

# 平成 30 年北海道胆振東部地震において発生した 斜面崩壊の特徴

## CHARACTERISTICS OF LANDSLIDES TRIGGERED BY HOKKAIDO EASTERN IBURI EARTHQUAKE IN 2018

村上泰啓<sup>1</sup>・水垣滋<sup>2</sup>・西原照雅<sup>3</sup>・伊波友生<sup>4</sup>・藤浪武史<sup>5</sup>

Yasuhiro MURAKAMI, Shigeru MIZUGAKI, Terumasa NISHIHARA, Yu INAMI and Takeshi FUJINAMI

<sup>1</sup> 正会員 博（工） 国研）土木研究所 寒地土木研究所 寒地水圏研究グループ 水環境保全チーム  
（〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目）

<sup>2</sup> 正会員 博（農） 国研）土木研究所 寒地土木研究所 寒地水圏研究グループ 水環境保全チーム  
（〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目）

<sup>3</sup> 正会員 国研）土木研究所 寒地土木研究所 寒地水圏研究グループ 水環境保全チーム  
（〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目）

<sup>4</sup> 正会員 国研）土木研究所 寒地土木研究所 寒地水圏研究グループ 寒地河川チーム  
（〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目）

<sup>5</sup> 正会員 国研）土木研究所 寒地土木研究所 研究連携推進監  
（〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目）

Large earthquake struck in the eastern Iburi prefecture, Hokkaido, Japan on 6<sup>th</sup> September 2018. Several thousands of shallow landslides triggered by this earthquake with magnitude of 6.7. The earthquake victims from the earthquake rises 41 and 462 houses were totally and 14,170 houses were partially destroyed. In this study, we examined the characteristics of landslides caused by the earthquake on the area where thick pyroclastic fall deposits were covered in Hokkaido.

By mapping landslides using high-resolution aerial photography and laser altimetry, 4,272 landslides were identified in Upper Atsuma river watershed. Field survey and statistical analysis show that shallow landslides were characterized as follows: 1) the tephra deposits on sedimentary rock (Neocene sedimentary rock) were translationally slipped by the strong seismic shock, 2) shallow landslide layers were on the impermeable weathered tephra layer, 3) the most of shallow landslides occurred at relatively gentle slope (<30°), 4) Highest landslide ratio rises 35% at the Towa creek watershed 5) A large-scale deep-seated landslides occurred and resulted landslide dam.

**Key Words:** Earth quake, Air borne laser altimetry, Shallow landslides.

### 1. はじめに

平成30年9月6日午前3時7分、北海道胆振地方東部、鶴川町を震源とする震度7の地震が発生<sup>1)</sup>した。図-1は9/6の震央に加え、厚真川流域界及び喜多らが公開した崩壊地<sup>6)</sup>を示した。この地震による死者は41名、重軽傷者は749名に達し、家屋の全壊は409棟、半壊・一部破損の家屋は9,725棟に達した<sup>2)</sup>。地震により北海道全域が停電に見舞われた結果、交通網の混乱のほか、農水産業、製造業、各種サービス業が被害を受け、現在も避難所生活を送る住民も少なくない。本震災で特徴的だったのは、厚真町、安平町を中心に膨大な数の表層崩壊<sup>3)4)</sup>が発生したことが挙げられる。ここでは学識経験者と合同で斜面

