

2.4 流動化する地すべりの発生箇所・到達範囲の予測に関する研究(2)

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：土砂管理研究グループ(地すべり)

研究担当者：武士俊也、杉本宏之

【要旨】

流動化する地すべりは、一度発生すると被害が広範囲に及ぶ可能性が高いことから行政も高い関心を持っている。そこで、H23 年度から 5 年計画で流動化する地すべりの発生箇所と到達範囲の予測法を提案するために雪崩・地すべり研究センターと共同で本研究を開始した。本研究の達成目標は、①流動化する地すべりの発生要因の解明、②流動化する地すべりの発生箇所と到達範囲の予測手法の提案である。H23 年度は平成 23 年東北地方・太平洋沖地震で発生した地すべりについて、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。

キーワード：地震地すべり、流動化する地すべり、地形分類、テフラ、硬軟境界

1. はじめに

土砂災害防止法では、流動化する地すべり（地すべり土塊が原形を留めず流体運動をする地すべり）は一般的な地すべりに比べ、その発生や判別方法に不明な点が多いため区域指定の対象外となっている。また、流動化する地すべりは、一度発生すると被害が広範囲に及ぶ可能性が高いことから行政も高い関心を持っている。そこで、H23 年度から 5 年計画で流動化する地すべりの発生箇所と到達範囲の予測法を提案するために雪崩・地すべり研究センターと共同で本研究を開始した。

本研究の達成目標は、①流動化する地すべりの発生要因の解明、②流動化する地すべりの発生箇所と到達範囲の予測手法の提案である。そのため、本研究では、融雪、豪雨、地震などの誘因別に、流動化した地すべりの発生箇所の地形、地すべり土塊の土質、地すべり土塊への水の供給状況などを調査し、流動化する地すべりの発生要因を明らかにする。また、流動化する地すべりのメカニズムを分析し、流動化する地すべりの発生箇所の予測手法及び地すべり土塊の到達範囲の予測手法の開発を行い、警戒避難等の減災対策についても検討を行う。H23 年度は平成 23 年東北地方・太平洋沖地震で発生した地すべりについて、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。

2. 研究目的

研究の目的は、激甚化・多様化する自然災害の防止、軽減を図るために、流動化する地すべりの発生箇所と到

達範囲を予測する方法を提案することである。

3. 調査方法

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。

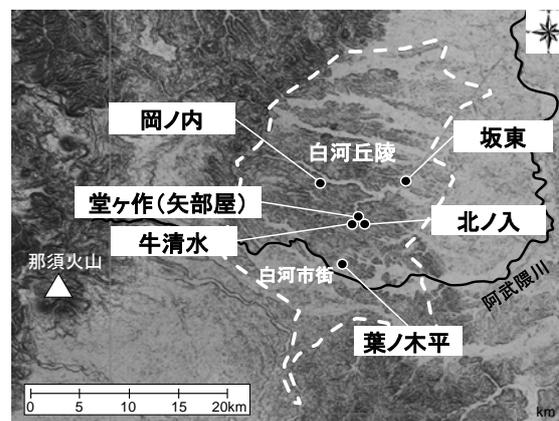


図 1 地すべり発生箇所

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（写真1）。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。



写真1 すべり面調査状況

3. 3 調査結果

3. 3. 1 地すべり発生箇所の地形的特徴

葉ノ木平地区を例として、斜め写真（写真2）、地すべり発生前の斜面微地形分類をおこなったLP地形図（図2）、地すべり発生後のLP地形図（図3）、地すべり発生前後のLPの標高差分図（図4）を示す。



