

特集：時々刻々変化する土砂災害リスクを把む

沖積扇状地で停止する地すべり土塊の到達範囲

畠田和弘・木村 誇・桂 真也・丸山清輝・秋山一弥

1. はじめに

地すべりの中には、移動土塊が長距離を移動する事例が見られる¹⁾。2012年3月に新潟県上越市板倉区国川地区で発生した地すべり(国川地すべり)は、写真-1に示すように、土塊が東頸城丘陵の斜面から高田平野東縁部の沖積扇状地へ移動し、土塊の水平到達距離が250mに達した。これにより、住宅、水田、県道、用水路などに多大な被害を及ぼした^{2),3)}。

高田平野の東縁部では、国川地すべりと同様に、沖積扇状地で停止した地すべりが数多く分布している。例えば写真-1に示すように、国川地すべりの南(写真では上方)に隣接する斜面において、過去に地すべり土塊が沖積扇状地へ移動し、停止したと推定される地すべり地形が認められる。沖積扇状地では土地利用が進んでおり、地すべり発生時には多大な被害が生じやすい。このため、長距離を移動する地すべりの到達範囲を整理・分析することは、地すべり土塊の到達範囲の実態を明らかにし、警戒避難体制の推進を図る上で重要である。

本研究では、高田平野の東縁部において地すべり地形の判読と現地踏査を行い、地すべりの発生域と到達範囲との関係を整理した。その上で、土塊の到達範囲について考察を加えた。

2. 調査地の概要

図-1には、調査範囲を示した。調査範囲は、高田平野の東縁部に位置する標高100～250mの緩やかな丘陵地(東頸城丘陵)の中の、延長約16km(南西-北東方向)の範囲である。東頸城丘陵は地すべりの多発地帯であり、数多くの地すべり地形が分布する。地質は新第三紀の泥岩層(須川層)と、その上部に位置する第四紀更新世の礫岩(猿橋層)から成る。また、高田平野東縁部では、丘陵地を流下する河川により沖積扇状地が形成さ

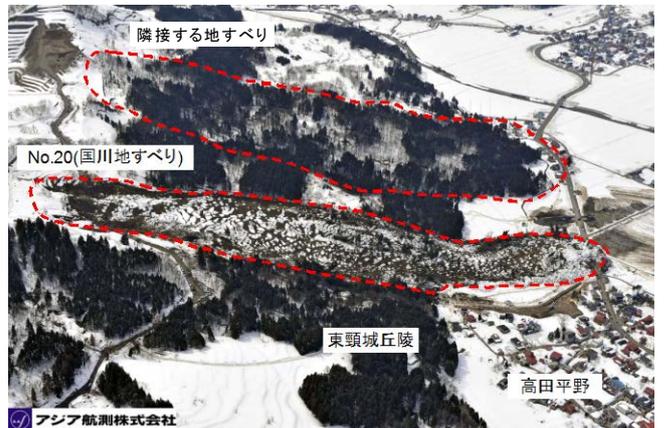


写真-1 国川地すべりと隣接斜面の地すべり地形 (2012年3月16日、撮影：アジア航測(株))



図-1 調査範囲

れている。これらの地形及び地質が調査範囲には連続しており、沖積扇状地で停止した地すべりが数多く分布している。

3. 調査方法

1975年、1976年、2010年撮影の空中写真を用いた地形判読により、地すべり土塊が沖積扇状地で停止した地すべり地形の抽出を行った。また、抽出された地すべり地形及び土塊の到達範囲を現地踏査により確認し、必要に応じて修正した。

図-2 は、地すべり土塊の移動経路における地すべり地形の区分方法と計測方法について示したものである。地すべり地形が発生域(地すべりが発生した範囲)と堆積域(地すべり土塊が堆積した範囲)に区分されるタイプ I と、発生域、移送域(地すべり土塊が移動した範囲)、堆積域に区分さ