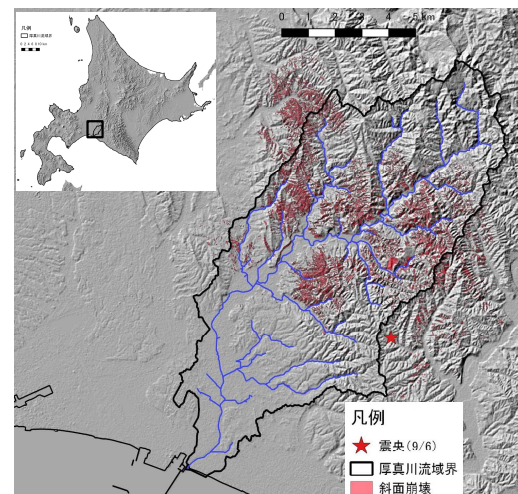


図-1 厚真川流域位置及び震央、崩壊地分布（地形データ：SRTM1, 海岸線：国土数値情報、震央：気象庁）

崩壊地の現地調査を行った結果に加え、北海道開発局が震災直後に実施した航空レーザー測量結果をもとに、崩壊地や堆積土砂の特徴を整理した結果を報告する。

## 2. 震災で発生した崩壊地について

図-2 上段は震災前の平成 30 年 6 月 7 日に欧州宇宙機関が運用中の SENTINEL2 衛星が撮影した画像から作成した被災前のトゥルーカラーコンポジット画像である。SENTINEL2 は 2015 年に打ち上げられた気象・地球観測衛星であり、解像度は 10m、回帰日数は 10 日である。現在、SENTINEL 衛星の画像は ESA の Copernicus Open Access Hub や米国地質調査所 (USGS) が運営する EarthExplore サイトで公開されている。画像処理は米国パデュー大学で公開されている MultiSpec<sup>®</sup>で行った。図-2 上段の被災前の画像では厚真川中流域に崩壊地が見られないことが分かる。図-2 下段は被災当日の 9 月 6 日以降に国土地理院が撮影した同じ領域の航空写真であり、崩壊地が多発していることが読み取れる。被災後間もなく、喜多<sup>6)</sup>ら、国土交通省<sup>7)</sup>、国土地理院<sup>8)</sup>、により斜面崩壊に関する情報が公開されたほか、朝日航洋(株)、アジア航測(株)、国際航業(株)、(株)パスコにより空撮結果や人工衛星画像が公開された。筆者らはこのうち、国土地理院で公開した震災後の空撮から目視で崩壊地と堆積地を判読し、GIS データとして公開した喜多<sup>2)</sup>らのデータを採用した。さらに北海道開発局が実施した震災直後の厚

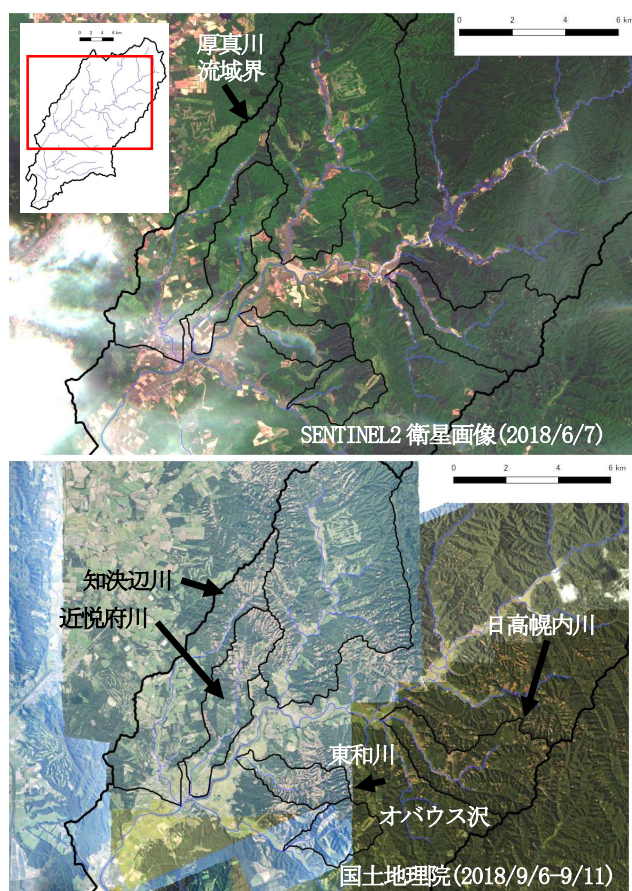


図-2 被災前後の厚真川中流域比較

真川上流域で実施された航空レーザー計測結果を入手し、これをベースに 50 cm 解像度の標高ラスターを作成し、喜多らの公開した崩壊地の修正・加除を行った。修正された崩壊地の分布を厚真川上流域で抽出した結果を図-3 に示した。これによれば、震災は厚真町から離れていたにもかかわらず、崩壊地は主に厚真町に集中し、安平町にまで崩壊地の範囲が広がっていることが見て取れる。そのうち厚真川上流域では 4304 個に達した。

## 3. 判読された崩壊地の特徴

ここでは、判読された崩壊地や堆積土砂の特徴について、北海道開発局から提供を受けた航空レーザー測量結果や国土地理院が公開している地形データ (5 m 及び 10 m メッシュ標高) をもとに分析を試みた。

### (1) 厚真川上流域の支川別の崩壊地面積率

地震により発生した崩壊地の大半は知決辺川合流点から上流にかけて分布しているため、ここでは知決辺川合流点から上流を厚真川上流 (図-3) と定め、各々の支川流域で発生した斜面崩壊地面積率を求めた。まず、国土地理院で公開している 10 m 解像度の地形データを用

