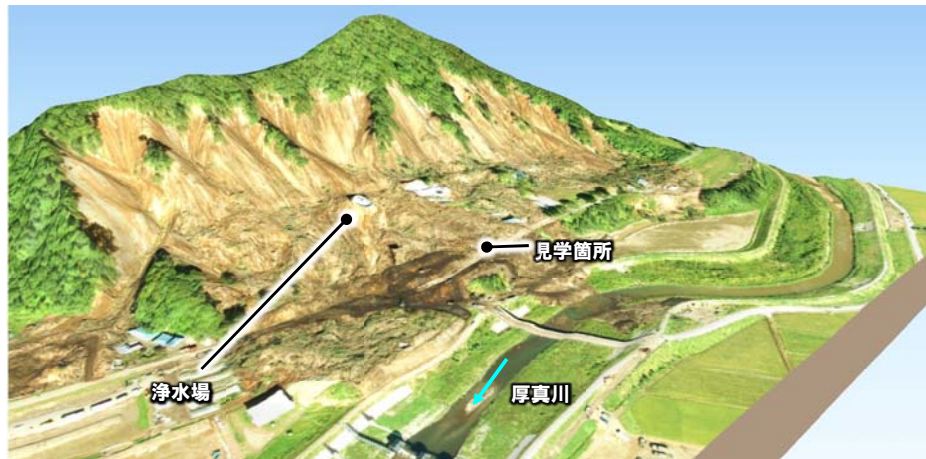


図-15 STOP3 富里地区事業施工箇所 鳥瞰図 (オルソ及びDEMは北海道開発局提供, 撮影日2018.9.11-12)

北海道による砂防事業及び治山事業により、斜面の対策工事が進められている。その概要については巻末図面集に示した。

10. STOP4 日高幌内川河道閉塞施工箇所

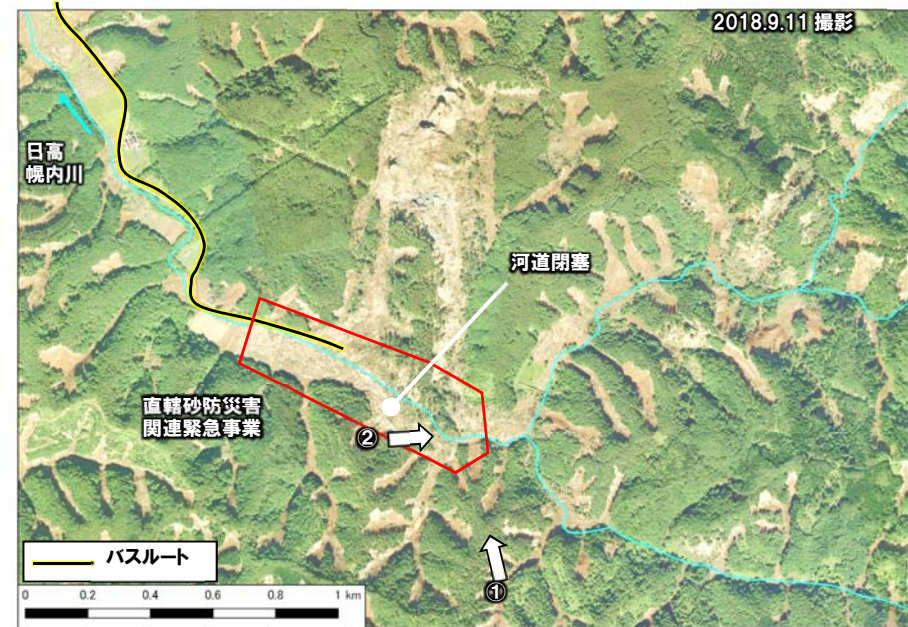


図-16 STOP4 日高幌内川河道閉塞施工箇所

今回の地震で発生した土砂移動現象の殆どは表層崩壊によるものと言ってよいが、厚真川左支川日高幌内川中流部で発生した大規模地すべりは特筆すべきものであった。図-17中央の長さ約850m、幅約400mであった尾根地形部分が350m程度滑動して対岸斜面に衝突して停止し、河道を閉塞している。泥岩・シルト岩を主体とする移動体は地質構造を保つ程度に乱れが小さく、滑落頭部付近には屏風状に岩塊が複数分離して取り残されている(図-



