

平成 30 年北海道胆振東部地震で発生した 土砂量と倒木量の推定

CHARACTERISTICS OF SEDIMENT AND WOODY DEBRIS DISTRIBUTION TRIGGERED
BY HOKKAIDO EASTERN IBURI EARTHQUAKE IN 2018

村上泰啓¹・水垣滋²・藤浪武史³・西原照雅⁴・秋田寛己⁵・伊波友生⁶
Yasuhiro MURAKAMI, Shigeru MIZUGAKI, Takeshi FUJINAMI, Terumasa NISHIHARA,
Hiromi AKITA and Yu INAMI

¹ 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）

² 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）

³ 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）

⁴ 正会員 国土交通省 北海道局 水政課
（〒100-8918 東京都千代田区霞が関 2-1-2）

⁵ 正会員 国研）防災科学技術研究所 水土砂防災研究部門
（〒305-0006 茨城県つくば市天王台 3 丁目 1）

⁶ 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）

The 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake caused over 6,300 landslides in total, and large amounts of sediment and woody debris were deposited on stream channels and plains. This study focuses on estimating the amount of sediment and woody debris from landslides triggered by this earthquake. First, by comparing LIDER data before and after the earthquake, we estimated that the average landslide depth of the landslide was 1.77 ± 0.63 m. As a result of applying this depth to the shallow landslides in the upper Atsuma River basin, the amount of sediment production amount was $49.4 \pm 17.7 \times 10^6 \text{ m}^3$. Next, as a result of analyzing the relationship between the detailed forest plot and the landslide data of the Atsuma River basin, the total fallen tree amount was estimated to be approximately $462 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Key Words: Earth quake, LIDER, Sediment debris, Woody debris, 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 の地震が発生した。筆者らはこれまでに厚真川流域内で発生した崩壊地面積を精査¹⁾し、崩壊地面積が 29 km²に及んだ事を明らかにした。崩壊した表層土は厚真川流域西方約 40 km の支笏カルデラや樽前山、恵庭岳の先史時代のテフラ由来のものが主²⁾であり、露天下ではさらに風化が進行していることが観察されている。こうした風化したテフラは豪雨により容易に崩壊斜面や堆積土砂から再移動し、濁水化することが懸念される。厚真川下流河道は固有種であるシシャモの産卵区間となっているほか、沿岸域は魚介類の漁場と

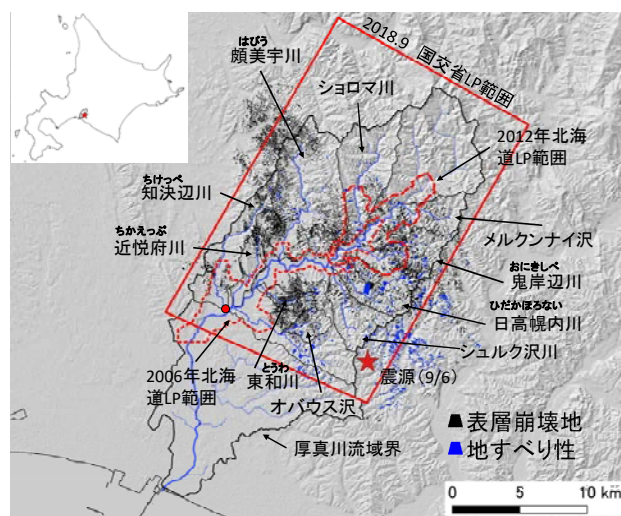


図-1 厚真川流域位置及び震央、崩壊地分布（地形データ：SRTM1, 海岸線：国土数値情報、震央：気象庁）

なっていることから、厚真川流域からの濁水の流出プロセスを把握する重要性は高い。このため筆者らは厚真町、北海道庁、北海道開発局の協力を得ながら、崩壊地斜面の調査、濁水流出過程の調査に着手している。ここでは、実態としての崩壊土砂量とそれに伴い被災した森林の量的評価を行うため、被災前後の航空レーザー測量（以下、LP と呼ぶ）成果と、森林関係の GIS データを活用した推定結果を報告する。

