

1. はじめに

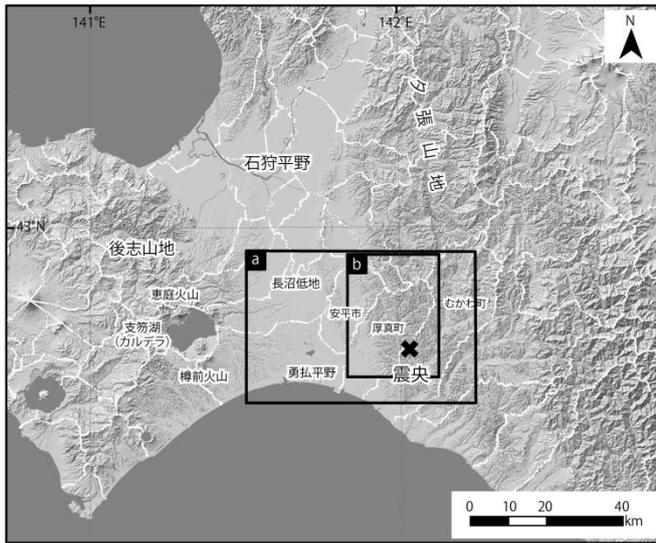
2018年9月6日03時07分に、北海道胆振地方中東部を震源とするM6.7の地震が発生した(気象庁, 2018a)<sup>1)</sup>。この地震により、厚真町、安平町、むかわ町を中心として広範囲に斜面崩壊が発生した。

筆者らは、被害の早期把握と定量化を目的に、災害発生直後に撮影した光学衛星画像(SPOT 6)を用いて画像解析による土砂移動痕跡の自動抽出を行なった。本発表では、その解析結果について述べるとともに、土砂移動痕跡の分布の特徴について地震動や地形・地質の観点から分析を行ったので、その結果について報告する。

2. 対象地域

土砂移動痕跡が多くみられる厚真町を中心に、約780 km<sup>2</sup>の範囲を画像解析の対象地域として設定した(図-1)。

本地域は新第三紀の堆積岩類を基盤とし、その上部を支笏カルデラや樽前火山、恵庭火山起源の降下堆積物が厚く覆っている。



a : SPOT 6 撮影範囲 b : 画像解析範囲

基図は国土地理院発行の基盤地図情報を使用。震央位置は地理院地図より引用。

図-1 対象地域

3. 画像解析の手法

3.1 使用した光学衛星画像

画像解析には中分解能衛星 SPOT 6 を使用した。使用したデータの諸元を表-1 に示す。SPOT 6 の観測幅は 60 km 程度で、広域にわたる被災地を 1 シーンでカバーすることができる。

表-1 光学衛星画像の諸元

撮影日時	2018年9月11日9:42 (JST)
衛星分解能	1.5 m
プロダクト	パンシャープン(4バンド)

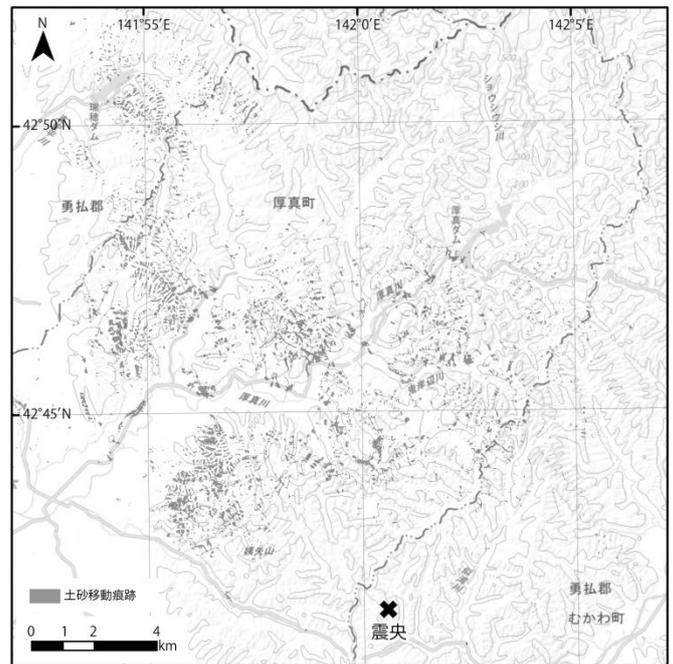
3.2 土砂移動痕跡の自動抽出

土砂移動痕跡の自動抽出の手法として、最尤法による画像分類を用いた。最尤法は、設定した教師データから得られる統計量をもとに分類が行われ、閾値を設定する必要がないため、被災状況の把握等の即時性が求められる場合には大変有効な手法であると言える。

