

## 文献調査に基づく崩壊性地すべりの類型化

(国研)土木研究所 ○杉本 宏之、神山 嬢子、石田 勇人  
 関東地方整備局 赤澤 史顕、丑山 善雄  
 国土交通省砂防部 平田 遼、酒井 大介、関戸 伶奈  
 日本工営(株) 藤元 亮、岡崎 丈、檜垣 大助

## 1. はじめに

地すべり地形や溪流が認められない30度未満の緩傾斜面において、豪雨や地震の際、土塊が高速かつ長距離移動する土砂移動現象が発生することがある。国土交通省の「気候変動を踏まえた砂防技術検討会」では、検討項目の一つとして、このような土砂移動現象を暫定的に「崩壊性地すべり」と呼び、その実態や発生箇所の特徴について検討してきた<sup>1,2)</sup>。一般に、危険箇所の特徴や警戒避難体制等の防災対策を検討する場合には、土砂災害の種類ごとに発生要因や発生プロセス等の違いを考慮して効果的な対策となるようにする必要がある。そのため、崩壊性地すべりについても、同質な単一現象とみなせるのか、複数の類型が認められるかを検討することは重要である。本発表では、崩壊性地すべりに対する警戒避難等の防災対策を検討するための第一段階として、地形・地質等の特徴に基づく類型化及び発生プロセスについて検討した結果を報告する。

## 2. 調査方法

本調査では、概ね30度未満の緩斜面で、降雨または地震によって突発的に発生し、土塊の大半が地すべり地から抜け出したものを「崩壊性地すべり」として、以下の流れで文献収集及び類型化の検討を行った。

## ① 文献調査に基づく崩壊性地すべりの抽出

降雨災害は過去50年、地震災害は過去100年を対象とし、学術雑誌や研究機関の報告書、官公庁の災害対応記録等の文献を収集し、崩壊性地すべりが確認された災害一覧表として表1の通り整理した。

## ② 崩壊性地すべりカルテの作成

収集文献を基に崩壊性地すべりの各事例についてのカルテを作成し、災害に関する基本情報(発生年月日、都道府県名、土砂災害発生地域名、発生地域の地質、災害原因、被害状況)、特徴に関するキーワード(地質、地質構造、地形、すべり面、地下水・水理地質、土塊運動)や文献に関する項目(著者、公表年、題名、雑誌名、巻号、頁、崩壊性地すべりに関する諸元の有無、分布図の有無)を整理した。

## ③ 崩壊性地すべりの特徴抽出・類型化

カルテを基に特徴キーワード(地質、地質構造、地形、すべり面、地下水・水理地質、土塊運動)の出

現状況を災害毎に集約して表に整理した。1つの災害で複数の崩壊性地すべりが発生している場合は、地質毎に分けて整理した。災害毎の特徴キーワードの出現状況を更に地質ごとに集約し、地質毎の特徴キーワードの出現状況を表2のように作成した。地質区分は、シームレス地質図を参考にした。

## 3. 調査結果

## 3. 1. 収集事例

表1に示す降雨20災害から59事例、地震16災害から126事例を収集し、事例集・カルテを作成した。

表1 崩壊性地すべり事例の災害一覧表

降雨災害	地震災害
1 昭和46年(1971)台風第23号	1 大正12年(1923)関東地震
2 昭和47年(1972)7月豪雨	2 昭和5年(1930)北伊豆地震
3 昭和53年(1978)6月豪雨	3 昭和24年(1949)今市地震
4 昭和57年(1982)7月豪雨(長崎大水害)	4 昭和42年(1968)十勝沖地震
5 昭和62年(1987)台風第19号	5 昭和49年(1974)伊豆半島沖地震
6 平成5年(1993)鹿児島豪雨	6 昭和53年(1978)伊豆大島近海地震
7 平成10年(1998)8月末豪雨	7 昭和59年(1984)長野県西部地震
8 平成14年(2002)11月長雨	8 平成5年(1993)釧路沖地震
9 平成15年(2003)7月集中豪雨	9 平成5年(1993)北海道南西沖地震
10 平成16年(2004)7月新潟豪雨	10 平成7年(1995)兵庫県南部地震
11 平成17年(2005)台風第14号	11 平成16年(2004)新潟県中越地震
12 平成18年(2006)6月長雨	12 平成19年(2007)新潟県中越沖地震
13 平成18年(2006)7月豪雨	13 平成20年(2008)岩手・宮城内陸地震
14 平成24年(2012)九州北部豪雨	14 平成23年(2011)東北地方太平洋沖地震
15 平成25年(2013)7月新潟豪雨	15 平成28年(2016)熊本地震
16 平成27年(2015)9月関東・東北豪雨	16 平成30年(2018)北海道胆振東部地震
17 平成28年(2016)台風第10号	
18 平成29年(2017)九州北部豪雨	
19 平成30年(2018)7月岐阜県内豪雨	
20 令和元年(2019)東日本台風	