写真2 葉ノ木平地区斜め写真

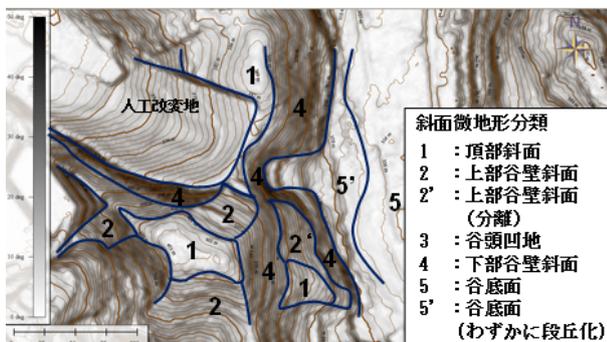


図2 地すべり発生前のLP地形図及び微地形分類

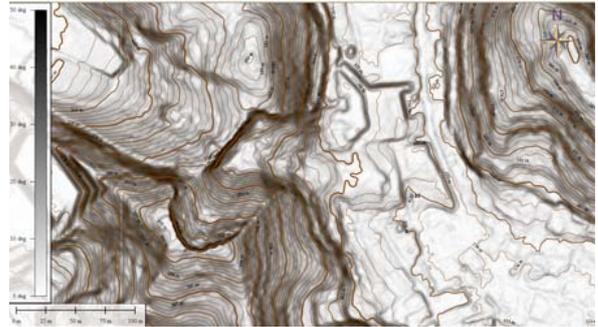


図3 地すべり発生後のLP地形図

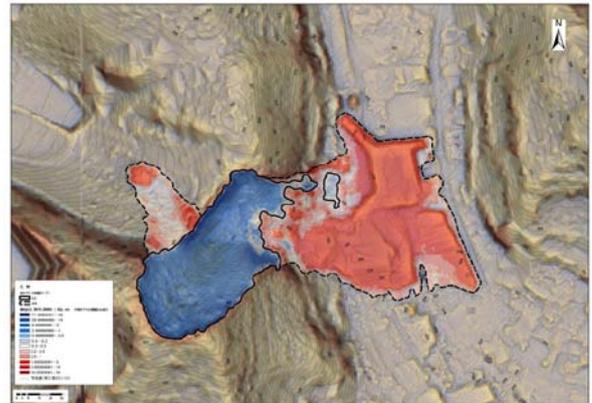


図4 LPの標高差分図

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。（表1）

3. 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（図5）。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。

表1 調査対象地すべりの地形的特徴

		葉ノ木平	岡ノ内	堂ヶ作	北ノ入	牛清水	坂東
被害状況		死者13名、全壊10戸	死者1名、全壊1戸				
発生規模	斜面長(最大)L1	115m	70m	145m	75m	55m	55m
	移動距離(末端)L2	140m	105m	265m	205m	105m	60m
	L2/L1	1.2	1.5	1.8	2.7	1.9	1.1
	斜面幅(最大)W1	65m	50m	95m	45m	50m	70m
	堆積幅(最大)W2	115m	80m	55m	70m	40m	90m
	W2/W1	1.8	1.6	0.6	1.6	0.8	1.3
	深さ(最大)	約10m	約10m	約10m	約10m	約10m	約5m
元地形	地すべり地形を呈さない(初生的)						
発生位置	頂部斜面 ~上部谷壁斜面	上部谷壁斜面 ~下部谷壁斜面	頂部斜面 ~上部谷壁斜面	頂部斜面 ~上部谷壁斜面	頂部斜面 ~上部谷壁斜面	頂部斜面 ~上部谷壁斜面	頂部斜面 ~上部谷壁斜面
末端位置	下部谷壁斜面 途中	下部谷壁斜面 途中	上部谷壁斜面 末端付近	上部谷壁斜面 末端付近	下部谷壁斜面 途中	上部谷壁斜面 末端付近	
移動形態	移動域の地形	谷地形	斜面	谷地形	谷地形	谷地形	斜面
	堆積域の地形	広い谷底面	広い谷底面	谷中の谷底面	広い谷底面	谷中の谷底面	平地(改変地)