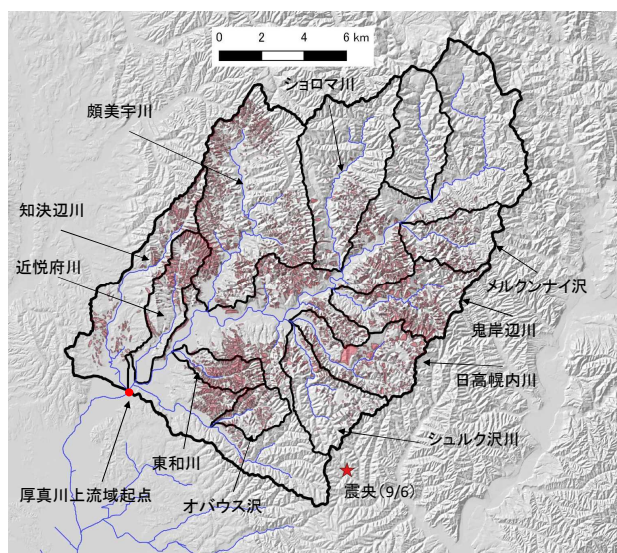


図-3 厚真川上流域内の崩壊地分布

表-1 厚真川上流域における崩壊地面積率

| 流域名     | 流域面積<br>(km <sup>2</sup> ) | 崩壊地面積<br>(km <sup>2</sup> ) | 崩壊地面積<br>率<br>(%) |
|---------|----------------------------|-----------------------------|-------------------|
| 近悦府川    | 10.1                       | 2.18                        | 26.6              |
| 知決辺川    | 20.1                       | 1.80                        | 9.0               |
| 頗美宇川    | 40.4                       | 5.76                        | 14.3              |
| ショロマ川   | 25.9                       | 1.04                        | 4.0               |
| メルクンナイ川 | 10.2                       | 1.01                        | 9.9               |
| 鬼岸辺川    | 15.0                       | 2.99                        | 19.9              |
| 日高幌内川   | 13.7                       | 2.76                        | 20.1              |
| シュルク川   | 13.0                       | 0.95                        | 7.3               |
| 東和川     | 5.09                       | 1.81                        | 35.6              |
| オバウス沢   | 5.16                       | 0.92                        | 17.8              |
| 厚真川上流   | 261.8                      | 29.0                        | 11.1              |
| 全体      |                            | 43.4                        |                   |

い、ArcGIS の水文解析機能を用いて小流域を発生・抽出（図-3）した。次に各々の小流域に含まれる崩壊地を QGIS で抽出し、崩壊地面積を求め、流域面積で除すことで崩壊地面積率を算出し、表-1 に整理した。これによれば、東和川の崩壊地面積率が唯一 35 %を超えているほか、20 %台が 2 流域、10 %台が 3 流域あったことがわかる。また、今回の震災で発生した崩壊地面積を厚真川上流域で集計した結果、全体で 29 km<sup>2</sup> あり、崩壊地面積率で 11.1 %となった。国総研及び土木研究所の報告<sup>9)</sup>では、2004 年の新潟県中越地震の崩壊地面積率が 4.7 %、1999 年の台湾集集地震では 7 %とされており、今回の震災で発生した崩壊地は国内外の事例と比較しても高密度で発生したケースであったといえる。

## （２）斜面崩壊が発生した斜面勾配条件

国土地理院で公開している 5m 解像度の地形データを震災前の元地形と仮定し、傾斜分布を GIS で求め図-4 に示した。図中、空白部分は 5m 解像度の地形データが未公開の領域である。傾斜分布を基に 4 支川流域内に含まれる崩壊地ポリゴン個々の平均斜面勾配を QGIS の地域統計機能で算出し、斜面勾配毎に頻度を求めた結果を図-5 に示した。東和川流域では最頻値が 27.5 度付近にあり、平均勾配 30 度以下の崩壊地は全体の 7 割強に達していた。同様に近悦府川流域では最頻値が 25 度付近、平均勾配 30 度以下の崩壊地が 80%弱、オバウス川流域では最頻値が 30 度、平均勾配 30 度以下の崩壊地が 55%であった。知決辺川流域ではヒストグラムのピークが 2 つあり、最