## 3. 2. 発生状況

過去50年(1970-2019年)の崩壊性地すべりが発生した豪雨災害の件数は図1に示す通り、前半25年間(1970-1994年)は約4年に1災害であったのが、後半25年間(1995-2019年)は約2年に1災害と頻度が高くなっている。また、1995年以降は関東以北においても発生事例が見られる。

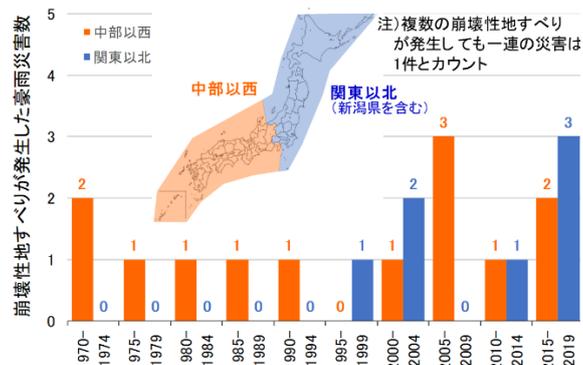


図1 崩壊性地すべりが発生した豪雨災害の頻度

### 3. 3. 特徴の整理と類型化

まず、地質毎の特徴キーワードの出現状況をまとめた表を作成した(表2にその一部を示す)。表2では、地質・誘因・災害毎に特徴キーワードの出現頻度をまとめ、共通した特徴を抽出するために出現頻度が50%を超えたセルを着色している。

表2 崩壊性地すべり事例の特徴(地質構造・地形)

地質区分	海成堆積岩		降下火砕堆積物		溶岩・火砕岩、大規模火砕流			
	降雨 6災害	地震 6災害	降雨 6災害	地震 9災害	降雨 10災害	地震 5災害		
地質構造	流れ盤	5/6災害(83%)	5/6災害(83%)	0/6災害(0%)	0/9災害(0%)	3/10災害(30%)	3/5災害(60%)	
	マンデルベディング	0/6災害(0%)	0/6災害(0%)	6/6災害(100%)	9/9災害(100%)	2/10災害(20%)	1/5災害(20%)	
	風化物や二次移動堆積物の流れ盤状	6/6災害(100%)	1/6災害(17%)	2/6災害(33%)	3/9災害(33%)	9/10災害(90%)	3/5災害(60%)	
	受け盤	1/6災害(17%)	0/6災害(0%)	0/6災害(0%)	0/9災害(0%)	1/10災害(10%)	0/5災害(0%)	
	褶曲等	0/6災害(0%)	1/6災害(17%)	0/6災害(0%)	0/9災害(0%)	0/10災害(0%)	1/5災害(20%)	
	断層等	1/6災害(17%)	1/6災害(17%)	0/6災害(0%)	2/9災害(22%)	2/10災害(20%)	2/5災害(40%)	
	節理等	0/6災害(0%)	3/6災害(50%)	0/6災害(0%)	0/9災害(0%)	1/10災害(10%)	2/5災害(40%)	
	貫入等	0/6災害(0%)	1/6災害(17%)	0/6災害(0%)	0/9災害(0%)	1/10災害(10%)	1/5災害(20%)	
	地形	下部急斜面	3/6災害(50%)	2/6災害(33%)	1/6災害(17%)	8/9災害(89%)	2/10災害(20%)	2/5災害(40%)
		上部平坦面	3/6災害(50%)	2/6災害(33%)	3/6災害(50%)	3/9災害(33%)	4/10災害(40%)	2/5災害(40%)
凹型斜面・埋没谷等		2/6災害(33%)	1/6災害(17%)	5/6災害(83%)	5/9災害(56%)	5/10災害(50%)	2/5災害(40%)	
凸型斜面		0/6災害(0%)	0/6災害(0%)	0/6災害(0%)	6/9災害(67%)	1/10災害(10%)	2/5災害(40%)	
地すべり地形		2/6災害(33%)	1/6災害(17%)	1/6災害(17%)	2/9災害(22%)	0/10災害(0%)	1/5災害(20%)	
ケスタ地形		1/6災害(17%)	3/6災害(50%)	0/6災害(0%)	0/9災害(0%)	0/10災害(0%)	0/5災害(0%)	

危険箇所調査の際に考慮しやすい外形的要素として地質構造や地形に着目すると、地質や誘因にかかわらず「流れ盤」が共通する特徴となっていた。そのため、地質と地質構造に着目し、崩壊性地すべりの類型として、降下火砕堆積物/流れ盤、溶岩・火砕岩、大規模火砕流/流れ盤、海成堆積岩/流れ盤の3類型にまとめられると考えた。これらの類型毎に表2の地質構造、地形、すべり面、地下水・水理地質、土塊運動の共通特徴(着色セル)を整理すると表3となり、これらが各類型の平均的な特徴を表していると考えられる。