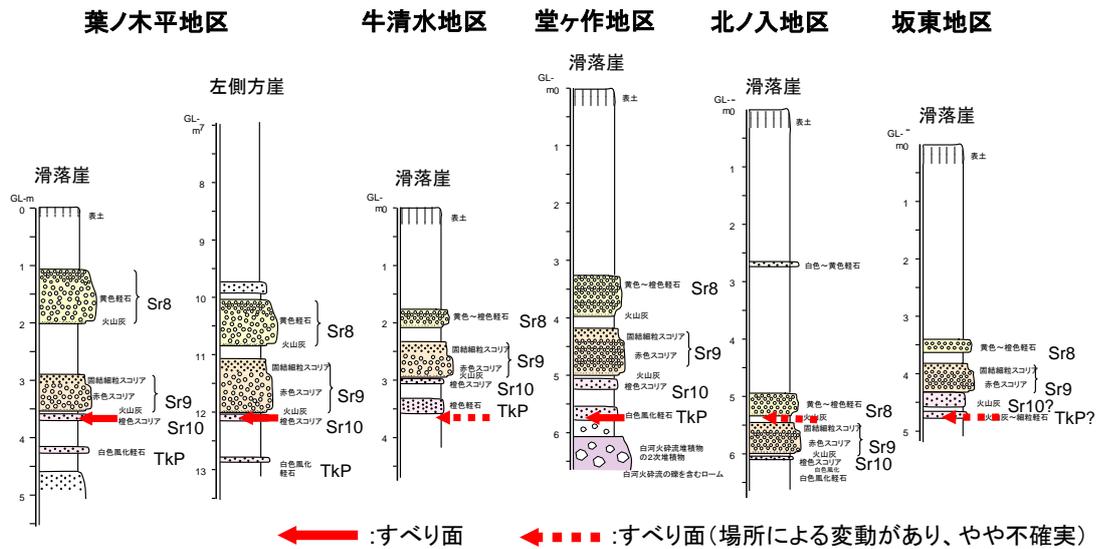


図5 地すべり発生斜面の地質とすべり面

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すr10 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. 3 すべり面付近の土質特性

すべり面付近の土質硬度計による硬度プロファイル(図6 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

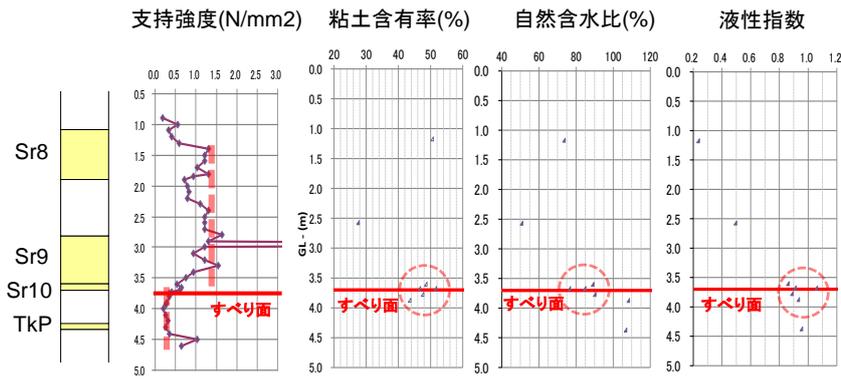


図6 すべり面付近の土質強度プロファイル (葉ノ木平 滑落崖)

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、すべり面となつ

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。

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しばしば観察された。

3. 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

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。

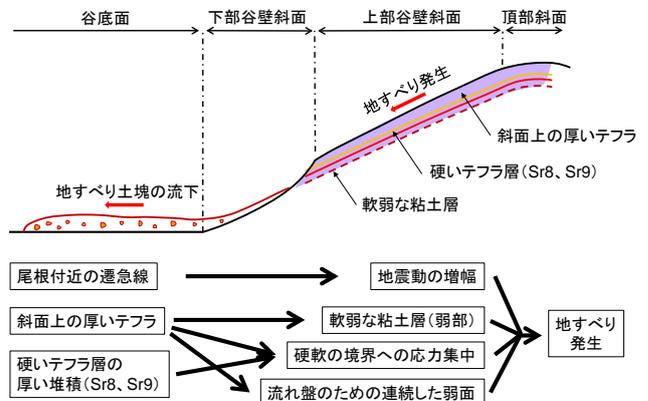


図7 地すべり発生要因の模式図

参考文献

- 1) 鈴木毅彦：那須火山のテフロクロノロジー、火山、37(5)、pp.251-263、1992
- 2) 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・本間宏樹：平成23年東北太平洋洋地震によって福島県白河市で発生した地すべりの地形・地質の特徴、地すべり学会講演集、pp.185-186、2011
- 3) 田村俊和：湿潤温帯丘陵地の地形と土壌ペドロジスト、31(2)、pp.135-146、1987

RESEARCH ON ESTIMATION OF OCCURRENCE PLACE AND TRAVEL DISTANCE OF FLOW-LIKE LANDSLIDES (2)

Budget : Grants for operating expenses General
account

Research Period : FY2011-2015

Research Team : Erosion and Sediment Control
Research Group (Landslide)

Author : TAKESHI Toshiya
SUGIMOTO Hiroyuki

Abstract : A number of landslides have occurred on 11th March in the Shirakawa Hills in Shirakawa City, Fukushima Pref. due to the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake. We conducted researches on the geomorphologic and geologic features and mobilization morphology of the landslides. Most of landslides in the Shirakawa Hill triggered by the earthquake are assumed to have occurred with slip surfaces in weathered and argillized part of tephra layers, which are deposited at heads of the valleys dissecting the hills.

Key words : Landslide induced earthquake, microtopographic classification, tephra, soft/hard boundary