

東北地方・太平洋沖地震によって白河丘陵で発生した地すべりの発生箇所の特徴について

(独) 土木研究所 ○杉本宏之、宇都忠和、本間宏樹、武士俊也

1. はじめに

平成 23 年東北地方・太平洋沖地震で震度 6 強の揺れを観測した白河周辺では図 1 に示すとおり地すべりが集中して発生した(武士ほか, 2011)。これら 6 地区について、発生箇所の地形・地質的特徴と発生メカニズムについて調査を行った結果を報告する。

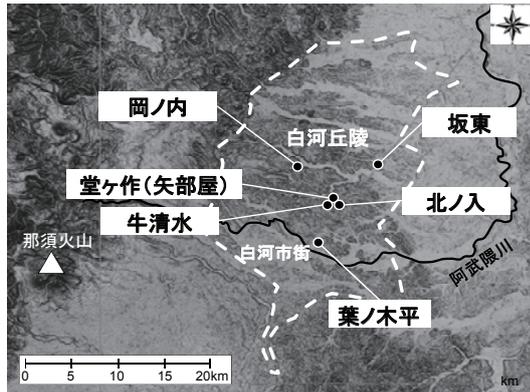


図1 地すべり発生箇所

2. 調査方法

地震発生前の空中写真の実体視判読および地震発生前(2006年12月~2007年1月)と後(2011年11月)のレーザープロファイラー(LP)によるDEMから作成した地形図、標高差分図の判読によって斜面微地形分類図を作成した。作成に当たっては田村(1987)の丘陵地の微地形分類手法を参考にした。

地すべり地の滑落崖・側方崖・すべり面において、すべり面となった付近を中心に地質の観察を行った。また、地質を観察した断面において山中式土壌硬度計による硬度の測定を行った。一部ではサンプリングを行い、物理試験を実施した。

3. 調査結果

3. 1. 地すべり発生箇所の地形的特徴

作成した斜面微地形分類図の例(葉ノ木平地区)を図2に示す。各地区共通して、尾根筋に近い上位の遷

急線と谷筋に近い下位の遷急線の2つの遷急線が認められた。坂東地区と岡ノ内地区を除く4地区の地すべりは頂部斜面から上部谷壁斜面にかけて、上位の遷急線を挟んで発生している。坂東地区と岡ノ内地区は斜面の途中で発生しているが、緩斜面から急斜面にかけての遷急線を挟んで発生している点は共通しており、全箇所とも遷急線を挟んだ凸型斜面(縦断形状)で地すべりが発生している。

3. 2. すべり面となった層準

地すべりが発生した頂部斜面と上部谷壁斜面では褐色火山灰土層が厚く堆積しており、スコリアや軽石等からなる複数のテフラ層を確認することができた。これらは構成物及び層相、層序から鈴木(1995)のSr8~Sr11やTkPに対比されると考えられる。ただし、岡ノ内地区においては、すべり面との位置関係が明瞭なテフラ層が確認できなかった。

葉ノ木平地区において、すべり面となった層準は、滑落崖、左側方崖をはじめとして多くの箇所でSr10付近である。ただし、局所的にはTkPの付近がすべり面となっている箇所もあり、必ずしも一定の層準がすべり面となっているわけではない。堂ヶ作(矢部屋)地区(滑落崖)と坂東地区(滑落崖)はTkP付近であり、牛清水地区(滑落崖)ではTkPの下位の褐色火山灰土がすべり面となっている。北ノ入地区(滑落崖)でもすべり面はSr8付近となっているようである。調査対象地すべりでは、概ねSr10からTkP間での間の層準がすべり面となっている。

3. 3. すべり面付近の土質特性

すべり面付近の土壌硬度計による硬度プロファイル(図5に葉ノ木平の例を示す)は、Sr8からSr9付近で高い硬度を示し、その直下から急激に硬度が低下するという特徴がほぼ共通している。すべり面付近に硬軟が急激に変化する境界が存在していたことになる。

