

②-3 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(1)

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：雪崩・地すべり研究センター

研究担当者：野呂智之、丸山清輝、木村 誇、
畠田和弘

【要旨】

地すべり土塊が流動化した場合、被害が通常想定されているものよりも広範囲に及ぶことが予想されるため、行政の関心も高まっている。そこで、地すべりチームとの共同プロジェクトとして、流動化する地すべりの発生箇所と到達範囲の予測に関する研究を H23 年度から 5 カ年計画で開始した。H24 年度は、H24 年 3 月 7 日に発生した国川地すべり（新潟県上越市）の事例調査と、融雪地すべりにおける地すべり土塊移動距離の実態調査を実施した。

キーワード：流動化地すべり、発生要因、発生機構

1. はじめに

地すべり土塊が流動化した場合、被害が通常想定されているものよりも広範囲に及ぶことが予想されるため、行政の関心も高まっている。しかしながら、その要因や発生機構に未だ不明な点が多いため、現行の土砂災害防止法でも区域指定に関して流動化した地すべりは考慮されていない。

そこで、地すべりチームとの共同プロジェクトとして、流動化する地すべりの発生箇所と到達範囲の予測に関する研究を H23 年度から 5 カ年計画で開始した。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。本研究では、まず過去に発生した地すべり事例から、流動化した地すべりの事例を誘因（融雪、豪雨、地震）ごとに抽出する。抽出された事例について、発生箇所の地質・地形的特徴から地すべり土塊の流動の要因を明らかにする。さらに、これらの地すべりの発生機構を分析することで、流動化する地すべりの発生箇所および地すべり土塊の到達範囲の予測手法を開発する。最後に、開発された手法を用いて警戒避難等の対策について検討を行う。

初年度となる H23 年度は、地震が誘因となって起こる地すべりについて、地すべりの流動性を規定する要因と流動化する地すべりの発生機構を検討した。H24 年度は、H24 年 3 月 7 日に発生した融雪地すべりである国川地すべり（新潟県上越市）の事例調査^{1)～5)}と、融雪地すべりにおける地すべり土塊移動

距離の実態調査⁴⁾を実施した。

2. 研究目的

本研究の目的は、大規模な土砂災害の被害軽減と警戒及び避難体制の拡充を図るために、流動化する地すべりの発生箇所と到達範囲の予測方法を提案することである。

3. 研究方法

融雪地すべりの事例調査については、国川地すべりの現地調査を実施し、地すべり発生要因と発生機構を検討した。また、融雪地すべりにおける地すべり土塊移動距離の実態調査については、事例を収集し、地すべり土塊の移動距離と地すべり発生場との関係を検討した。

4. 研究結果

4.1 融雪地すべりの事例調査

平成 24 年（2012 年）3 月 7 日に、新潟県上越市板倉区国川地区で発生した地すべり（以下、国川地すべりとする）は、移動量が約 250m に達する大移動したものであった。この地すべりは、民家など 11 棟、県道、町道、水田、農業用水などに大きな被害を及ぼした。そこで、流動化地すべりの事例調査として、国川地すべりの発生状況、地すべり移動の推移、地すべり発生箇所の地形・地質、気象状況、国川地すべりの移動について調査・検討した。

4.1.1 地すべりの概要

写真-1 は、国川地すべりの全景を示したものであ

る。国川地すべりの規模は、幅約 150m、長さ約 500m、崩壊土砂量約 750,000m³と推定されている。また、地すべり末端部の移動量は約 250m に達した。

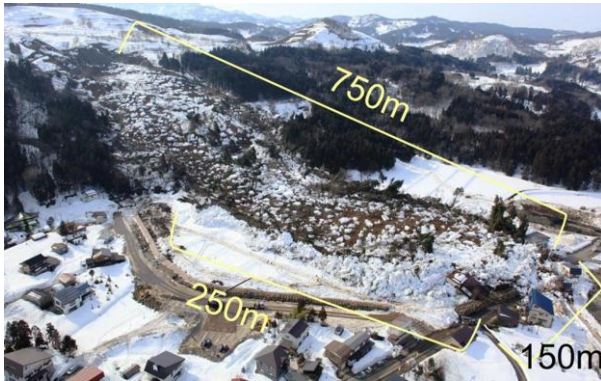


写真-1 国川地すべりの全景（新潟県撮影）

図-1 には、国川地すべり周辺の地質を示した。地すべり発生斜面の地質は、新第三紀の黒色泥岩（須川層、後期中新世～前期鮮新世）と第四紀の礫岩（猿橋層、前期更新世）であり、猿橋層は須川層を不整合に覆う。地すべり頭部付近では、北東－南西走向の木成断層があり、猿橋層と須川層が本断層で接している⁵⁾。

国川地すべりは、比高差約 130m（標高 70～200m）、斜面勾配約 12～13° の斜面中腹部（滑落崖頂部の標高 175m）で発生した。地すべりが発生した斜面を含む周辺の山体は、約 25 年前（1987 年頃以降）から砂利採



図-1 国川地すべり周辺の地質

取場として利用されており、現在の稜線部の地形は人為的に改変されている。砂利採取が開始される以前の地形では、木成断層の走向に沿って急崖地形が発達していた。

また、国川地すべりの発生した場所は、山地斜面が扇状地と接する領域である。地すべりが移動した扇状地の水田は、完新世以降に発達した関川支川の扇状地の堆積物上にあり、被災した家屋のある地点までの区間の勾配は約 3～4 度である。