本発表では、教師データとして裸地、森林、水部、構造物等の7つのクラスを設定し、4バンド(赤, 緑, 青, 近赤外)による最尤法分類を行った。裸地に分類されたデータの中には土砂移動痕跡のほか、畑やグラウンド等が含まれるため、国土数値情報の森林域データを用いてデータの絞り込みを行った。加えて、ノイズと考えられる微小なデータのほか、誤抽出と考えられるデータを目視により除去した。

4. 画像解析結果

本解析により、13.7 km<sup>2</sup>が土砂移動痕跡として抽出された(図-2)。本解析にかかる処理時間は3時間程度であった。本地域は、既往崩壊地や崩壊地との区別が難しい伐採地等が少なく、それらの除去にほとんど時間を要しなかった。



基図は地理院地図タイル(標準地図)を使用。震央位置は地理院地図より引用。

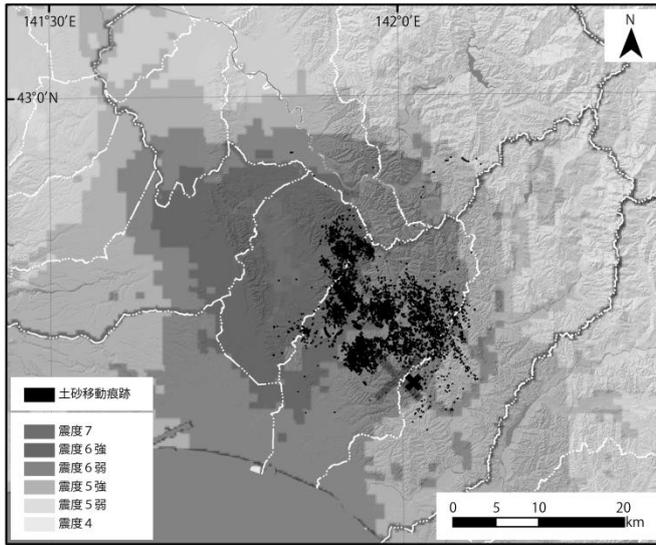
図-2 画像解析結果

5. 土砂移動痕跡の分布の特徴

5.1 推定震度分布

土砂移動痕跡の分布に関する特徴を捉えるために、気象庁発表の推定震度分布図(気象庁, 2018b)<sup>2)</sup>と画像解析結果との重ね合わせを行った(図-3)。その結果、震度5強以上の範囲で土砂移動痕跡が確認され、そのうちの約7割が震度6弱

の範囲で見られた。一方で、震度7の範囲では土砂移動痕跡がほとんど見られなかった。これは、震度7の範囲が低地と重なることに起因すると考えられる。



基図は国土地理院発行の基盤地図情報を使用。推定震度分布は気象庁(2018b)<sup>2)</sup>引用。

図-3 土砂移動痕跡と推定震度分布

## 5.2 地形

土砂移動痕跡の分布に関する地形的特徴を捉えるために、国土地理院提供の基盤地図情報 10 m 数値標高モデル (DEM) を使用し、対象地域周辺の傾斜角、傾斜方位を算出し、画像解析結果との重ね合わせを行った。

### 5.2.1 傾斜角

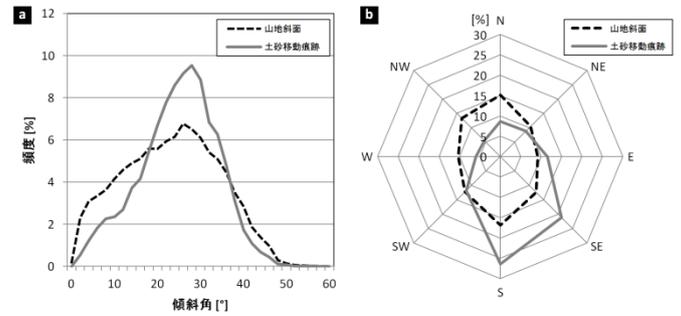
斜面崩壊は一般的に 30° 以上の急傾斜地で多数発生すると言われているが、本地震による土砂移動痕跡はそれよりも緩傾斜地で見られることがわかった (図-4(a))。地震動の作用により、降雨による斜面崩壊よりも緩勾配かつ広範囲で土砂移動痕跡が見られたと考えられる。

