

2－④、行(3)

崩壊性地すべりに関する検討

崩壊性地すべりに関する文献調査

- 文献収集の結果、下記26災害が対象となった。

昭和46年(1971) 台風第23号

昭和47年(1972) 7月豪雨

昭和51年(1976) 台風第17号

昭和53年(1978) 6月豪雨

昭和57年(1982) 7月豪雨(長崎大水害)

昭和62年(1987) 台風第19号

平成5年(1993) 8～9月鹿児島豪雨

平成9年(1997) 7月梅雨前線

平成10年(1998) 8月末豪雨

平成11年(1999) 7～8月豪雨

平成14年(2002) 11月長雨

平成15年(2003) 7月集中豪雨

平成16年(2004) 新潟豪雨

平成16年(2004) 台風第10・11号

平成17年(2005) 台風14号

平成18年(2006) 6月長雨

平成18年(2006) 7月豪雨

平成23年(2011) 台風12号

平成24年(2012) 7月九州北部豪雨

平成25年(2013) 7月山口・島根豪雨

平成25年(2013) 7月新潟豪雨

平成27年(2015) 9月関東・東北豪雨

平成28年(2016) 台風第10号

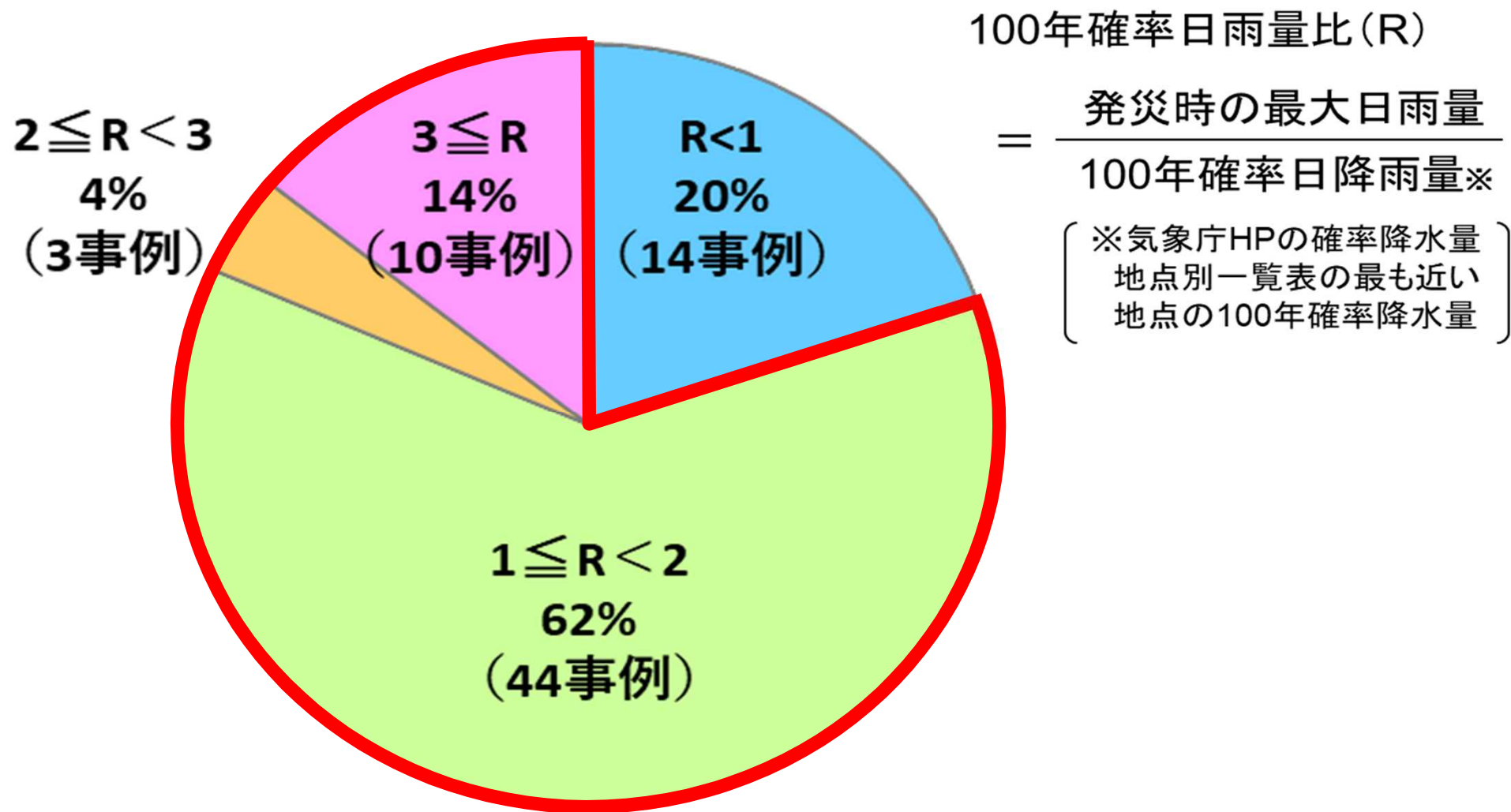
平成29年(2017) 7月九州北部豪雨