4.1.2 地すべりの移動の推移

国川地すべりの発生は、3 月 7 日午前に発生した斜

面頭部の段差（約 5cm）を伴う亀裂によって確認された。この亀裂の段差は 7 日夕刻には約 8～10m にまで広がり、8 日には落差約 30m の滑落崖が形成された。地すべり発生当初、地すべり斜面末端部は斜面下方の水田まで到達していなかったが、8 日 15 時頃には山脚部で土塊の押し出しによる積雪の隆起が確認された。地すべりの移動はその後さらに継続し、10 日未明には地すべり斜面末端部の雪塊が家屋のある地点に到達した。地すべりの移動はその後継続し、地すべり末端部では雪塊や破壊された家屋の一部が県道や用水路に被害を及ぼした。

表-1 は、地すべり斜面末端部における地すべり発生から概ね停止するまでの移動杭及び GPS による移動観測結果を示したものである。地すべりの移動速度は、地すべり土塊が斜面から水田へと移動した 3 月 8 日午後～9 日に最大値 10～15m/時に達した。3 月 10～12 日には地すべり末端部が家屋のある地点に到達し、

表-1 地すべり斜面末端部の移動状況

期間	移動状況
3 月 7 日	地すべり頭部の滑落
3 月 8 日午後～9 日	地すべり末端部が斜面から水田へと移動 推定移動速度：10～15 m/時
3 月 10～12 日	末端部が住宅に到達、住宅を壊しながら移動 移動杭観測による移動速度：5～20 m/日
3 月 13～15 日	末端部が破壊した住宅とともに県道に到達 移動杭観測による移動速度：2～7 m/日
3 月 16～19 日	移動は継続するが、日ごとに減速 GPS データによる移動速度：36～756 mm/日
3 月 20～31 日	末端部の移動がほぼ停止 GPS データによる移動速度：0.2～1.8 mm/日

家屋を壊しながら移動した時点では移動速度が 5～20m/日となった。その後、移動速度は徐々に小さくなり、3 月 20～31 日には地すべり末端部の移動はほぼ停止状態になった。

4.1.3 気象状況等

4.1.3.1 降雪量、積雪深

表-2 には、高田及び関山観測所における平成 23 年までの年最大積雪深と総降雪量の平年値と本地すべりが発生した積雪期間平成 23～24 年の観測値⁶⁾を示した。なお、各観測所の位置は、図-2 に示す。関山観測所での総降雪量は平年値の約 1.2 倍であり、年最大積雪深は平年値の約 1.6 倍を記録した。また、高田観測所での総降雪量は平年並みであったが、年最大積雪深は平年値の約 1.8 倍を記録した。なお、積雪は国川地すべりが発生した平成 24 年 3 月 7 日時点でも、関山観測所で 225cm、高田観測所で 121cm であり、平年の最大積雪深と同等であった。なお、国川地区でも 200cm 近くの積雪があったことが確認されている。

表-2 高田及び関山における降雪量と積雪深

区分	観測項目	観測所	
		高田	関山
今冬(H23～24年)	最大積雪深(cm)	222	347
	地すべり発生日(3月7日)の積雪深(cm)	121	225
	総降雪量(cm)	654	1,368
平年値(1981～2010年の平均値)	年最大積雪深(cm)	122	216
	総降雪量(cm)	635	1,172

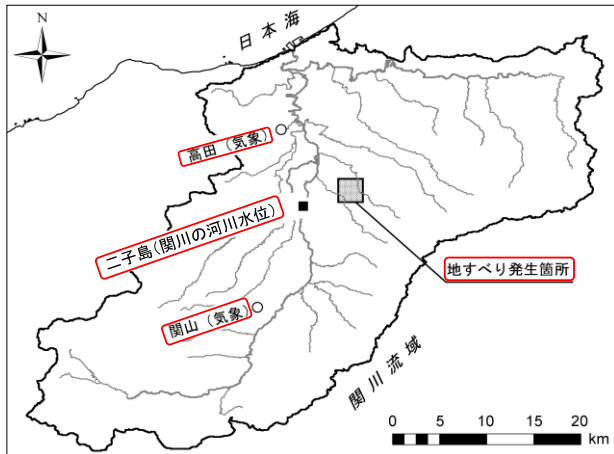
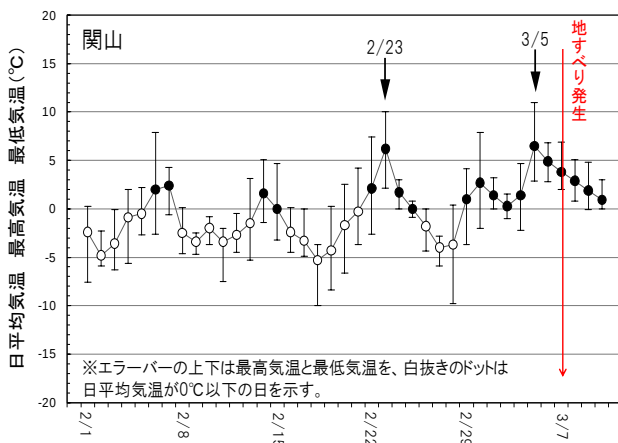


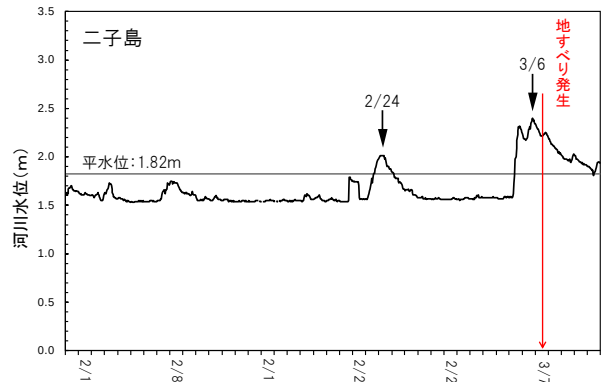
図-2 観測所の位置

4.1.3.2 融雪に伴う河川水位の変化

図-3(a)、(b)は、平成24年2月1日～3月10日の期間における関山観測所の気温及び二子島観測所⁷⁾(図-2に位置を示す)の河川水位を示したものである。河川水位は、2月23日、3月5日の気温上昇に伴い、それぞれの翌日をピークとした平水位を超える上昇が認められる。3月5日以降の河川水位は5日午前には上昇が始まり6日夜半にピークを迎え、その後は低下したが、10日までの5日間以上にわたって平水位を超える水位が継続した。