2. 震災で発生した土砂量について

(1) 崩壊地種別、領域の精査について

村上ら¹⁾の報告は、崩壊地面積の分析に主眼が置かれており、表層崩壊と地すべり性崩壊を分離した評価がなされていなかった。一方、崩壊土砂量の推定を行う場合は、崩壊深の推定が重要になる。地すべり性崩壊の土砂量推定については、すべり面を物理的に調査するか、ソフトウェア³⁾を利用して推定したのち、土砂量に換算する方法がある。しかしながら、実現性の観点から、地すべり性崩壊地の土砂量推定は別の方法を今後検討することとし、ここでは表層崩壊に着目して発生土砂量の推定を行うこととした。このためには判読された崩壊地を表層崩壊と地すべり性崩壊に分離する必要があるため、筆者らは LP 成果を基に、図-2 の表現方法も利用して崩壊地の輪郭を精査しつつ、表層崩壊と地すべり性崩壊を分離した。図中の楕円部に示すように、陰影図では崩壊地の輪郭が不明瞭でも、傾斜度図にすることで、崩壊地の辺縁部が明瞭になる場合もあるため、航空写真も比較しながら崩壊地形状の精査を行った。さらに崩壊面積については表層崩壊と地すべり性崩壊に分離して QGIS を用いて再計上し、結果を表-1 に示した。

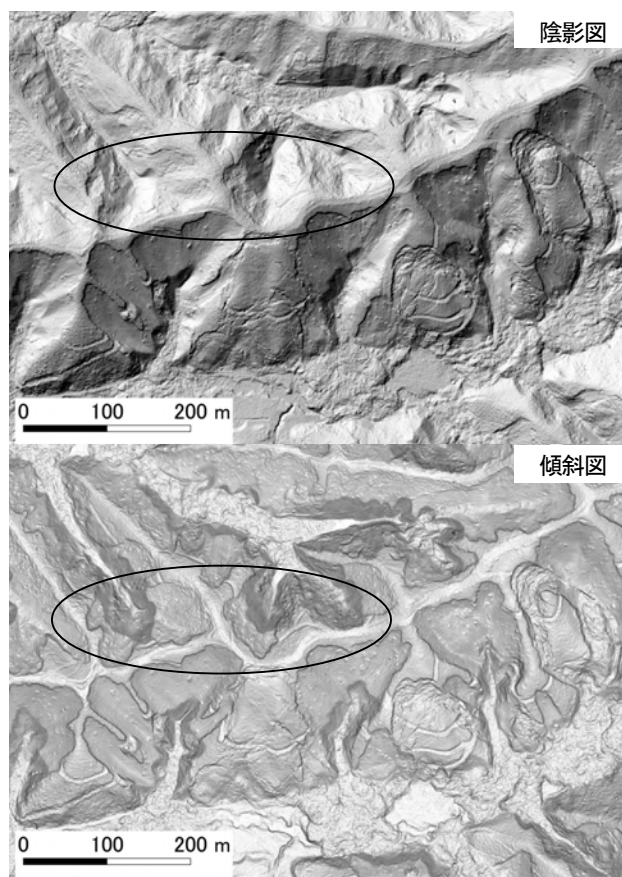


図-2 被災後 LP 成果の判読方法の比較例

(2) 崩壊土砂量の推定について

図-3 は、被災後の LP 成果から得られた標高から、2012 年に北海道が実施した LP 成果の標高を差し引いた基図に、表層崩壊、地すべり性崩壊の領域を図示したものである。被災前の LP 範囲は図-1 に示す様に、厚真川流域の河川沿いの部分的な範囲に限られている。崩壊地の数としては約 600 箇所を含み、厚真川流域全体の崩壊地数 4,515 箇所の約 13%を占める。図-3 には被災前後の LP で得られた標高値の差分を表した基図上に表層崩壊、地す