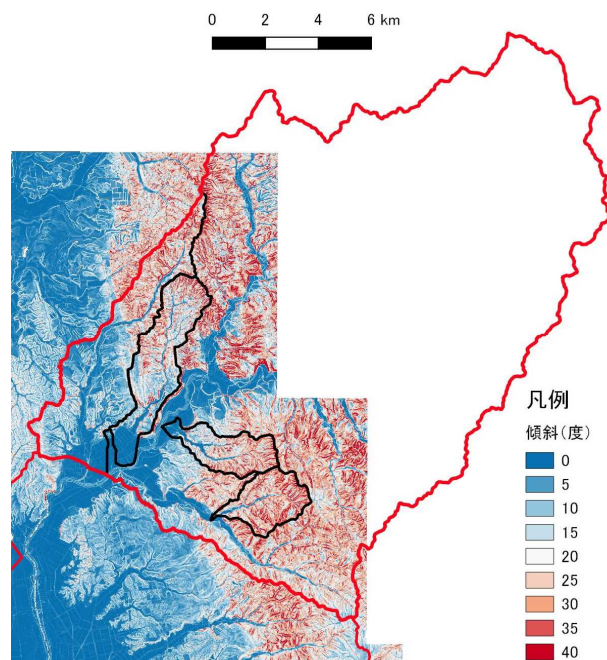


図-4 5m メッシュ標高から求めた厚真川上流域の傾斜分布（標高データの無い部分は空白として図示）

頻 15 度付近と 27.5 度～30 度付近にあり、平均傾斜 30 度以下の崩壊地は 80%を超えた。知決辺川流域でヒストグラムが 2 山になった理由としては、流域下流に比較的勾配の緩い地形が分布しており、そこで発生した崩壊が多かったことが考えられる。火山灰が厚く堆積した地域における、地震に起因した斜面崩壊事例<sup>9)10)</sup>では、斜面勾配が 30 度以下の比較的緩い斜面で崩壊が発生しており、今

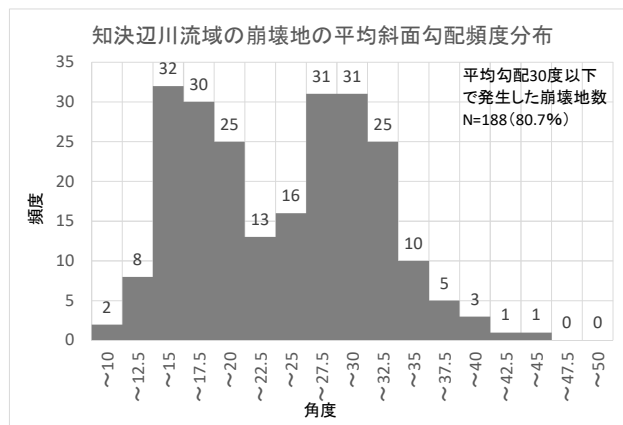
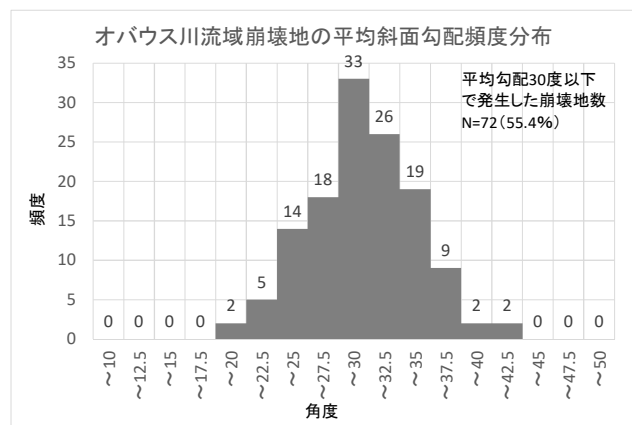
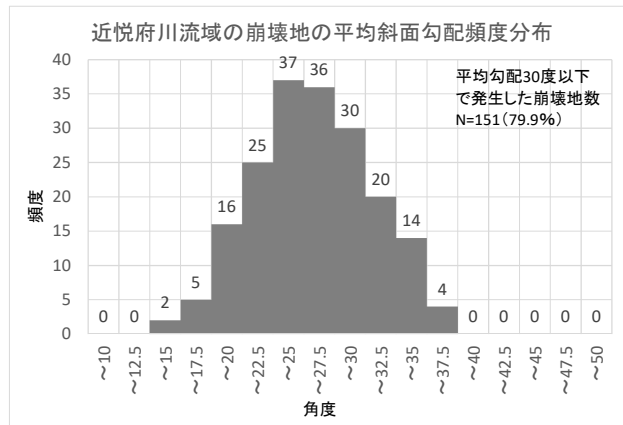
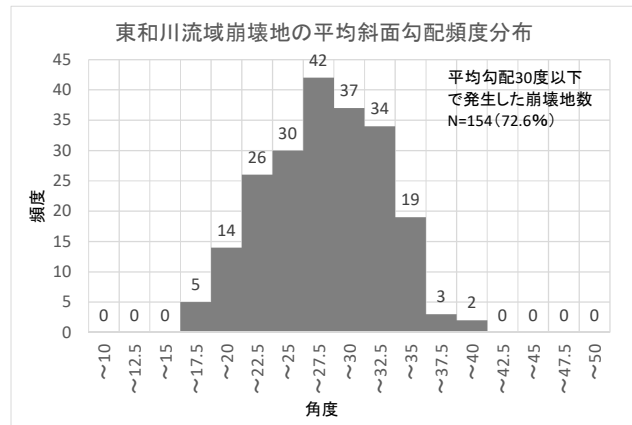