(a) 気温の変化



(b) 河川水位の変化

図-3 関山観測所の気温及び二子島観測所の河川水位の変化

これらのことから、融雪水量が2月下旬以降の気温上昇に伴って急激に増加したことが推定され、このことが、今回の地すべり発生につながったと考えられる。

4.1.4 地すべりの履歴

図-4には、国川地すべり周辺の地すべり履歴を検討するために、周辺地形について空中写真判読を行った結果を示した。使用した空中写真は昭和50年9月撮影のものであり、斜面上部での砂利採取が開始されていない時期の写真である。地形判読結果からは、国川地すべりは古い大規模な地すべり地形の北側側部に位置することが推定された。大規模な地すべりの規模は幅約1,200m、奥行き約700mであり、この地すべり地形中央部に位置する福王寺地区集落の上位斜面には規模が幅約300m、奥行き約880mの地すべり地形(以下、福王寺ブロックとする)が認められる。なお、福王寺ブロック末端部の扇状地への張り出し部の長さは、国川すべりと同程度である。この他、大規模地すべりの南側側部では地すべりブロックの分化が不明瞭であり、侵食が進んでいる。

これらのことから、国川地すべりは過去に発生した大規模地すべりの北側側部が再滑動したものであり、この大規模地すべりの中央部でも過去に国川地すべりと同様な地すべりが発生していたことが推定される。

4.1.5 国川地すべりの移動機構

国川地すべりは、地すべりが発生した3月7～22日までの期間に先端部で約250mの大きな移動を生じた。そこで、国川地すべりの移動機構について検討した。

図-5は主測線縦断面図、図-6は平面図、図-7は地すべり斜面下部の地質状況(BV-24-8)をそれぞれ示したものである。地すべり斜面下部のすべり面は、地す

②-3 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 (1)

べり前地表面（標高から推定）下約 1.5mに位置し、軟弱な沖積粘土層内に形成されたと推定される。この沖積粘土の土かぶり圧は小さいため、せん断強さが非常に小さいことが推定される。また、地すべり斜面下

部の勾配は約 3～4 度であるが、すべり面のせん断強さが非常に小さいため、地すべり斜面下部は滑動力を急減させるような抵抗部になっていない。これらのことから、地すべりの移動は、滑動力が地すべり斜面下