表-1 厚真川上流域における支溪流別崩壊土砂量

支溪流名	流域面積 (km ²) a	表層崩壊面 積(km ²) b	地すべり性崩 壊面積(km ²) c	総崩壊地 面積(km ²) d=b+c	崩壊地面積 率(%) R = d/a	概算崩壊土砂量 (10 ⁶ m ³) b×1.77±0.63m
東和川	5.1	1.78	0.12	1.90	37.4	3.15±1.13
鬼岸部川	15.0	2.88	0.58	3.46	23.1	5.10±1.82
近悦府川	10.1	2.24	0.00	2.24	22.1	3.98±1.42
日高幌内川	13.7	1.96	1.05	3.01	22.0	3.48±1.25
オバウス沢	5.2	0.88	0.23	1.11	21.6	1.56±0.56
頗美宇川	40.3	5.62	0.29	5.90	14.6	9.96±3.56
メルクンナイ沢	10.2	1.07	0.07	1.14	11.2	1.90±0.68
知決辺川	20.1	2.05	0.04	2.09	10.4	3.64±1.30
シュルク沢	13.0	0.88	0.16	1.04	8.0	1.56±0.56
ショロマ川	25.9	0.89	0.34	1.23	4.7	1.58±0.57
残流域	103.0	7.58	0.90	8.48	8.2	13.45±4.81
厚真川上流	261.5	27.84	3.78	31.61	12.1	49.38±17.65

※ 地すべり性崩壊地の崩壊深が未精査のため、崩壊土砂量は表層崩壊のみで計上。

べり性崩壊地を図示した。基図中、青濃淡でハッチングされた部分は斜面崩壊により標高が低下した部分であり、赤濃淡部分は堆積土砂により標高が増加した部分である。赤実線で囲まれた領域は陰影図や傾斜度分布により表層崩壊と判読した崩壊地であり、崩壊斜面が一般的な色合いで標高を減じたものや、崩壊地源頭部付近が深く侵食されたものなどが認められる。地すべり性崩壊については明らかな滑落崖の有無のほか、斜面上に土砂や倒木が残存した状況を陰影図、傾斜度図、空撮写真により判読し、崩壊領域を図-3中の青実線領域で示した。

厚真川流域での土砂生産量を推定するためには、崩壊地個々の崩壊深を見積もる必要があるが、4,500箇所を超える個々の崩壊深をGIS上で効率的に求積するのは現実的ではない。ここでは、被災前後のLP成果から求めた差分標高値上で極力堆積部分を含まない表層崩壊地を選択し、QGISのゾーン統計機能を用いて、崩壊地個々に含まれる差分標高値を関連付け、平均的な崩壊深を求めることとした。図-4に選択した509箇所の表層崩壊地において求めた平均崩壊深の頻度分布及び平均値と標準偏差を示した。崩壊深データを統計パッケージRに適用し、用いたシャピロ=ウィルク検定を行った結果、 $W = 0.99591$, $p\text{-value} = 0.2093$ となり、平均崩壊深は正規分布に概ね従っていることが確認された(図-5)。これにより、得られた平均崩壊深 $1.77 \pm 0.63\text{m}$ を厚真川上流全体の表層崩壊深の標本値として適用可能と判断し、流域全体の崩壊土砂量を支溪流を含めて推定し、結果を表-1に示した。厚真川上流域で発生した表層崩壊による土砂量は $49.4 \pm 17.7 \times 10^6 \text{m}^3$ と推定され、国土交通省の速報値⁴⁾である $30 \times 10^6 \text{m}^3$ と比較して6割ほど過大ではあったが、オーダーとしては同様のレベルであったことが確認された。

3. 倒木量の推定

現在、行政データのオープンデータ化が進んでおり、北海道庁のWEBサイトでは北海道全体の道有林、民有林の小林班のGISデータが公開^{5) 6)}されている。図-6に厚真川上流域の道有林、民有林の分布を示す。厚真川の最上流域は道有林(総数1,741林班)が占め、中流域は民有林(総数5,563林班)が分布している。ここでは、QGIS上で道有林、民有林の林班GISデータと崩壊地GISデータと関連させることにより、発生倒木量の推定を行うこととした。

今回、北海道水産林務部及び厚真町より道有林(北海道庁所有の森林)、民有林(正確には町有林と私有林)の被災前年の森林調査簿(csv)の情報を入手することができた。蓄積量とは、小林班の面積(ha)当たりの樹木の材積であり、この情報を用いることで、小林班内で発生した崩壊地で発生した倒木量を推定することが可能になる。