平成30年(2018) 7月岐阜県内豪雨

令和元年(2019) 東日本台風

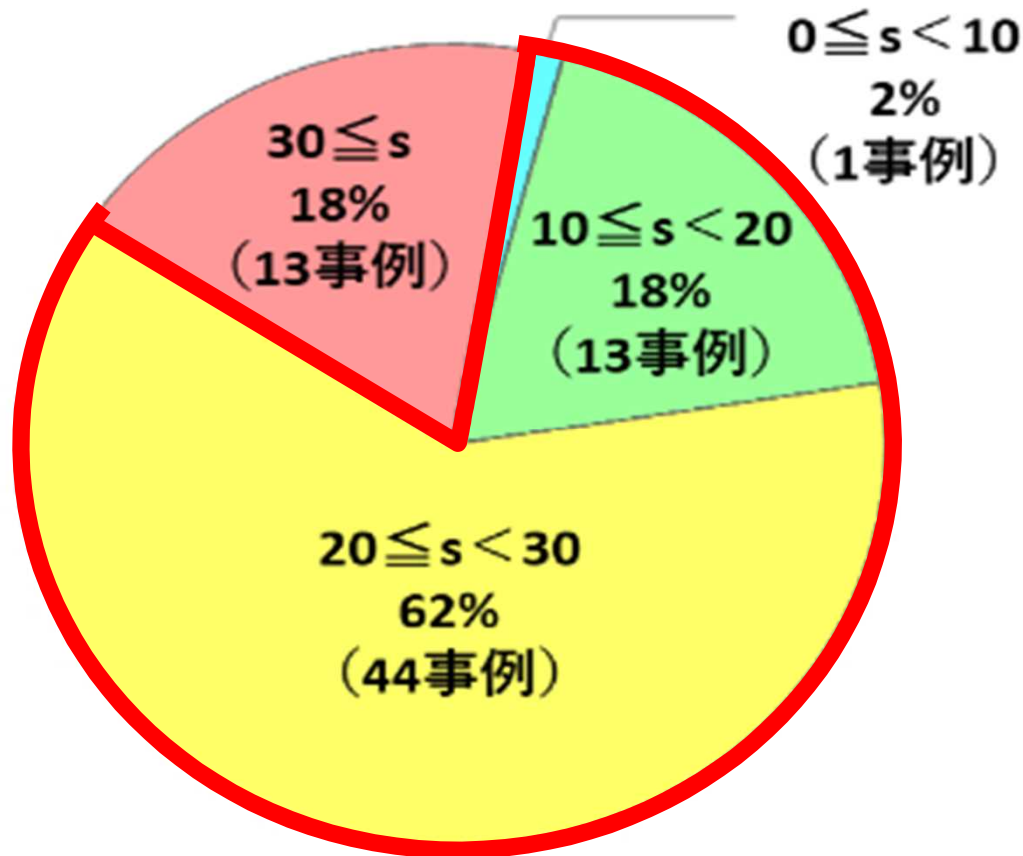
調査結果（降雨状況）

降雨の激しさの程度を示す指標として、100年確率日雨量比(R)を算出。
 $R \geq 1$ が80%を占め、豪雨での発生事例が多い。

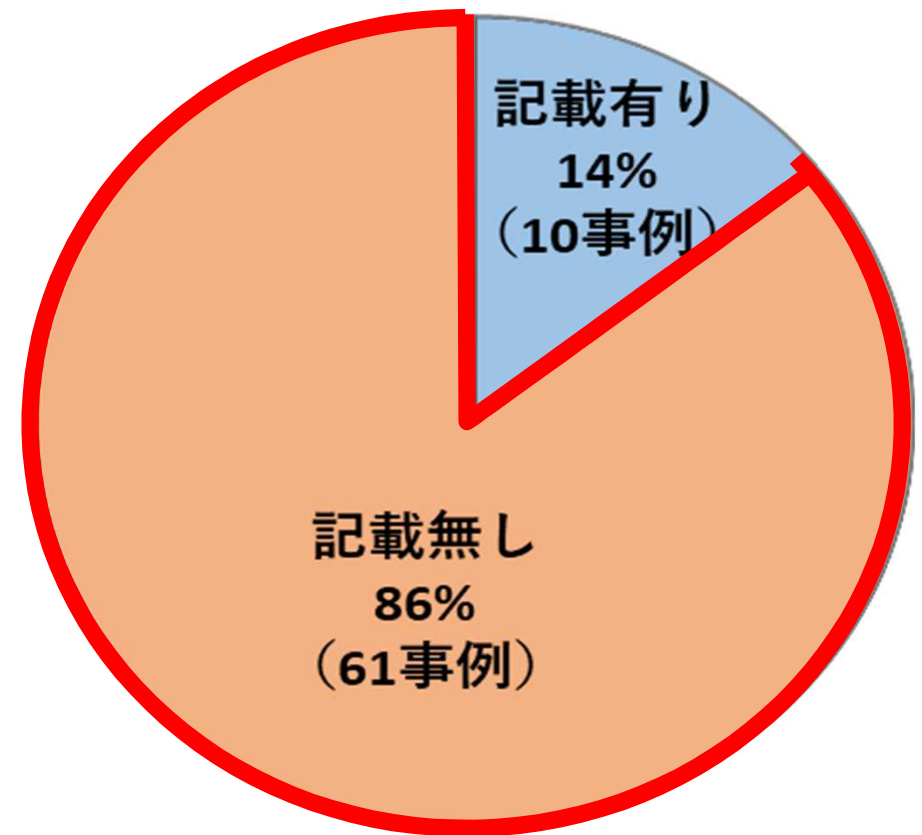


調査結果（地形的特徴）

発生源の傾斜は30度未満の緩斜面で発生した事例が82%、地すべり地形の記載がない事例が86%であった。明瞭な地すべり地形が認められない緩斜面で発生している。



発生源の傾斜(s)