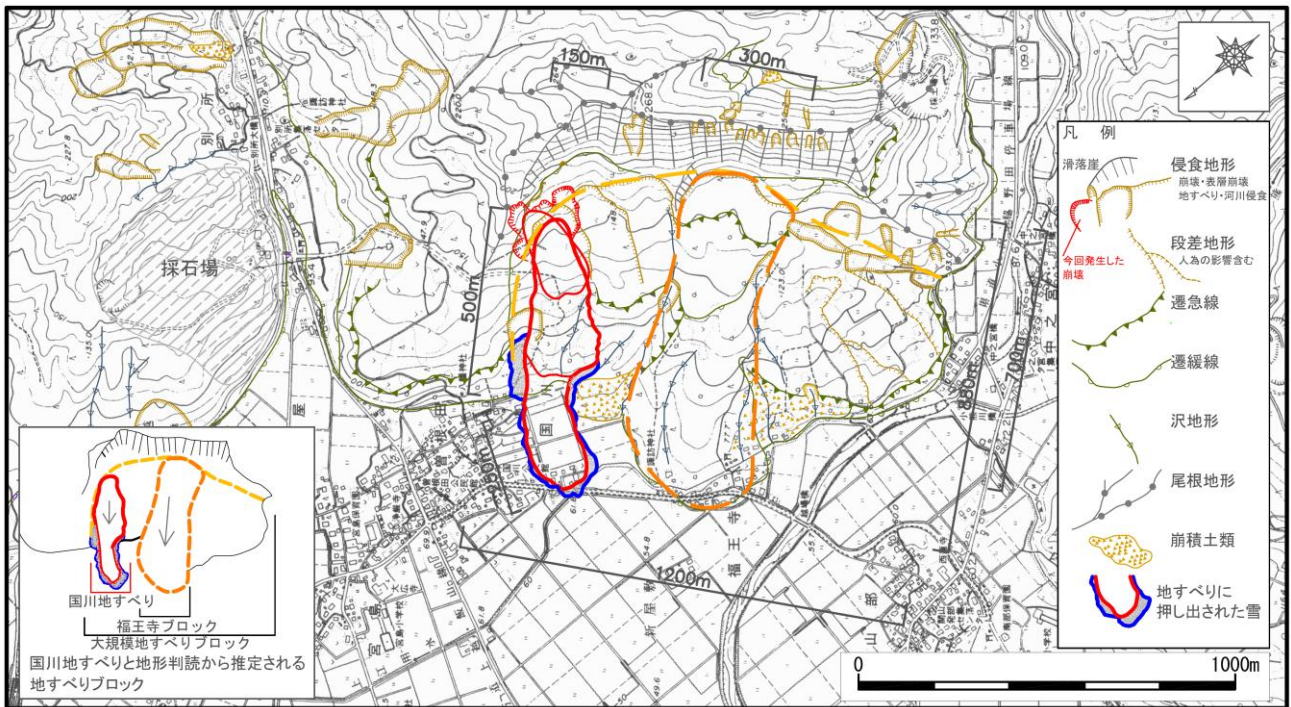


図-4 地形判読結果

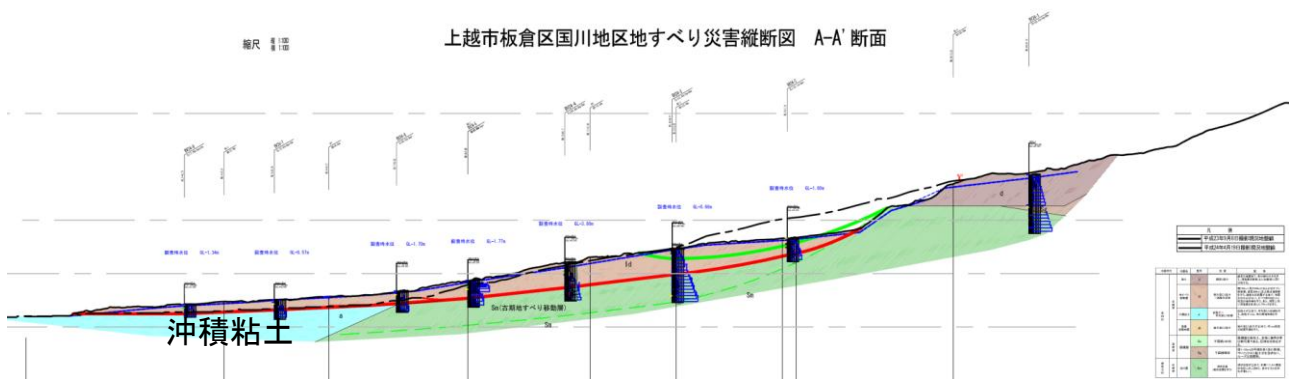


図-5 主測線縦断面

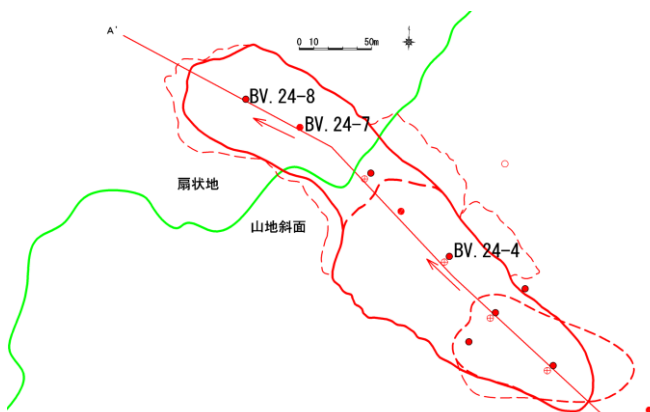


図-6 平面図

BV24-8号孔

T.P. +71.06m
Dep. = 12.00m

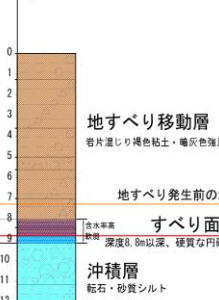


図-7 地すべり斜面下部の地質状況 (BV-24-8)

部すべり面の小さなせん断強さと釣り合うまで生じたと推定される。

表-3 には、地すべり斜面下部におけるすべり面のせん断強さの推定される変化を示した。地すべり発生前のすべり面になる深度の沖積粘土は土かぶり圧＋積雪により圧密されており、この上載荷重に対応したせん断強さになっている。地すべり土塊到達直後のすべり面では土かぶり圧＋積雪＋到達した地すべり土塊の上載荷重になるが、すべり面の透水性が悪いことから到達した地すべり土塊の上載荷重は間隙水圧を上昇させる。このため、有効応力は変化しない。したがって、すべり面のせん断強さは、地すべり前のものと同じになっている。このことから、滑動力に比べてすべり面のせん断強さが小さいため、地すべりの移動速度が大きい状態が長く続くことになる。実際に移動杭の観測では、3月8日午後～9日の移動速度が10～15m/時になった。地すべり土塊到達後は、地すべり土塊の上載荷重により徐々に圧密が進行するため、間隙水圧が低下し有効応力は増大する。このため、すべり面のせん断強さは圧密の進行により徐々に土かぶり圧＋積雪＋到達した地すべり土塊の上載荷重に対応したものとなり、次第に滑動力とすべり面のせん断強さが釣り合うようになるため、地すべり移動は収束に向かう。

これらのことから、国川地すべりが短期間で大移動した機構は、地すべり斜面下部のすべり面のせん断強さの推移により説明できると考えられる。

表-3 地すべり斜面下部すべり面における推定されるせん断強さの変化

地すべりの状況	すべり面の応力状態	すべり面のせん断強さ
地すべり発生前	土かぶり圧＋積雪により圧密されている。	土かぶり圧＋積雪に対応したせん断強さ。
地すべり土塊到達直後	地すべり土塊の上載荷重が急激に加わるが、土塊の透水性が悪いため間隙水圧が上昇し有効応力は変化しない。	土かぶり圧＋積雪に対応したせん断強さ(非圧密・非排水状態)。地すべり前と同じ。
地すべり土塊到達後	地すべり土塊の上載荷重により徐々に圧密が進行することで、間隙水圧が低下し有効応力は増大する。	圧密の進行により、徐々に土かぶり圧＋積雪＋地すべり土塊圧に対応したせん断強さになり、次第に移動量が小さくなる。