まず、QGIS上で支溪流毎に分割した崩壊地及び林班の

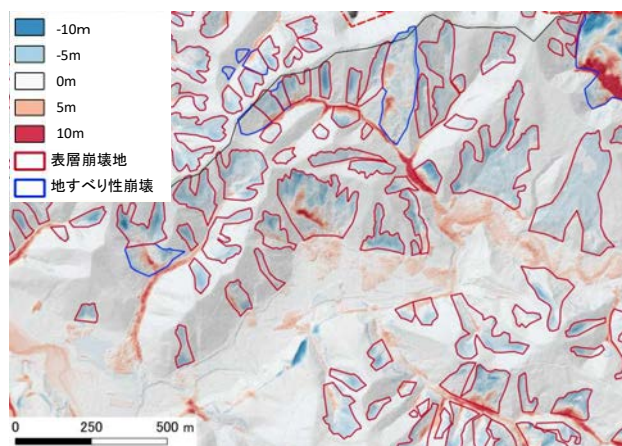


図-3 被災前後の標高差分値及び崩壊地分布(部分)

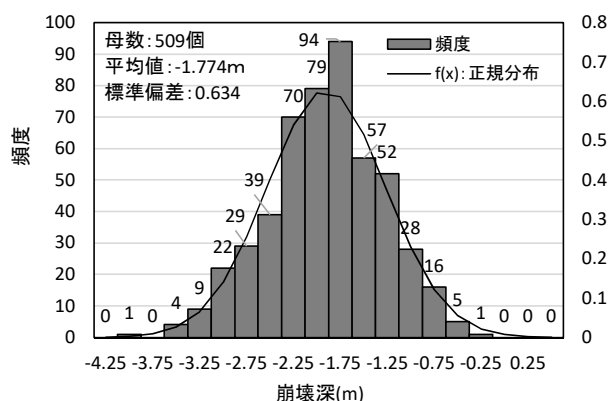


図-4 平均崩壊深の頻度分布

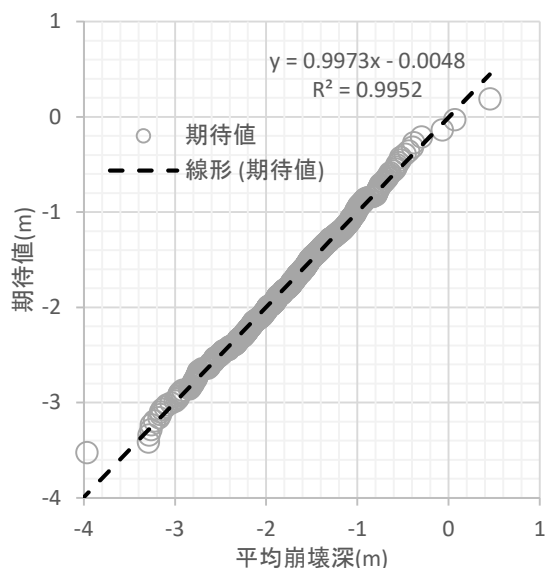


図-5 平均崩壊深の正規性検証

GISデータ(ここではshpデータ)を準備する。林班データを崩壊地データでクリップ処理を行うと、個々の林班内に存在する崩壊地が抽出される。QGIS上で抽出されたGISデータの面積を再集計すると、林班毎の崩壊地面積が算出される。林班毎の崩壊地面積に林班固有の蓄積量を乗ずることで、支溪流毎の倒木量が算出できる。表-2に支溪流及び厚真川全体で発生した推定倒木量を示す。ここでは、表層崩壊と地すべり性崩壊を合わせた形で倒木量を算出した。本震災で発生した表層崩壊及び地すべり性崩壊により、民有林

では267千m³、道有林では196千m³の倒木が発生したと推定された。

4. 結論

今般の震災により、厚真川流域で4,500箇所を超える表層崩壊が発生し、発生土砂量は約49百万m³、倒木量は462千m³に及んだと推定された。2019年10月下旬の線状降水帯の通過に伴う高濃度濁水の発生が、別途設置している濁度計による観測で把握されており、今後の気象状況による流域全体からの濁水負荷量の推移については継続的に観測を行い、量的な評価につなげる予定である。露出した崩壊斜面のガリ侵食、基盤岩の風化に伴い再移動した土砂についても継続調査を行い、流域全体の土砂生産量の評価を行うとともに下流域のシシャモ産卵環境への影響も注視していく必要がある。崩壊に伴い住居や畑地近傍に堆積した倒木については除去作業が進められており、山地溪流部に堆積した倒木についても、地形がそれほど急峻でないことから、現段階では流木として流出する危険性は少ないと考えられる。最後に、この度の「平成30年北海道胆振東部地震」により、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には、様々なご協力をいただいた。また、震災直後のLP結果は北海道開発局、室蘭建設管理部、(株)タナカコンサルタント、(株)パスコから提供を受けた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 村上泰啓, 水垣滋, 西原照雅, 伊波友生, 藤浪武史：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、河川

技術論文集, 第25巻, pp645-650, 2019.