### 5.2.2 傾斜方位

本地域は南または北向き斜面が卓越するが、土砂移動痕跡は南東～南向き斜面に多く見られた (図-4(b))。この土砂移動痕跡の異方性について説明するためには地質構造、日射量の違いによる風化の程度、地震動や地盤変位の方向等について検討する必要があり、今後の課題とする。

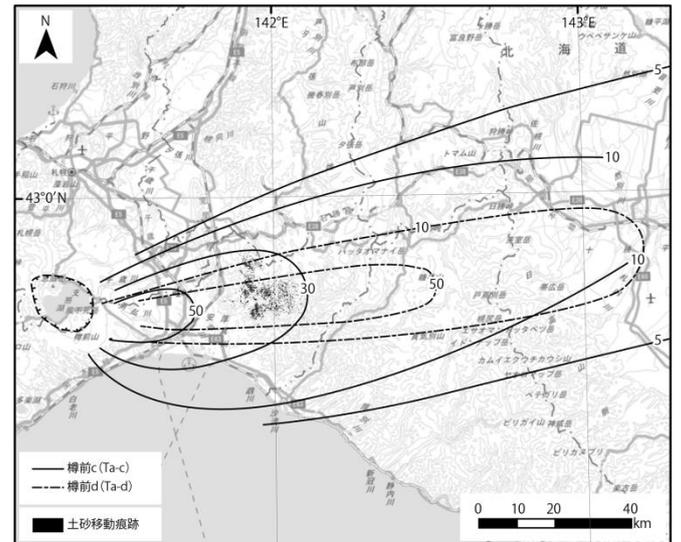
## 5.3 テフラの層厚

小山内ほか (2019)<sup>3)</sup>によると、崩壊面は樽前 d (Ta-d, 8 ~ 9 ka : 町田・新井, 2003)<sup>4)</sup>の下部から基盤との境界付近に見られる。そこで、崩壊面より上部の堆積層厚と土砂移動痕跡の分布の関係を考察するため、町田・新井 (2003)<sup>4)</sup>の樽前火山の完新世主要テフラの等厚層線図と画像解析結果との重ね合わせを行った (図-5)。その結果、樽前 c (Ta-c, 2.5 ~ 3 ka : 町田・新井, 2003)<sup>4)</sup>が 30 cm 程度かつ Ta-d が 50 cm 程度堆積している範囲に土砂移動痕跡が多く見られることがわかった。



a : 土砂移動痕跡の傾斜角 b : 山地斜面と土砂移動痕跡の斜面方位

図-4 土砂移動痕跡の発生場に関する地形的特徴



基図は地理院地図タイル (標準地図) を使用。完新世主要テフラの等厚層線は町田・新井 (2003)<sup>4)</sup>より引用。

図-5 土砂移動痕跡完新世主要テフラの等厚層線

## 6. おわりに

平成 30 年北海道胆振東部地震により発生した斜面崩壊の被害を早期に把握することを目的に、光学衛星画像 (SPOT 6) を用いた最尤法分類による土砂移動痕跡の自動抽出を試みた。光学衛星画像は、雲が少ない状況で撮影できた場合、広域に地表の状況を把握することができる。また、最尤法分類を用いた土砂移動痕跡の自動抽出は、抽出に用いるバンドの種類や抽出限界、精度等の課題を検討する必要があるものの、広域にわたる大規模災害による被害を即時的に捉え速報値としての被害量を把握するためには、大変有効な手法であると言える。

## 参考文献

- 1) 気象庁 (2018a) : 「平成 30 年北海道胆振東部地震」について (第 6 報), <http://www.mlit.go.jp/common/001255861.pdf>, 参照 2018-04-02.
- 2) 気象庁 (2018b) : 気象庁 | 推計震度分布図, [https://www.data.jma.go.jp/svd/eew/data/suikai/201809060308\\_146/201809060308\\_146\\_2.html](https://www.data.jma.go.jp/svd/eew/data/suikai/201809060308_146/201809060308_146_2.html), 参照 2018-04-02.
- 3) 小山内ほか (2019) : 砂防学会誌, 71(5), 54-65.
- 4) 町田・新井 (2003) : 新編火山灰アトラス, 東京大学出版会.