Investigation of deposition area of landslide masses on an alluvial fan

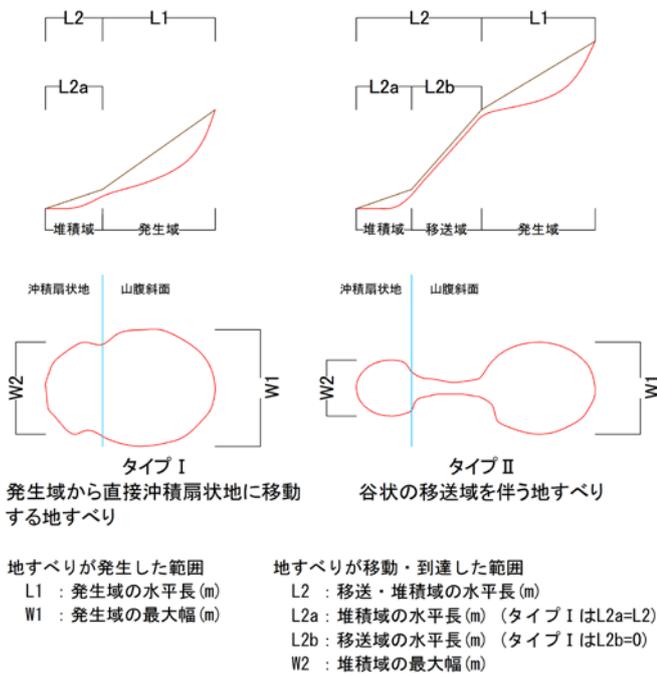


図-2 地すべり土塊の移動経路による地すべり区分と地形の計測方法

れるタイプ II に大別した。また、空中写真による地形判読結果を地形図(縮尺 1:10,000)上に記入し、発生域と移送域及び堆積域に区分して、水平長と最大幅を図上でそれぞれ計測した。

4. 調査結果及び考察

4.1 地すべり地形の抽出

図-3 には、抽出された地すべり及び調査地の地すべり分布概況(①~⑥)を示した。②、④、⑤の区域は地形の改変が著しいため、本研究の対象外とした。これら以外の区域において、No.1~27 の計 27 カ所の地すべりが抽出された。タイプ II の地すべりは、No.1、2、5、8 の 4 カ所であり、それ以外はタイプ I の地すべりである。国川地すべりは No.20 であり、タイプ I の地すべりである。発生域が最大の地すべりは、写真-1 にも示した No.21 の地すべり(L1=712m, W1=408m)である。

4.2 水平長

図-4 は、地すべり発生域の水平長(L1)と移送・堆積域の水平長(L2)または堆積域の水平長(L2a)との関係を示したものである。タイプ I の地すべりは、L1 が大きくなるのに伴い L2 も大きくなる傾向があるものの、L2 が L1 を超えるものはない。

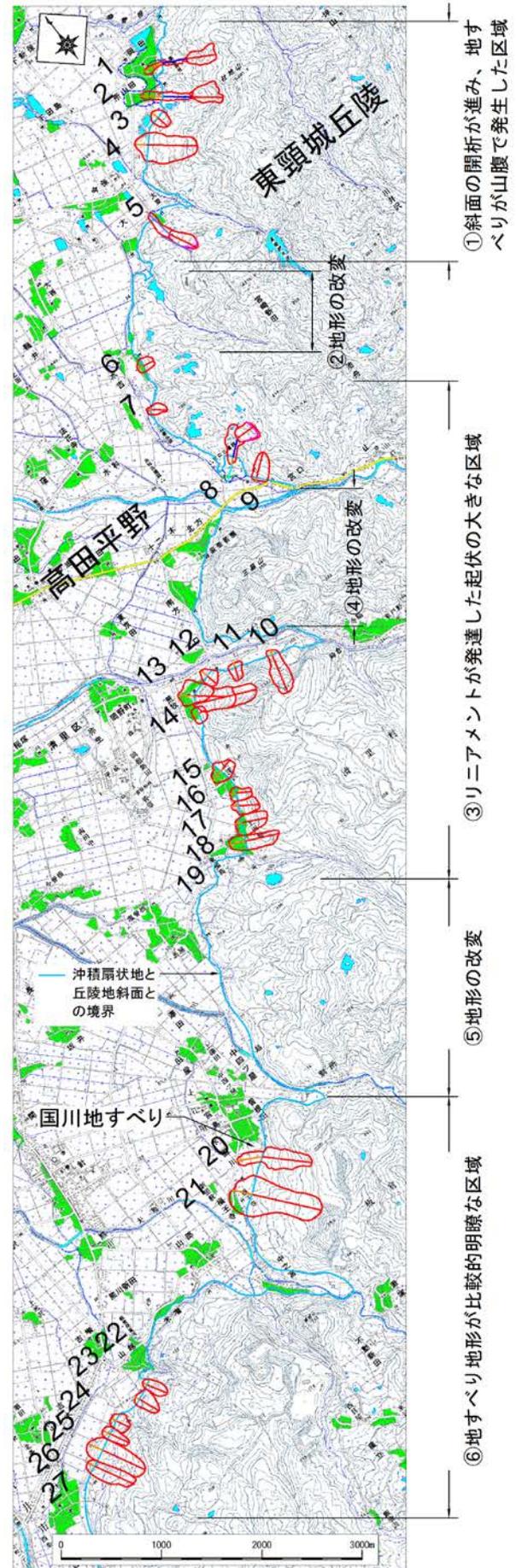


図-3 沖積扇状地で停止した地すべりの分布(縮尺 1:10,000 で作図した後、1:25,000 地形図に転記)