- 2) 中川 光弘, 宮坂 瑞穂, 三浦 大助, 上澤 真平：南西北海道、石狩低地帯におけるテフラ層序学、地質学会誌第24巻第7号, p p473-489, 2018.7.
- 3) 小嶋伸一, 藤澤和範, 田中尚, 武石明：すべり面推定プログラムの適用性の検討, 第46回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp323-326, 2007.
- 4) 北海道胆振東部地震の崩壊土砂量と過去の地震災害との比較：国土交通省, http://www.mlit.go.jp/river/sabo/h30_iburitobu/181005_sediment_volume.pdf. (最終確認日：2020/3/31)
- 5) 010006_北海道_林班、小班及び森林資源データ： <https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/01000-102> (最終確認日：2020/1/14)
- 6) 胆振、林小班 区画及び森林資源データ： <https://www.fics.pref.hokkaido.lg.jp/FILE/2017/GIS/04iburi.zip> (最終確認日：2020/1/14)

(2020. 4. 2 受付)

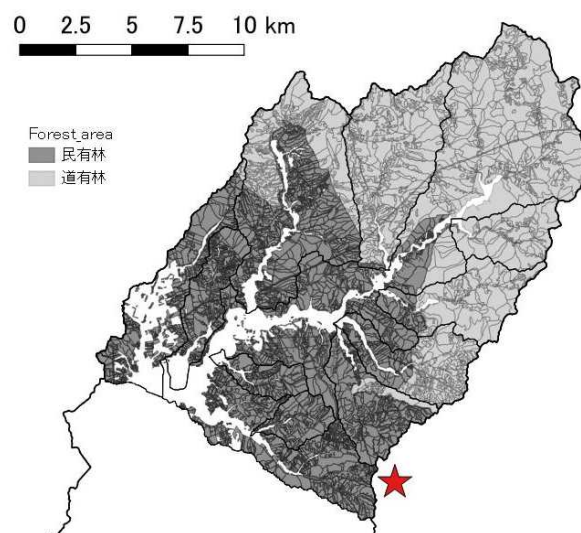


図-6 厚真川中上流における道有林、民有林分布

表-2 厚真川上流域における支溪流別倒木量

支溪流名	流域面積 (km ²)	民有林面 積(km ²)	道有林面 積(km ²)	民有林崩 壊面積 (km ²)	道有林崩 壊面積 (km ²)	民有林倒木 量(10 ³ m ³)	道有林倒木 量(10 ³ m ³)	合計倒木量 (10 ³ m ³)
東和川	5.1	4.38		1.87		33.27		33.27
鬼岸部川	15.0	11.44	0.29	1.87	0.05	24.16	0.62	24.78
近悦府川	10.1	8.13		2.21		23.31		23.31
日高幌内川	13.7	22.22	14.5	3.77	2.08	50.42	34.51	84.92
オバウス沢	5.2	0.29	25.16	0.05	1.16	0.45	24.87	25.32
頗美宇川	40.3	0.02	9.86	0.00	1.13	0.02	24.08	24.10
メルクンナイ沢	10.2	2.24	12.18	0.21	3.24	2.87	53.76	56.63
知決辺川	20.1	4.4	8.3	1.21	1.78	23.06	23.10	46.16
シュルク沢	13.0	10.63	1.62	0.88	0.14	16.07	3.03	19.10
ショロマ川	25.9	4.81		1.10		17.49		17.49
残流域	103.0	39.71	46.37	6.54	1.71	75.85	31.66	107.51
厚真川上流	261.5	108.27	118.28	19.73	11.30	266.97	195.63	462.60

※ ここで、崩壊面積は表層崩壊と地すべり性崩壊面積を合計した値とした。