表-3 に示したすべり面のせん断強さの推移を、せん断試験により確認した。なお、せん断試験には、間隙水圧が精度高く計測できる単純せん断試験を用いた。また、せん断試験に用いた試料は、地すべり斜面先端部で絞り出されていた粘土を採取したものである。

表-4 は、試料の物理試験結果を示したものである。

試料は、砂質粘土に分類される。

表-4 試料の物理試験結果

試料番号	国川
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.569
自然含水比 w_n (%)	51.3
礫分 (2~75mm) (%)	0.0
砂分 (0.075~2mm) (%)	22.8
シルト分 (0.005~0.075mm) (%)	32.9
粘土分 (0.005mm 未満) (%)	44.3
最大粒径 (mm)	2.00
50%粒径 D_{50} (mm)	0.0067
液性限界 w_L (%)	84.2
塑性限界 w_P (%)	30.3
塑性指数 IP	53.9
地盤材料の分類名	砂質粘土 (高液性限界) CHS

図-8 には、単純せん断試験の結果を示した。せん断試験は等方圧密非排水試験とし、載荷速度は0.1%/minとした。なお、供試体は、試料に蒸留水を加えた後、礫分を取り除くために425 μ mのフルイを通過させスラリー化させ、その後予圧密装置で10kN/m²で圧密し成形して作成した。また、供試体の飽和化は二酸化炭素と脱気水により行い、間隙水圧係数は $B \geq 0.95$ になるようにした。この他、せん断試験における圧密圧力は、積雪が2.5m(密度4.9kN/m³)あり、すべり面が地すべり前の地表面下約1mに形成されたとして20kN/m²とした。

せん断試験では、表-3をもとに地すべり発生前、地すべり土塊到達直後についてせん断強さの確認をした。すべり面における載荷圧は、地すべり発生前については土かぶり圧＋積雪荷重として $\sigma_0 = 20$ kN/m²を等方載荷し、その後に地すべり土塊到達直後を想定して移動土塊厚8.5mが到達したとして更に153kN/m²を加えた $\sigma_1 = 173$ kN/m²を等方載荷した。その間の間隙水圧は、地すべり発生前の $u_0 = 0$ から地すべり発生直後(地すべり土塊移動開始直前)の $u_1 = 153$ kN/m²に上昇している。このことから、地すべり土塊移動開始直前の有効応力 σ_1' は $\sigma_1 - u_1 = 20$ kN/m²となり、地すべり発生前の有効応力 σ_0 と変わっていない。この状態でせん断を開始し、せん断強さはピーク強さ破壊強度線まで達した。これらのことから、地すべり土塊到達直後におけるすべり面のせん断強さは、地すべり発生前のせん断強さと同じであったことが分かる。地すべり土塊到達後のすべり面のせん断強さについては試験をしていないが、すべり面の圧密の進行により有効応力が徐々に土かぶり圧＋積雪＋地すべり土塊

圧となり、残留強さ破壊強度線上のせん断強さまで上昇すると考えられる。

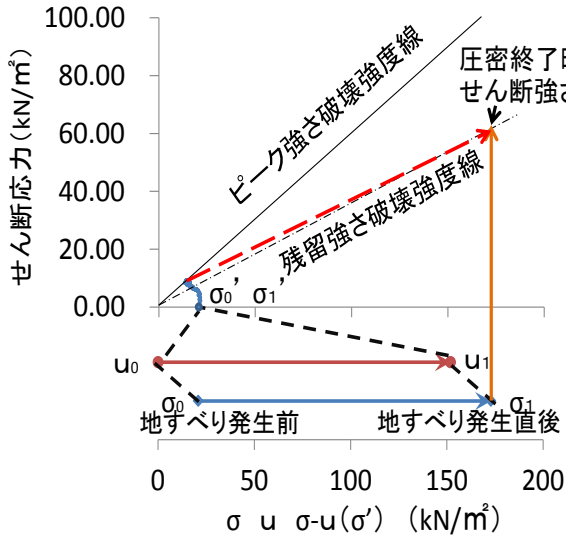


図-8 単純せん断試験の結果

以上のせん断試験の結果から、国川地すべりが短期間で大移動した機構は、地すべり斜面下部のすべり面のせん断強さの推移により説明できることが確認された。

4.2 融雪地すべりにおける地すべり土塊移動距離の実態調査⁹⁾

収集された事例は1947～2012年までの66年間にわたるものであり、主に災害申請及び地すべり災害関連緊急地すべり対策事業として申請された融雪地すべりである。なお、地すべり斜面の規模や土塊の移動距離が記載されていないものは除いた。この他、検討に用いた各事例の発生日時、発生位置、地すべりの発生域と地すべり土塊の移送堆積域の範囲、発生域の水平斜面長、および土塊の移動距離は、災害関連事業の報告書資料および国内学術誌などに掲載された論文をもとに調べた。

図-9には、収集された地すべり地の分布と道県別の事例数の割合を示した。収集された事例数は75であり、これに2012年3月に発生した国川地すべり(新潟県)を加え事例数は76となった。事例を道県別に整理した結果、新潟県が全体の46%を占め、次いで山形県と長野県がそれぞれ全体の12～13%を占めた。

4.2.1 地すべり土塊移動距離に関する検討

図-10は、地すべり土塊の移動距離の頻度分布と累積比率を示したものである。76事例の移動距離の範囲は0～6,500mであり、100m以上移動したものは全体の27%、1,000m以上移動したものが全体の4%で