一方、タイプⅡの地すべりは、3カ所でL2がL1を超えて長距離を移動している。ただし、L2から移送域を除いた堆積域の水平長であるL2aはいずれもL1より小さくなっているため、概ねタイプⅠの範囲に含まれていることが分かる。これらのことから、タイプⅡのL2がタイプⅠに比べて大きいのは、タイプⅡに移送域があるためと考えられる。

国川地すべりのL2は250mであり、タイプⅠの地すべりの中で最大であった。また、タイプⅡのL2aと比較しても、大きいことが分かる。このように国川地すべりは、沖積扇状地での水平到達距離が長いことが特徴である。

4.3 最大幅

図-5は、地すべり発生域の最大幅(W1)と堆積域の最大幅(W2)との関係を示したものである。タイプⅠの地すべりは、W1が大きくなるのに伴いW2も大きくなる傾向があり、概ね1:1のラインに沿ってプロットされている。このことから、タイプⅠのW2はW1とほぼ同じであることが分かる。これは、タイプⅠの地すべりは土塊が斜面から沖積扇状地に直接移動したため、発生域の形状がほぼ保持されたためと考えられる。

一方、タイプⅡの地すべりは、1:1のラインより下方にプロットされており、W1に対してW2が小さくなる傾向が認められる。これは、タイプⅡでは発生域と堆積域との間に移送域の谷状地形が介在するため、W1とW2の直接的な関係が絶たれ、W2が移送域の谷状地形の幅に制約されているためと考えられる。

国川地すべりは、W1に対してW2が小さく、タイプⅡに近い位置にあることが分かる。

4.4 水平長と最大幅との関係

図-6には、地すべりの水平長(L1, L2)と最大幅(W1, W2)との関係を検討するために、膨張係数と移動係数との関係を示した。ここで、膨張係数はW2をW1で除した値(W2/W1)、移動係数はL2またはL2aをL1で除した値(L2/L1またはL2a/L1)である。

タイプⅠでは膨張係数が1.0付近で移動係数の上限値が最大値となり、膨張係数が大きくなるほど移動係数の上限値が小さくなる傾向がある。すなわち、タイプⅠの地すべりでは、地すべり土塊が横方向に広がらない場合は水平到達距離が大き