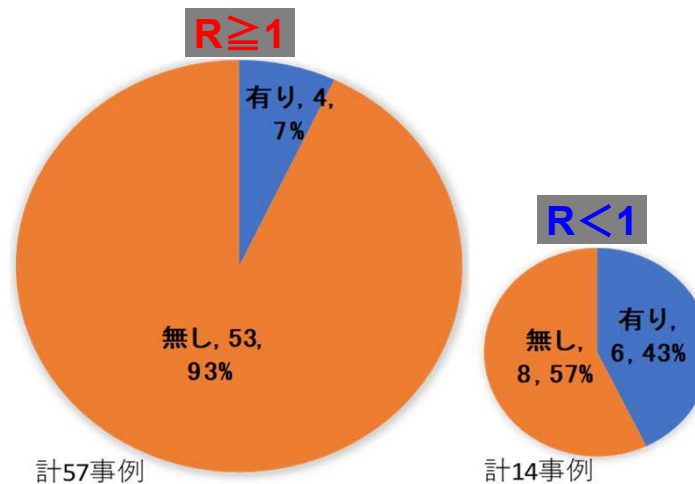


文献での地すべり地形の記載の有無

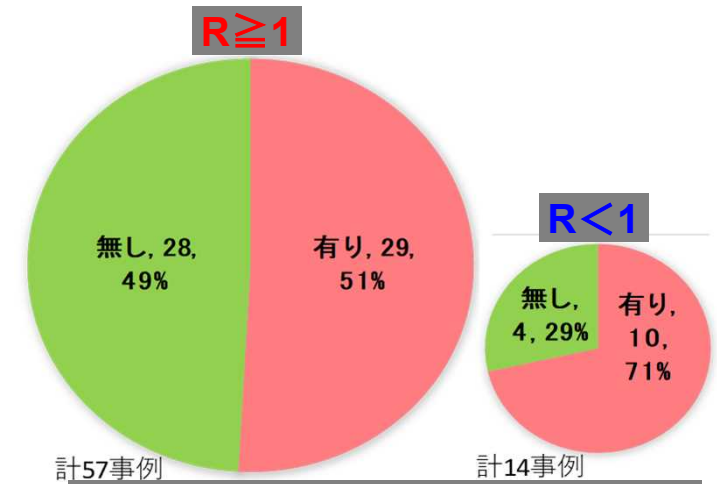
100年確率日雨量比1未満で発生した崩壊性地すべりの特徴

- 地すべり地形、斜面下部切断、流れ盤構造がある事例の比率が高く、 30° 未満の斜面で発生した事例のみ。(引き続き精査予定)

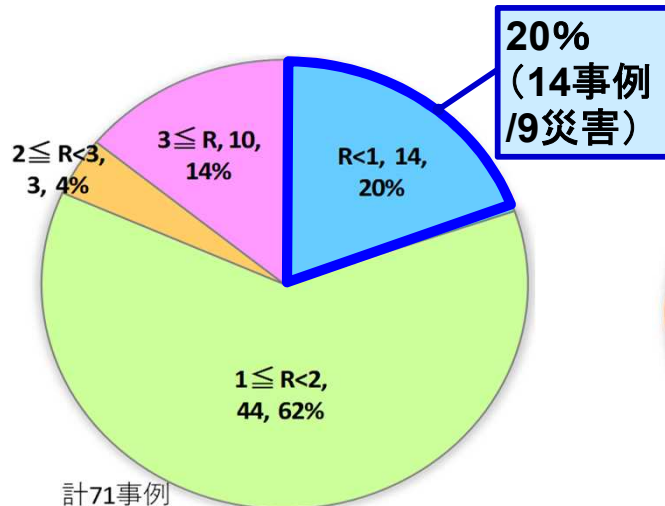
発生年月日	降雨による災害(台風など)名	被災地域	最大日or24h降雨量(mm)	100年確率日雨量比(=最大日雨量/100年確率日雨量)	崩壊源の平均傾斜(°)	主な地質条件	崩壊性地すべり事例による人的被害	事例数
1978 6/24	昭和53年(1978) 6月豪雨	鹿児島	147/日	0.5	19	凝灰岩	死者2名	1
1993 8・9月	平成5年(1993) 鹿児島豪雨	鹿児島	236~370/日	0.8~1.2	24~29	降下火砕堆積物	死者38名	3
1997 7/10	平成9年(1997) 梅雨前線豪雨	鹿児島	275/日	0.9	26	凝灰岩	死者21名	1
1999 7・8月	平成11年(1999) 7~8月豪雨	北海道	90/日	0.5	15	海成堆積岩		1
2002 11/8	平成14年(2002) 11月長雨	石川	77/日	0.4	12	海成堆積岩		1
2005 9月	平成17年(2005) 台風第14号	宮崎	398~464/日	0.9~1.0	16~30	付加体		4
2006 6/16	平成18年(2006) 6月長雨	沖縄	102/日	0.3	27	海成堆積岩		1
2013 7/29	平成25年(2013) 山口・島根豪雨	山口	93/日	0.3	28	海成堆積岩		1
2017 7/5	平成29年(2017) 7月九州北部豪雨	大分	330/日	0.9	24~29	凝灰岩	死者1名 負傷2名	4