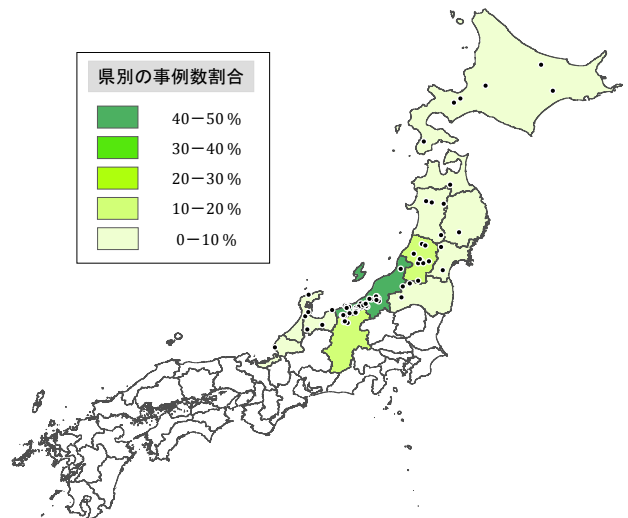


図-9 調査地すべり地の分布と道県別事例数の割合

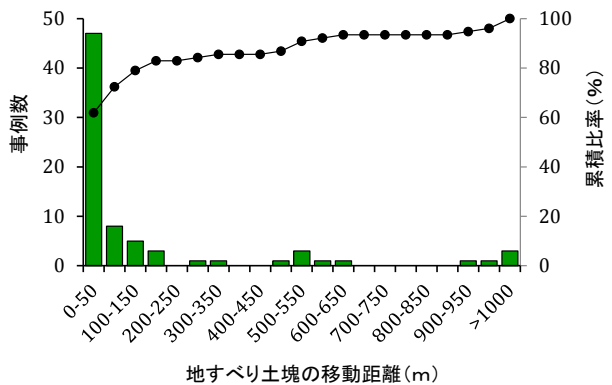


図-10 地すべり土塊移動距離の頻度分布と累積比率である。

4.2.2 地すべり土塊の移動経路と移動距離に関する検討

収集された事例を整理する中で、地すべり土塊の移動距離は、地すべり土塊の移動経路(地すべり発生域末端から移送堆積域)の違いにより大きく異なる傾向が認められた。また、移動経路としては、大別すると溪流、沖積扇状地を含む河川の谷底部、斜面に区分できると考えた。そこで、地すべり土塊の移動経路を以下に示す方法により区分し、地すべり土塊の移動経路と移動距離との関係について検討した。

解析対象範囲は、収集された事例の位置をもとに北海道、東北、信越、北陸地方の12道県とした。まず、国土交通省が提供する国土数値地図河川データを用いて河川の流路線を抽出した。このデータは、国土地理院発行の2万5千分の1地形図に示されている流路線をデジタル化したものである。この流路線は、GISソフトの水文解析ツールで得られる流路線と比較すると、集水面積の最小単位を0.1 km²に設定した場合の結果と最

も対応が良いことから、概ね 0.1 km^2 以上の規模の集水面積をもつ流路を表現していると考えられる。このため、集水面積が 0.1 km^2 未満の小規模な溪流については、 10m メッシュ単位のDEMをもとにGISソフト上で求めた平面曲率の分布から抽出した。平面曲率は斜面の水平断面の凹凸形状を表す地形量であるため、溪流や谷地形をそれらの集水面積の大小に関わらず抽出することができる。

溪流は、求められた平面曲率が -0.01 以下の明瞭な谷地形のセルの中で、谷地形のセルが 100m 以上連続して分布し、河川の流路線と合流する場合とした。土石流危険溪流の判定などの目的で溪流を抽出する場合、溪流は地図上の等高線の歪みの幅よりも斜面上方への奥行きが大きくなる箇所を溪流（一次谷）とみなすのが一般的である。また、平面曲率が -0.01 以下の地点を溪流とみなすと、ここでの溪流は等高線を基準に判定した溪流の内、谷幅が 127m 未満でかつ兩岸の斜面勾配が 17.5° 以上のものに一致する。

これらのことから、河川の流路線と平均曲率から抽出した溪流の流路線が重複するセルも全て溪流とした。

河川の谷底部は、河川の流路線が通る区間において勾配 10° 以下の平坦面に含まれるセルとした。

斜面は、勾配の緩急に関わらず溪流と河川の谷底部のいずれにも該当しなかったセルとした。

これらの地形区分方法にもとづいて、収集した事例の地すべり発生域末端から移送堆積域を、溪流、沖積扇状地または河川の谷底部、斜面の3ケースに区分した。なお、地すべり土塊の移動がほとんどなかった事例の区分は、発生域の末端が接するセルの地形区分結果によって決定した。

写真-2は、地すべり土塊の移送堆積域が溪流に区分されたケース（ケース溪流とする）の事例として、下倉地すべり（新潟県）の斜め写真を示したものである。地すべりは斜面上部で発生し、地すべり土塊が溪流部を移動している。



写真-2 ケース溪流の事例 下倉地すべり
(新潟県)

図-11には、ケース溪流の地すべり発生源斜面長と地すべり土塊移動距離との関係を示した。地すべり土塊移動距離が $6,500\text{m}$ の事例（妙高土石流災害 S53 年発生 新潟県）を除くと、地すべり発生源斜面長に対する地すべり土塊移動距離の最大値は、図中のプロットされた点の上限を示す直線（上限線とする）の右側に概ね沿うように位置している。ちなみに、これらの事例の多くは、土砂災害警戒区域の指定基準における地すべりの最大移動距離 250m を超えている。