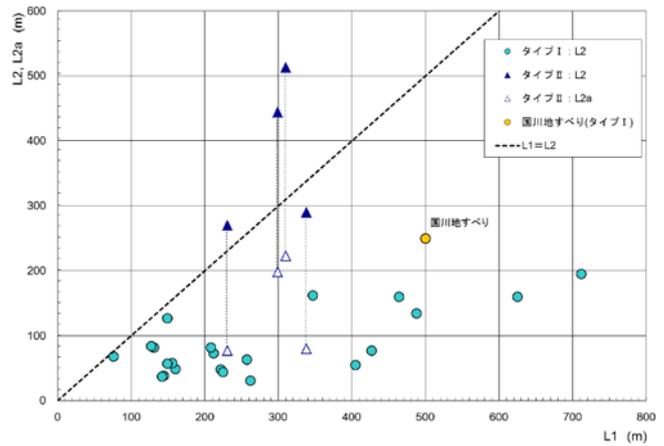


図-4 L1とL2またはL2aの関係

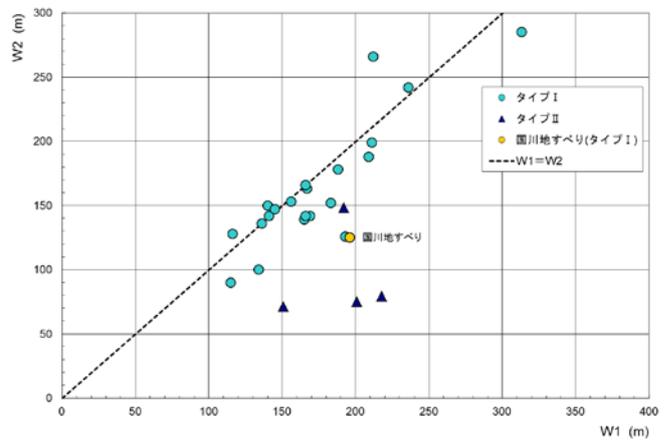


図-5 W1とW2の関係

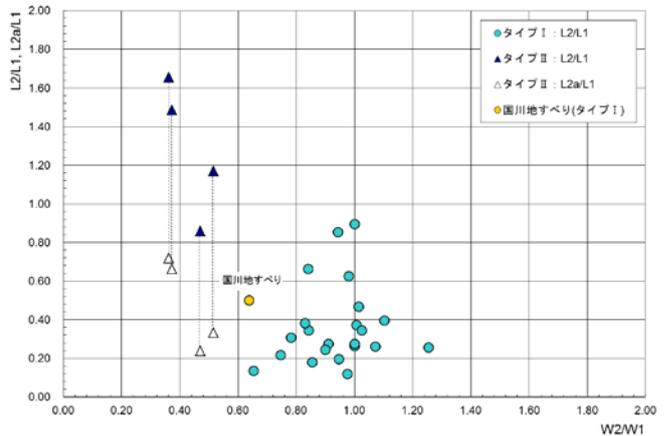


図-6 膨張係数(W2/W1)と移動係数(L2/L1またはL2a/L1)の関係

くなり、広がる場合は水平到達距離が小さくなる傾向がある。この傾向は、データ数は少ないがタイプⅡについてもほぼ同様である。

国川地すべりはタイプⅠに属しているにもかかわらず、膨張係数が0.64と小さく(図-6)、L2が250mと大きかった(図-4)。この理由として、地すべり発生時に沖積扇状地を覆っていた積雪の影

響が考えられる。すなわち、既報^{2),3)}のとおり、2m近い積雪が地すべり土塊を囲む雪壁を形成し、高い地下水位を維持するとともに土塊の広がりや抑制する働きをしたため、土塊が横方向に広がらなかった。このため、膨張係数が小さく、L2が大きくなったと考えられる。

4.5 沖積扇状地における土塊の到達範囲

4.1～4.4で示した検討結果から、沖積扇状地における地すべり土塊の到達範囲は、最大で水平長としてL1、最大幅としてW1までの長さとするばよいと考えられる。ただし、タイプIIのように谷状の移送域を伴う場合は、発生域から沖積扇状地まで離れていても土塊が長距離を移動し、沖積扇状地まで到達する恐れがある。また、タイプIであっても、国川地すべりのように積雪期に発生する地すべりについては、L2が大きくなる可能性があることに注意が必要である。

5. まとめ

沖積扇状地で地すべり土塊が停止する地すべりについて調査し、地すべり地形と地すべり土塊の到達範囲との関係について検討した。その結果は以下のとおりである。

- (1) 地形判読の結果、地すべり地形は発生域から直接沖積扇状地に地すべり土塊が移動するタイプIの地すべりと、谷状の移送域を伴うタイプIIの地すべりに大別される。
- (2) タイプIIの水平到達距離がタイプIに比べて大きいのは、タイプIIに谷状の移送域があるためと考えられる。
- (3) タイプIの地すべりでは、地すべり発生域の最大幅がほぼ堆積域の最大幅となっている。一方、タイプIIの地すべりは、移送域の谷状

地形の幅に制約されるため、発生域の最大幅より堆積域の幅の方が小さい。

- (4) 地すべり土塊が横方向に広がらない場合は水平到達距離が大きくなり、広がる場合は水平到達距離が小さくなる傾向が認められる。
- (5) 国川地すべりはタイプIに属するものの、積雪により地すべり土塊の運動が規制されたために、水平到達距離が大きくなったと考えられる。
- (6) 沖積扇状地における地すべり土塊の到達範囲は、水平長として発生域の水平長、最大幅として発生域の最大幅を考えればよいが、谷状の移送域を伴う場合(タイプII)や、積雪期に発生する場合は、水平到達距離が大きくなる可能性がある。

今後は、沖積扇状地で土塊が停止する地すべり以外の地すべりについても、土塊の到達範囲を整理・分析し、土塊が長距離移動する条件を検討していく必要がある。

参考文献

- 1) 白杵伸浩、田中義成、水山高久：移動距離の長い地すべりの実態、砂防学会誌、Vol.57、No.5、pp.47～52、2005
- 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.6、pp.24～29、2012
- 3) 木村 諤、畠田和弘、桂真也、丸山清輝、秋山一弥：2012年積雪期に発生した国川地すべりの運動特性、日本地すべり学会誌、Vol.51、No.4、pp.12～22、2014

畠田和弘



日本工営(株)(前(独)土木研究所つくば中央研究所土砂管理研究グループ雪崩・地すべり研究センター交流研究員)
Kazuhiro HATADA

木村 諤



(独)土木研究所つくば中央研究所土砂管理研究グループ雪崩・地すべり研究センター 専門研究員
Takashi KIMURA

桂 真也



(独)土木研究所つくば中央研究所土砂管理研究グループ雪崩・地すべり研究センター 研究員、博(農)
Dr. Shin'ya KATSURA

丸山清輝



(独)土木研究所つくば中央研究所土砂管理研究グループ雪崩・地すべり研究センター 特任研究員、博(学)
Dr. Kiyoteru MARUYAMA

秋山一弥



(独)土木研究所つくば中央研究所土砂管理研究グループ雪崩・地すべり研究センター 上席研究員、博(学)
Dr. Kazuya AKIYAMA