図-5 4 支川流域の崩壊地の平均斜面勾配頻度分布

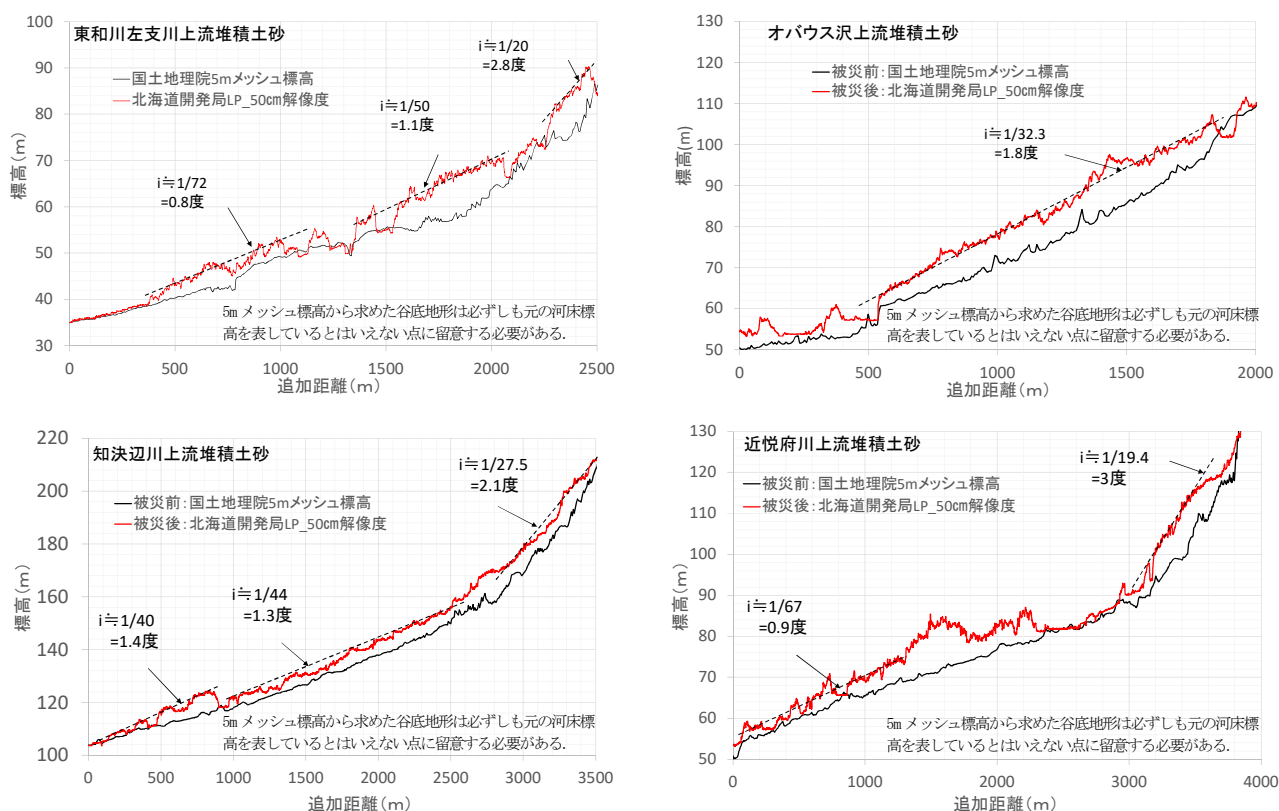


図-6 東和川, オバウス沢, 知決辺川, 近悦府川上流の谷底平野における堆積土砂勾配

回の事例も同様の現象であったといえる。

### (3) 厚真川上流支川の谷底に堆積した土砂厚

ここでは、東和川左支川、オバウス沢、知決辺川、近悦府川における、谷底平野に堆積した土砂厚、堆積土砂勾配を推定するため、被災前地形を国土地理院5mメッシュ標高、被災後を北海道開発局が実施した航空レーザー計測結果とし、QGISのprofileプラグインを用いて比較を行い、図-6に示した。また、堆積土砂厚を計測したラインを図-7に示した。これによれば、堆積厚は数mから、多いところでは10m程度あることが読み取れ、堆積勾配は区間平均で見ると、急な区間でも3度弱であることが把握された。堆積土砂が火山灰由来のもろく細かい土砂であることを考慮すると、下流への再移動の影響を考慮しておく必要性は高い。