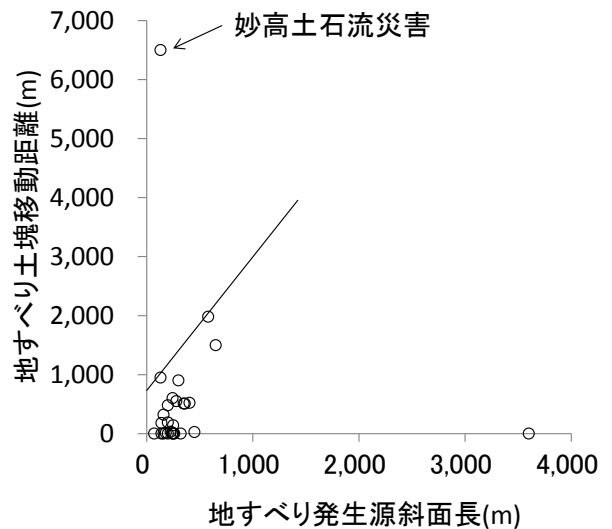


図-11 ケース溪流の地すべり発生源斜面長と地すべり土塊移動距離との関係

写真-3は、地すべり土塊の移送堆積域が扇状地または谷底部に区分されたケース（ケース扇状地または谷底部とする）の事例として、国川地すべり（新潟県）の斜め写真を示したものである。地すべりは、斜面中腹部で発生し、斜面下の沖積土扇状地を移動している。



写真-3 ケース扇状地または谷底部の事例
国川地すべり（新潟県）

図-12には、ケース扇状地または谷底部の地すべり発生源斜面長と地すべり土塊移動距離との関係を示した。地すべり発生源斜面長に対する地すべり土塊移動距離の最大値は、上限線の右側に沿うように位置している。ちなみに、融雪地すべり事例調査を実

施した国川地すべりの地すべり土塊移動距離 250m は上限線の近くに位置していることが分かる。また、この上限線上の事例の最大移動距離は、土砂災害警戒区域の指定基準における地すべりの最大移動距離である 250m を超えていない。

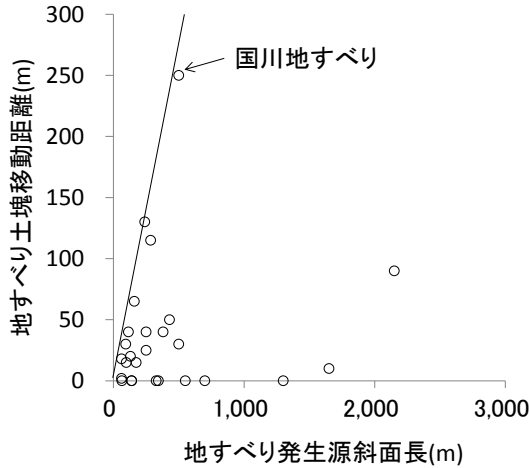


図-12 ケース扇状地または谷底部の地すべり発生源斜面長と地すべり土塊移動距離との関係

写真-4は、地すべり土塊の移送堆積域が斜面に区分されたケース（ケース斜面とする）の事例として、蓬平地すべり（新潟県）の斜め写真を示したものである。地すべりは斜面上部で発生し、斜面下部を移動している。

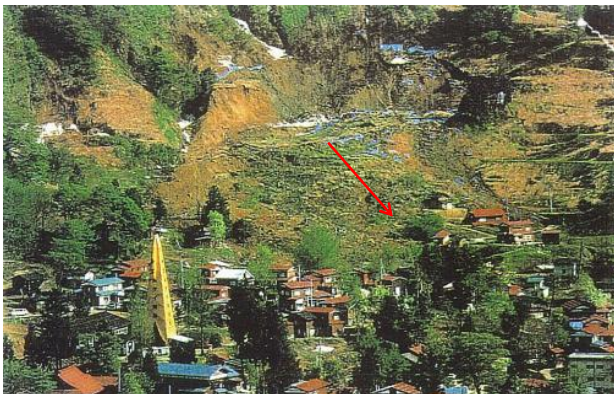


写真-4 ケース斜面の事例 蓬平地すべり

(新潟県)

図-13 には、ケース斜面の地すべり発生源斜面長と地すべり土塊移動距離との関係を示した。地すべり発生源斜面長に対する地すべり土塊移動距離の最大値は、上限線の右側に沿うように位置している。ちなみに、この上限線上の事例の最大移動距離は、土砂災害警戒区域の指定基準における地すべりの最大移動距離である 250m を超えていない。

以上のことから、地すべり土塊の移送堆積域を溪流、扇状地または谷底部、斜面のケースに区分した

結果、ケース扇状地または谷底部とケース斜面の各事例については、土砂災害警戒区域の指定基準における地すべりの最大移動距離である 250m を超えていないことが確認された。しかしながら、ケース溪流の事例については、地すべり発生源斜面長と地すべり土塊移動距離との関係における上限線上の事例が土砂災害警戒区域の指定基準における地すべりの最大移動距離 250m を超えていた。これらのことから、土砂災害警戒区域の指定基準における地すべりの最大移動距離 250m を超える地すべりは、溪流を地すべり土塊移送堆積域とするものであることが分かった。

表-5 には、各移送堆積域に到達した地すべりの滑動履歴を示した。溪流については、滑動履歴がない初生地すべりが 3 件 (11%)、再滑動が 25 件 (89%)、沖積扇状地または河川の谷底部については、初生地すべりが 7 件 (27%)、再滑動が 19 件 (73%)、斜面については、初生地すべりが 5 件 (23%)、再滑動が 17 件 (77%) である。