図-17 発災直後の状況

18)。移動体の比高差は 70～80m 程度で、河道閉塞部は河床との比高差約 50m 程度である。移動体の大部分は基岩が保存されているのに対して、河道閉塞部は衝突の衝撃によるものと考えられるが、20～50cm 程度の破碎された岩塊が堆積し、その上部は対岸斜面から崩落してきた表層土で覆われていた。



図-18 滑落崖から移動土塊を望む

図-17 に示した発災直後の状況ではほとんど湛水がないことがわかる。その後、複数回の降雨や積雪の融雪水などにより湛水池が形成され、2019.4.9 時点では図-20 に示すとおりとなっている。一方、その間に北海道開発局による対策工事が進められ、応急復旧対策が完成し、図-19 に示すとおり、移動土塊を切り下げ排水路工の整備に至っている。対策工事の概要については巻末図面集に示した。



図-20 日高橋内川河道閉塞箇所全景



図-19 排水路整備状況

11. STOP5 吉野地区（通過）（車内で解説のみ）

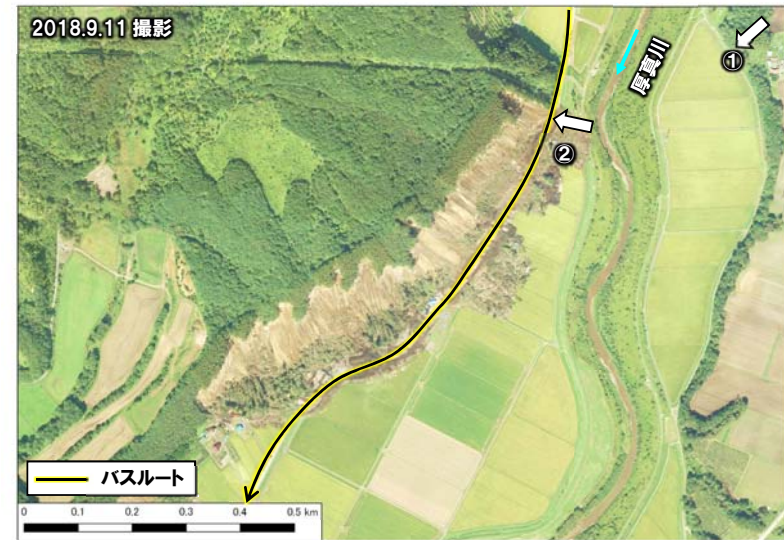


図-21 STOP5 吉野地区

今回の地震によって最も多くの人的被害が発生したのは、厚真町吉野地区の土砂災害である。住宅地の背後斜面で幅約 1.5km にわたり連続して崩壊が発生した（図-12）。崩壊により、斜面直下の家屋や住宅地を並走する道道 235 号に甚大な被害を与えた。崩壊斜面は、標高差 50～60m、崩壊前の斜面勾配は 30 度程度で浅い谷地形と平滑な斜面が連続していた。

北海道による砂防事業及び治山事業により、斜面の対策工事が進められている。その概要については巻末図面集に示した。



図-22 吉野地区崩壊箇所全景 (①)

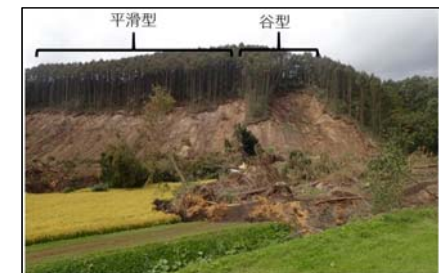


図-23 吉野地区崩壊形状 (②)