## 4. 現地調査から把握された不安定土砂

筆者らは、崩壊地面積率が35 %に達した東和川および地すべりにより数百メートルの土塊が移動し、河道閉塞が発生した日高幌内川において、9月、10月、12月に現地調査を実施した。調査の目的は高い崩壊地面積率が発生した小溪流における不安定土砂の確認と、モニタリング項目を検討することである。

### (1) 東和川 (調査日: 9/13, 12/4, 3/13)

筆者らは9/13, 12/4に東和川の調査を行った結果、以下の点で長期的な視点でモニタリングを行う必要性があると確認された。

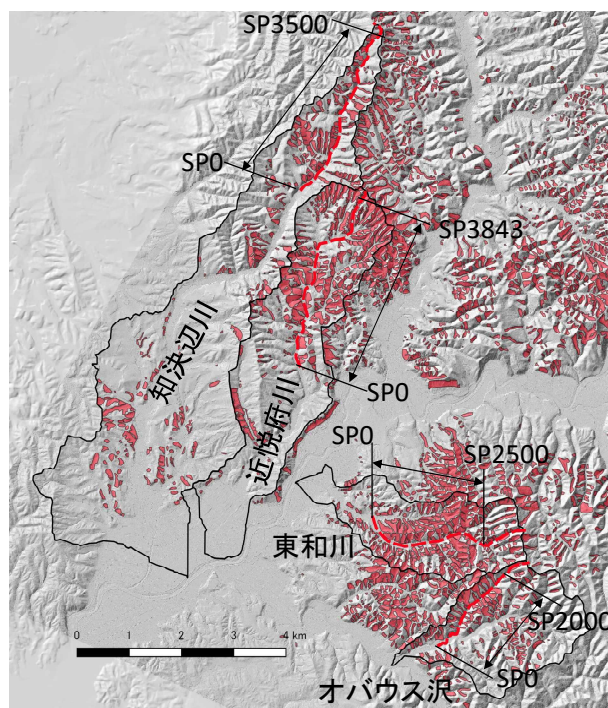


図-7 支川毎の谷底平野堆積土砂計測ライン (赤破線)

①東和川の崩壊地断面では約9,000年前の樽前山噴火に由来した火山灰 (Ta-d) がみられ、約80cmの厚さ (写真-1) が確認できた。土壌断面が露出しており、凍結融解作用などにより浸食され、土砂供給源となる可能性がある。

②稜線部分に表層土壌のひび割れ (写真-2) が少なから



写真-1 東和川における崩壊斜面の火山灰露頭

ず見られ、今後の気象条件によっては、ひび割れ部から浸透した雨水等の影響で、土塊が再移動する可能性がある。

③斜面途中に落ち残りともみられる土塊が確認されており、今後の気象条件等で再移動する可能性がある。

④谷底平野に堆積した土砂は、直ちに土石流的な土砂移動の危険性は少ないと考えられるが、凹部の湛水面（写真-3）が散見されるため、今後の気象条件によってはみずみちの形成にともない、堆積土砂が浸食・流出する可能性がある。

東和川では多様な土砂移動が想定されるため、筆者らは関係機関の同意取り付けの上、東和川稜線部にインターバルカメラを2基設置した。

⑤12/4の現地調査時、時間雨量で2 mm程度の降雨に見舞われた際、東和川の崩壊地斜面上で表面流が発生した（写真-4）。表土が失われていなければ雨水は土壌に浸透するが、崩壊により難透水性の基盤が露出しているため、少雨でも表面流が発生した可能性がある。この現象は崩壊地が多発した流域において降雨時の流出率が増加する可能性を示唆するものであり、崩壊地が集中した東和川においては、濁水の長期化や不安定土砂の動態を注視しておく必要が高いと考えられる。

## （2）日高幌内川（9/13, 10/12, 12/4）

日高幌内川中流部では右岸側の尾根部（幅約400 m）が地震により滑動して河道閉塞<sup>12)</sup>が形成（図-8）された。筆者らは現地調査において、大きく動いた土塊の上方で、基盤岩が露出している状況を観察した。現地では軽舞層と呼ばれる泥岩砂岩互層の巨大な塊が露出しており、表面がスレーキング風化を呈していた。露出した泥岩が風化により細粒化し、河川に流入することで濁水ソースになることも想定されるため、筆者らは東和川と同様に、堆積岩露出箇所近傍にインターバルカメラを2基設置した。