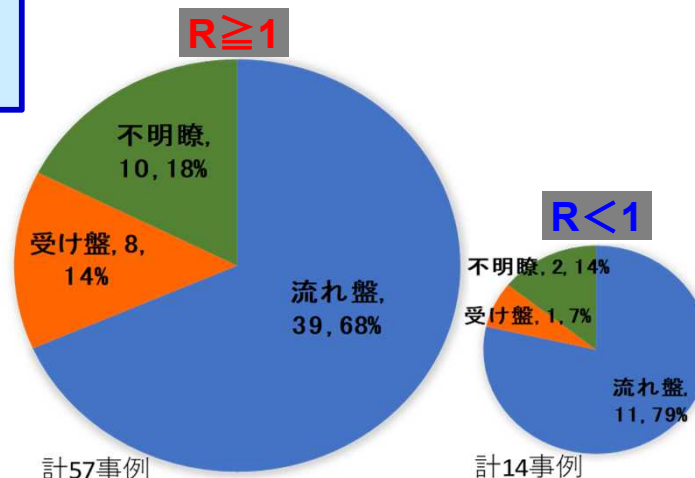
地すべり地形の記載の有無



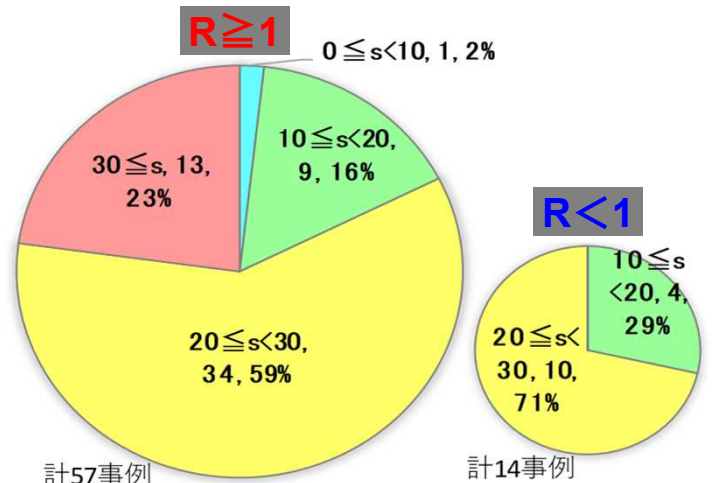
斜面下部切断の有無



100年確率日雨量比 (R)