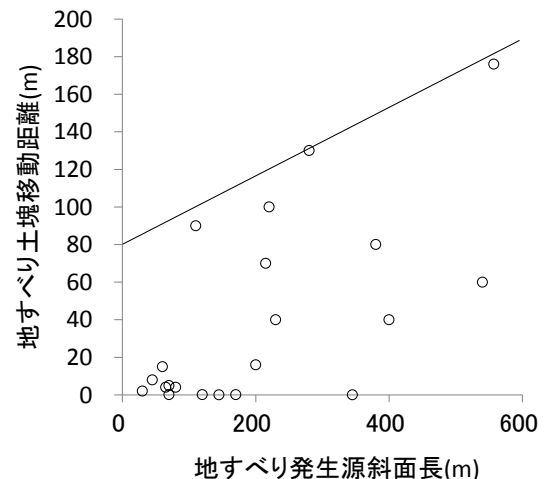


図-13 ケース斜面の地すべり発生源斜面長と地すべり土塊移動距離との関係

表-5 各ケースの滑動履歴

移送堆積域	初生	再滑動	合計
溪流	3(11%)	25(89%)	28
扇状地または河川谷底部	7(27%)	19(73%)	26
斜面	5(23%)	17(77%)	22
合計	15(20%)	61(80%)	76

これらのことから、全体では再滑動した地すべりが 80% を占め、今回調査した融雪地すべり事例の発生箇所の多くは既存の地すべり地形内であることが分かった。

5. まとめ

流動化する地すべりの発生要因と流動化地すべりの土塊の到達範囲について検討するために、H24 年 3 月 7 日に発生した融雪地すべりである国川地すべり（新潟県上越市）の事例調査と、融雪地すべりにおける地すべり土塊移動距離の実態調査を実施した。以下に、その結果を示す。

- (1) 事例調査を実施した国川地すべりは過去に発生した大規模地すべりの北側側部が再滑動したものであり、この大規模地すべりの中央部でも過去に国川地すべりと同様な地すべりが発生していたことが推定された。
- (2) 国川地すべりが短期間で大移動した機構は、単純せん断試験により地すべり斜面下部のすべり面のせん断強さの推移から説明できることが確認された。
- (3) 融雪地すべりにおける地すべり土塊移動距離の実態調査では、各事例の地すべり土塊の移送堆積域を調べ、溪流、沖積扇状地または河川の谷底部、斜面の 3 ケースに区分した。その結果、各ケースの最大移動距離は地すべり発生源斜面長から概略的に推定できる可能性があることが分かった。
- (4) ケース扇状地または谷底部とケース斜面の各事例については、土砂災害警戒区域の指定基準における地すべりの最大移動距離である 250m を超えていないことが確認された。しかしながら、ケース溪流の事例の多くは、土砂災害警戒区域の指定基準における地すべりの最大移動距離 250m を超えていた。
- (5) 土砂災害警戒区域の指定基準における地すべりの最大移動距離 250m を超える地すべりは、溪流を地すべり土塊移送堆積域とするものであることが分かった。
- (6) 今回調査した融雪地すべりの発生箇所は、既存の地すべり地形内が多く、事例全体の 80% を占めた。

6. 今後の課題

今後は、地震により流動化する地すべりについても、地すべり土塊の到達範囲と地すべり発生箇所の予測手法について検討し、流動化地すべりによる被害の軽減策に繋げていく計画である。

参考文献

- 1) 木村 諤、畠田和弘、丸山清輝、野呂智之、中村明：2012年3月新潟県上越市で発生した融雪地すべりの特徴、土木技術資料、第54巻、第7号、pp. 36～41、2012
- 2) 畠田和弘、木村諤、丸山清輝、野呂智之、中村明：平成24年3月7日新潟県上越市板倉区国川地区で発生した融雪地すべり、日本地すべり学会誌、Vol. 49、No. 5
- 3) 野呂智之、丸山清輝、伊東靖彦、池田慎二、木村諤、畠田和弘：豪雪地帯で発生する地すべり、雪崩の特徴—近年の災害発生状況と研究課題—、土木技術資料、第54巻、第10号、pp. 22～25、2012
- 4) 畠田和弘、木村 諤、丸山清輝、野呂智之：地すべり土塊の移動を規制する要因、第51回日本地すべり学会研究発表会講演集、pp. 246～247、2012
- 5) 丸山清輝、野呂智之、木村 諤、畠田和弘：平成24年3月7日新潟県上越市板倉区国川で発生した地すべり、新潟応用地質研究会誌、第78号、pp. 7～14
- 6) 竹内圭史、加藤碩一（1994）：高田東部地域の地質、地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）、地質調査所、pp. 6、44、67
- 7) 気象庁ホームページ（2012年4月10日閲覧）：気象統計情報、<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>
- 8) 国土交通省ホームページ（2012年4月10日閲覧）：水文水質データベース、<http://www1.river.go.jp/> pp. 248～249、2012
- 9) 木村 諤、畠田和弘、丸山清輝、野呂智之：融雪地すべりの移動距離と発生場に関する検討、第51回日本地すべり学会研究発表会講演集、pp. 248～249、2012

RESEARCH ON PREDICTION OF OCCURRENCE SITES AND RUNOUT RANGES OF LANDSLIDES WITH HIGH MOBILITY

Budgeted : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2011-2015

Research Team : Erosion and Sediment Control

Research Group (Snow Avalanche
and Landslide Research Center)

Author : Tomoyuki NORO

Kiyoteru MARUYAMA

Takashi KIMURA

Kazuhiro HATADA

Abstract : Because impacts of landslides with high mobility threaten to reach further than generally expected, the government's concerns for risks of such landslides has grown. Through the concern, 5-years collaborative research with the Landslide Research Team started in 2011. In the last year (FY2012), we conducted field observations of the Kokugawa landslide, occurred on 7th March 2012 in Joetsu city, Niigata. We also analyzed landslide travel distances based on records of past landslide disasters that occurred during snowfall/snowmelt periods.

Key words : landslide with high mobility, control factor, occurrence mechanism