Sr9より上位のテフラは風化の程度が弱く、堆積状態

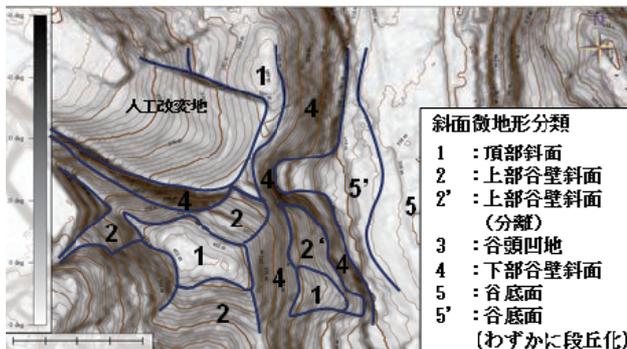


図2 地すべり発生前のLP地形図及び微地形分類

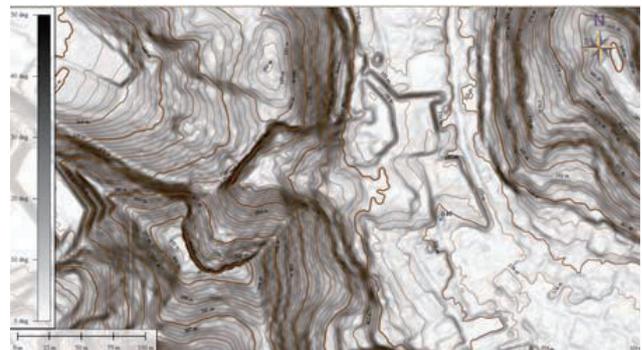


図3 地すべり発生後のLP地形図

葉ノ木平地区 牛清水地区 堂ヶ作地区 北ノ入地区 坂東地区

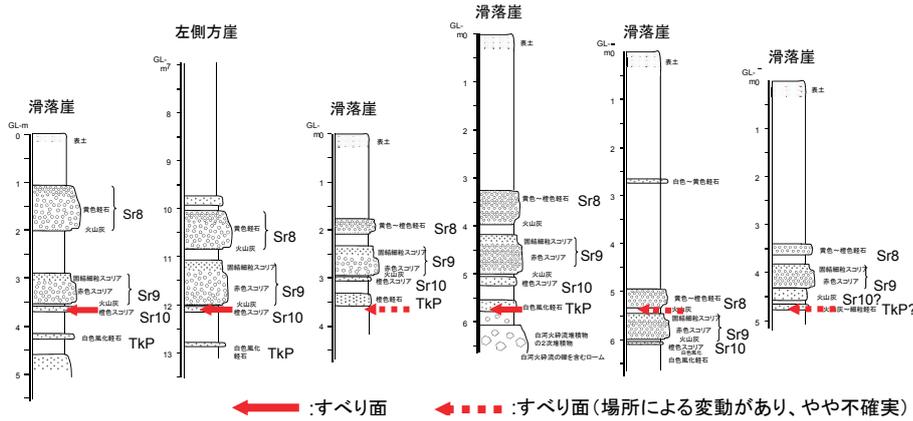


図4 地すべり発生斜面の地質とすべり面

や層相が良好に観察できるが、Sr10より下位の軽石やスコリアは手でつぶせるほどに風化が進行し、粘土化している場合が多い。葉ノ木平地区の試験結果でも、すべり面となった風化テフラや褐色火山灰土の物理的性質は、上部の褐色火山灰土と比較して粘土含有率、自然含水比、液性指数が高いという特徴がみられ、軟弱な粘土となっていた。現地調査においてもすべり面となったSr10付近で水分が滲み出てくる様子が見られ、しばしば観察された。