## 5. 結論

今般の震災により、厚真川流域周辺で6,000箇所を超える



写真-2 東和川稜線付近のひび割れ状況



写真-3 谷底平野部の堆積土砂と湛水

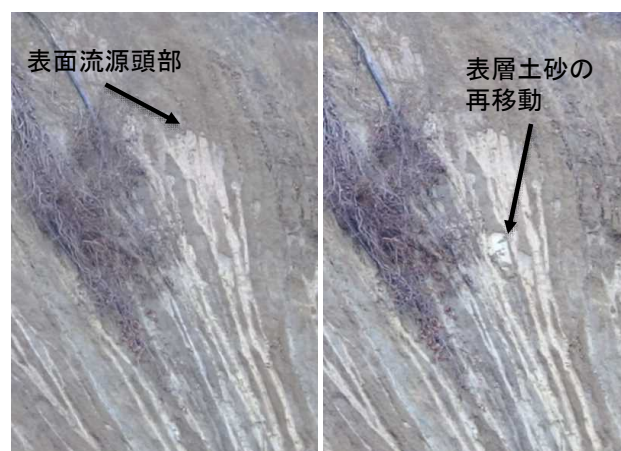


写真-4 崩壊斜面上で発生した表面流（東和川）

表層崩壊が発生し、火山灰由来の土砂が溪床に厚く堆積した。このほか稜線付近の不安定土砂、風化する基盤岩などがみられ、今後の気象条件によっては厚真川流域からの細粒土砂の流出は長期にわたることが想定される。既に国や自治体など行政が緊急対策に着手しているため、土砂災害の危険性は大幅に軽減するものと思われるが、流域からの細粒土砂の動態とその環境への影響については今後も注視していく必要がある。

最後に、この度の「平成30年北海道胆振東部地震」により、お亡くなりになられた方々のご冥福を心からお祈りするとともに、被害に遭われた全ての方々に心からお見舞いを申しあげる。

## 謝辞

震災後の現地調査に関し、北海道開発局厚真川水系土砂災害復旧事業所（現厚真川水系砂防事業所）、北海道胆振総合振興局、室蘭建設管理部、苫小牧広域森林組合及び北海道大学農学研究院の関係各位には、様々なご協力をいただいた。また、震災直後の航空レーザー測量結果は北海道開発局から提供を受けた。ここに記して謝意を表する。

## 参考文献

- 1) 平成30年北海道胆振東部地震の関連情報：気象庁, [https://www.jma.go.jp/jma/menu/20180906\\_iburi\\_jishin\\_menu.html](https://www.jma.go.jp/jma/menu/20180906_iburi_jishin_menu.html) (最終確認日:2018/12/21)
- 2) 平成30年北海道胆振 胆振 東部地震に係る被害状況等について：内閣府, [http://www.bousai.go.jp/updates/h30jishin\\_hokkaido/pdf/301030\\_jishin\\_hokkaido.pdf](http://www.bousai.go.jp/updates/h30jishin_hokkaido/pdf/301030_jishin_hokkaido.pdf). 2018. 10. 30.
- 3) 平成30年北海道胆振東部地震災害:株式会社パスコ, [https://www.pasco.co.jp/disaster\\_info/20180906/](https://www.pasco.co.jp/disaster_info/20180906/)
- 4) 平成30年(2018年)北海道胆振東部地震に関する情報:国土地理院, <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30-hokkaidoiburi-east-earthquake-index.html>
- 5) MultiSpec:米国パデュー大学, <https://engineering.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/> (最終確認日2018/12/21)
- 6) 喜多ら：2018年9月6日発生 北海道胆振東部地震 正射画像のトレース, [https://github.com/koukita/2018\\_09\\_06\\_atuma](https://github.com/koukita/2018_09_06_atuma)

tyou (最終確認日:2018/9/16)

- 7) 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:国土交通省砂防部, [http://www.mlit.go.jp/river/sabo/h30\\_iburitobu/181005\\_sediment\\_volume.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/sabo/h30_iburitobu/181005_sediment_volume.pdf) (最終確認日:2018/10/5)
- 8) 平成30年(2018年)北海道胆振東部地震に関する情報:国土地理院, <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30-hokkaidoiburi-east-earthquake-index.html#10> (最終確認日:2018/12/21)
- 9) 平成16年新潟県中越地震に伴う斜面崩壊について:国土技術総合政策研究所砂防研究室, [http://www.nilim.go.jp/lab/rbg/tech\\_info/niigata/chuetsujishin\\_sabo.htm](http://www.nilim.go.jp/lab/rbg/tech_info/niigata/chuetsujishin_sabo.htm) (最終確認日:2019/1/10)
- 10) 檜垣大助ら:阿蘇山における地震で発生した斜面崩壊の傾斜と起伏量から見た特徴, 日本地すべり学会災害調査報告, 2016. 5. 26.
- 11) 日本地すべり学会河川砂防技術開発研究実施チーム, 東日本大震災における斜面変動発生の特徴とその類型化, 日本地すべり学会誌, 2013 年 50 巻 2 号 p. 91-96.
- 12) 北海道開発局, 平成30年北海道胆振東部地震に係る復旧・復興等の状況, <https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/saigai/splaat000001eluy-att/splaat000001fkqu.pdf> (最終確認日:2019/1/10)
- 13) 北海道勇払郡厚真町日高幌内川で発生した河道閉塞について (10月2日時点), [http://www.mlit.go.jp/river/sabo/h30\\_iburitobu/181002\\_hidakahoronai\\_heisoku.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/sabo/h30_iburitobu/181002_hidakahoronai_heisoku.pdf)