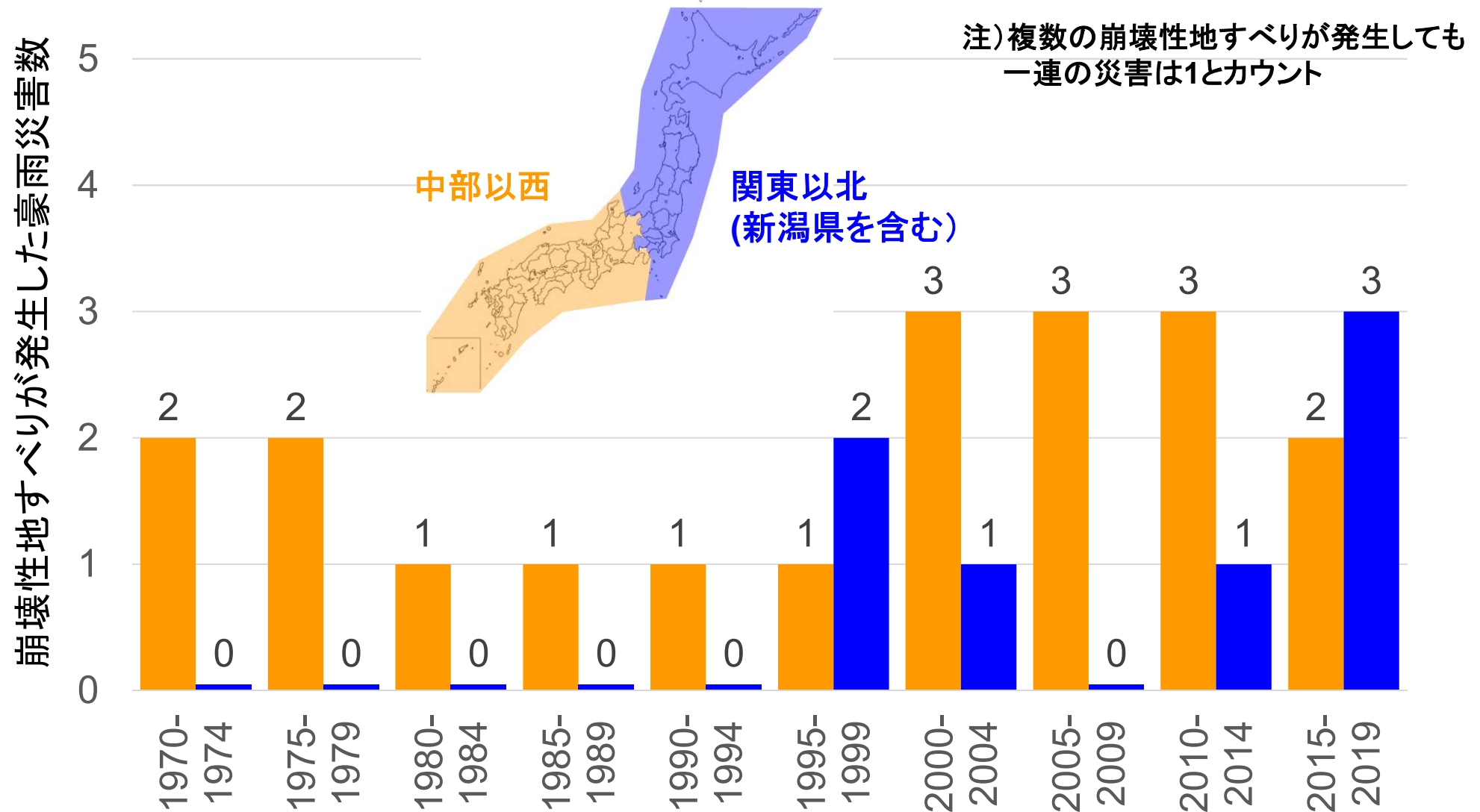
地質構造



発生源の傾斜(°)

崩壊性地すべりが発生した豪雨災害の頻度

- 崩壊性地すべりが発生した豪雨災害の件数は近年増加している。
- 1995年以降は、関東以北においても発生事例が見られる。



崩壊性地すべりの類型

降下火砕堆積物・流れ盤は、15 / 71事例(21%)、5 / 26災害(19%)。海成堆積岩・流れ盤は、15 / 71事例(21%)、9 / 26災害(35%)。それぞれ類型として整理できる可能性が高い。

地質・地質構造別の構成比

地質 地質構造	火山岩 (第四紀 ～新第三 紀)	降下火砕 堆積物 (第四紀)	火砕流 堆積物 (第四紀)	陸成 堆積物 (第四紀)	海成 堆積岩 (第四紀 ～白亜紀)	付加体 (新第三紀 ～ジュラ紀)	深成岩 (新第三紀 ～白亜紀)	合計
流れ盤	8件 (11%) /4災害	15件 (21%) /5災害		7件 (10%) /4災害	15件 (21%) /9災害	2件 (3%) /2災害		47件 (66%)
受け盤	1件 (1%) /1災害				8件 (11%) /1災害			9件 (12%)
埋没谷状	1件 (1%) /1災害	2件 (3%) /2災害						3件 (4%)
不明瞭	1件 (1%) /1災害		2件 (3%) /2災害			7件 (10%) /5災害	2件 (3%) /2災害	12件 (17%)
合計	11件 (14%)	17件 (24%)	2件 (3%)	7件 (10%)	23件 (32%)	9件 (13%)	2件 (3%)	71件 (100%)

降下火砕堆積物・流れ盤

降下火砕堆積物が流れ盤（風化軽石層等の弱層）をなす斜面で発生する「崩壊性地すべり」は、一つの類型として整理できる可能性が高い。



1998/8/27
平成10年8月末豪雨
福島県
からまつ荘
(井口, 2001)



2005/9/4～9/6
平成17年 台風14号
宮崎県-中部～南部
切寄地区
(国土交通省, 2005)



2019/10/12
令和元年東日本台風
群馬県富岡市
内匠地区
(若井ほか, 2020)