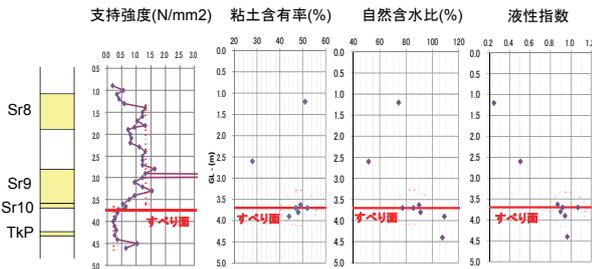


図5 すべり面付近の土質強度プロファイル (葉ノ木平 滑落崖)

3. 4. すべり面付近のテフラの堆積面の形状

葉ノ木平地区において横断方向にSr10やTkPを追跡すると谷形状のすべり面に沿って堆積していたことが分かった。また、左側方崖ではSr10などのテフラ層が30度程度傾斜して堆積している。これらのことから、Sr10などのテフラの堆積当時は、現在露出しているすべり面と同様の形状の谷地形であり、そこをテフラ層や褐色火山灰土が埋積して緩斜面を形成したものと考えられる。同様の堆積構造は牛清水地区、堂ヶ作(矢部屋)地区、北ノ入地区でもみられた。

4. 考察

以下に地すべりの発生箇所の特徴をまとめる。

①全ての調査対象地すべりは遷急線を挟んで発生していた。そのうち4カ所は斜面微地形分類における頂部斜面から上部谷壁斜面にかけて発生していた。遷急線では斜面縦断形が凸型となるため、地震動が大きくなったことが影響していると考えられる。

②調査対象地すべりが発生した頂部斜面と上部谷壁斜面では火山灰層が厚く堆積しており、すべり面はSr10からTkPの層準が多かった。すべり面となった層準は風化によって粘土化していた。すべり面となった部分の強度が低かったことに加えて、地震によってSr9とSr10の硬軟境界部に応力が集中したことが、すべり面での破壊を生じた要因と考えられる。

③葉ノ木平地区においては、Sr10やTkPが古い谷地形に沿って堆積していた。古い谷地形をテフラ等が覆い(埋積谷)、緩斜面を形成したものと考えられる。また、すべり面となった弱層が面的に広がっていたことが、一連の斜面が地すべりを起こした要因と考えられる。

5. まとめ

火山付近の丘陵地には、厚くテフラが堆積している斜面が存在している可能性がある。それらの中には、地震によって崩壊性地すべりを発生させるものがあると考えられる。地震によって発生する葉ノ木平地区と同様なタイプの崩壊性地すべりの発生箇所を予測するためには、地形判読によって遷急線の位置と火山灰に厚く覆われた斜面を抽出し、それらの斜面において、面的に連続する軟弱な粘土層の存在、硬軟の土質境界の存在を把握することが重要であると考えられる。

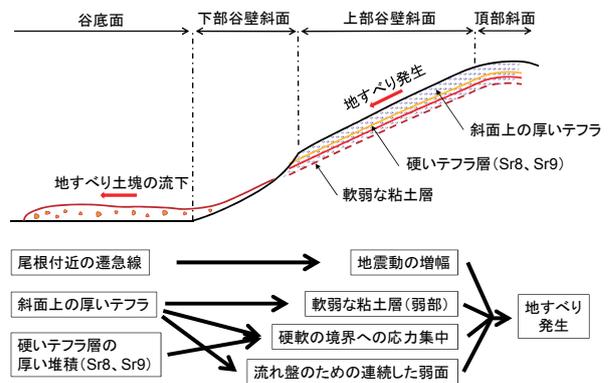


図6 地すべり発生要因の模式図

参考文献

鈴木毅彦(1992): 那須火山のテフロクロノロジー, 火山, Vol.37, No.5, pp.251-263.
 武士俊也, 石田孝司, 杉本宏之, 阿部大志, 宇都忠和, 坂野弘太郎, 中本宏樹(2011): 平成23年東北太平洋沖地震によって福島県白河市で発生した地すべりの地形・地質的特徴, 地すべり学会講演集, pp.185-186.
 田村俊和(1987): 湿潤温帯丘陵地の地形と土壌ペドロジスト, Vol.31, No.2, pp.135-146.