表3 崩壊性地すべりの特徴に基づく類型化

類型	誘因	流れ盤構造	地形の特徴	すべり面の特徴	地下水・水理地質の特徴	土塊運動の特徴
降下火砕堆積物/流れ盤	降雨	マンデルベディング	上部平坦面、凹型斜面・埋没谷等	軽石等、層境界	高透水層、下位難透水層、間隙水圧、パイピング等、湧水等	流動化、長距離移動、すべり、崩壊
	地震	マンデルベディング	下部急斜面、凹型斜面・埋没谷等、凸型斜面	軽石等、粘土化、液状化	高透水層、下位難透水層	流動化、長距離移動、高速移動、すべり、崩壊
溶岩・火砕岩、大規模火砕流/流れ盤	降雨	風化物等	凹型斜面・埋没谷等	粘土化、層境界	高透水層、下位難透水層、パイピング等、湧水等	流動化、長距離移動、崩壊
	地震	基盤、風化物等	—	軽石等、粘土化、液状化	湧水等	流動化、長距離移動、高速移動、すべり、崩壊
海成堆積岩/流れ盤	降雨	基盤、風化物等	下部急斜面、上部平坦面	粘土化、層境界、層理面	高透水層、下位難透水層、間隙水圧	流動化、すべり、崩壊
	地震	基盤	ケスタ地形	粘土化、層理面	—	流動化、長距離移動、高速移動、すべり、崩壊

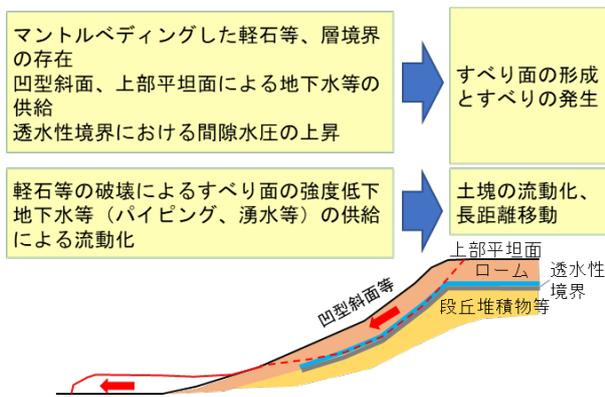


図2 推定される発生プロセス(降下火砕堆積物/流れ盤)

これらの特徴をもとに発生プロセスを考察すると、例えば降下火砕堆積物/流れ盤タイプで誘因が降雨の場合(図2)、マンデルベディングした軽石等の弱層の存在や凹型斜面や透水性境界による間隙水圧の上昇がすべり面の形成とすべりの発生の要因となり、軽石等の破壊による強度低下や凹型斜面による地下水供給(パイピング、湧水等)が土塊の流動化、長距離移動に関係していると考えられる。類型ごとに発生プロセスが推定できるが、3類型に共通するのは、流れ盤状の弱層や風化物等の境界層の存在がすべりを発生させ、降雨の場合は透水性境界における地下水・間隙水圧が誘因となり、土塊が流動化、崩壊状となることである。

### 4. 崩壊性地すべりの実態と発生条件

「崩壊性地すべり」について文献を収集し、発生箇所の特徴に基づく類型化を検討した結果は以下の通り。

- ① 過去50年の降雨災害、過去100年の地震災害を対象として崩壊性地すべりの文献調査を行った結果、降雨20災害で59事例、地震16災害で126事例が確認できた。
  - ② 崩壊性地すべりが発生した豪雨災害の件数は近年増加傾向にあり、1995年以降は、関東以北においても発生事例が見られる。
  - ③ 地質・地質構造の組み合わせから、降下火砕堆積物/流れ盤タイプ、溶岩・火砕岩、大規模火砕流/流れ盤タイプ、海成堆積岩/流れ盤タイプの3類型が整理できた。
  - ④ 流れ盤状の弱層や風化物等の境界層の存在がすべりを発生させ、降雨の場合は透水性境界における地下水・間隙水圧が誘因となり、土塊の運動は流動化、崩壊状となることが3類型に共通する。
- 上記類型以外の地質・地質構造の箇所においても発生事例はあるが、収集できた事例が少ないことから特徴の整理は困難であった。引き続き、崩壊性地すべりが発生する可能性のある地域や箇所に関する検討を行う。

末筆ながら、検討にあたり御指導を頂いた「気候変動を踏まえた砂防技術検討会」の先生方、また崩壊性地すべりに関する意見聴取にご協力頂いた有識者の方々に感謝申し上げます。

### 引用文献

- 1) 杉本ら(2021) 崩壊性地すべりの実態把握と発生条件に関する検討. 砂防学会研究発表会概要集, p263-264.
- 2) 国土交通省(2023) 崩壊性地すべりに関する検討. 第6回気候変動を踏まえた砂防技術検討会資料, [https://www.mlit.go.jp/river/sabo/committee\\_kikohendo.html](https://www.mlit.go.jp/river/sabo/committee_kikohendo.html)