(2019. 4. 2 受付)

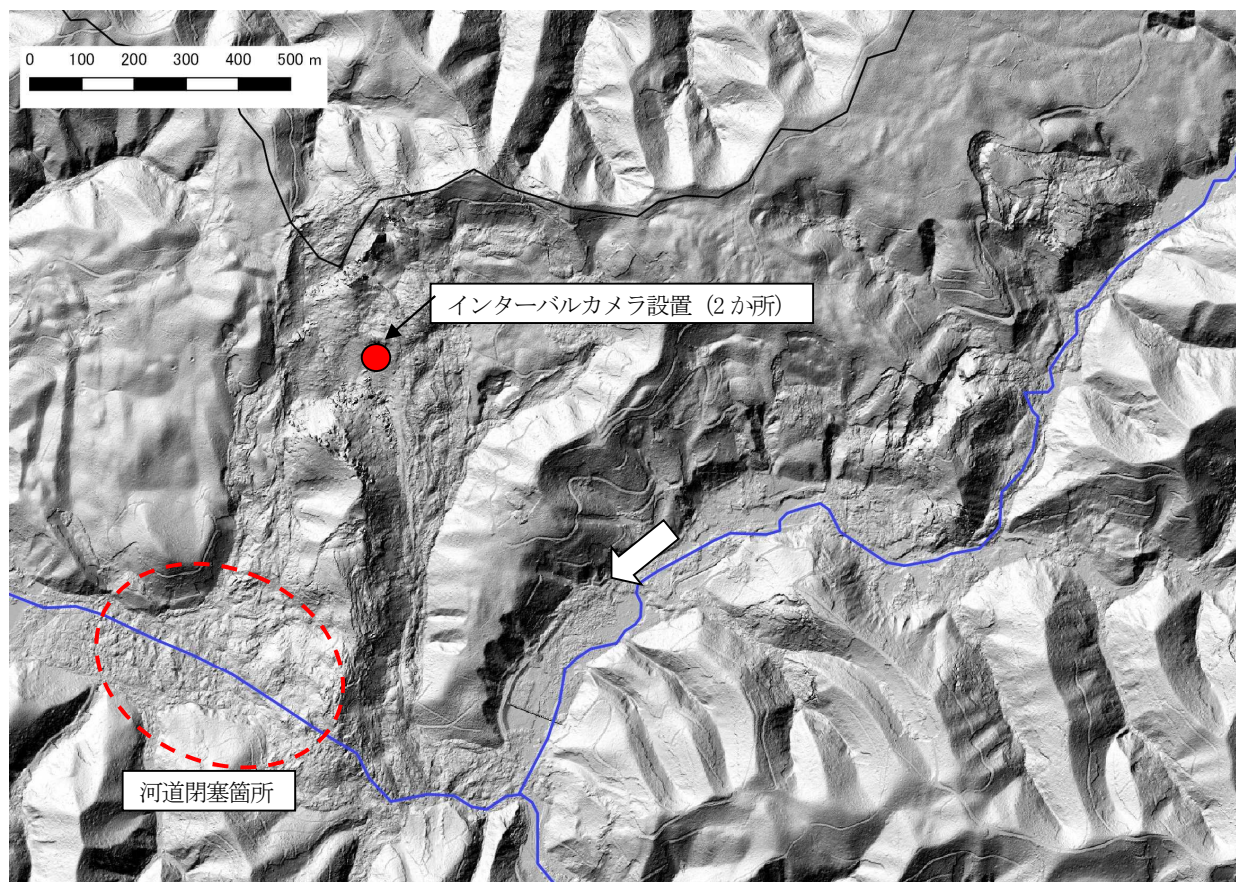


図-8 日高幌内川で発生した河道閉塞（北海道開発局から情報提供を受けた航空レーザー計測結果から作成した陰影図）