海成堆積岩・流れ盤

海成堆積岩の流れ盤(層理面、風化層境界等)で発生する「崩壊性地すべり」も、一つの類型として整理できる可能性が高い。



2004/7/13
平成16年 新潟豪雨
新潟県出雲崎町
中山地区
(新潟県砂防課, 2005)



2013/7/30
平成25年 7月豪雨
新潟県長岡市
湯ノ沢地区
(新潟県砂防課, 2017)

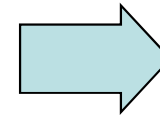


2016/8/24
平成28年台風第10号
北海道羅臼町
昆布浜
(石丸ほか, 2017)

崩壊性地すべり

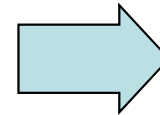
30度未満の緩斜面でも突発的に発生する、土塊の大半が地すべり地から抜け出るような急速かつ移動量の大きい土砂移動

地質構造等に由来する流れ盤状の
弱層、境界層の存在

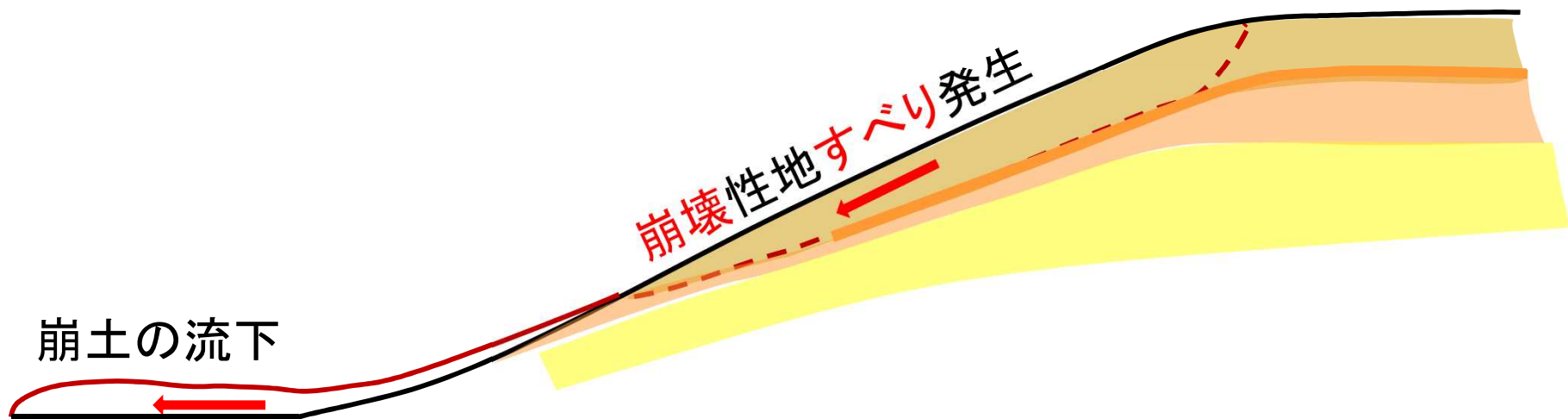


すべりの発生

弱層、境界層に由来するすべり面の
強度低下による大変位



土塊の急速な移動と
崩壊



「海成堆積岩・流れ盤」 類型の特徴

- すべり面、地形、地質、地下水等の特徴に関わるキーワードを文献から抽出。
- モデル地区におけるGIS分析では、これらの要素に着目して検討をする予定。

すべり面

層理面、風化岩と新鮮岩の境界

地質

泥岩、崩積土

地形

段丘面、緩斜面、凹状地形

地下水

地下水位（間隙水圧）の上昇、湧水

今後の検討項目（予定）

- 崩壊性地すべりの事例集の作成
（地震起因も含めて整理、各事例の精査を予定）
⇒ 土砂災害の類型、頻度
- 崩壊性地すべりに関係する降下火砕物の分布の検討
⇒ 地域のリスクの高低
- 崩壊性地すべりが発生しやすい箇所の特徴の検討
（モデル地区におけるGIS分析）
⇒ 要注意な斜面の特徴

崩壊性地すべり事例集の作成

【基本事項】

- ・発生年月日
- ・災害名
- ・発生場所

【地質条件】

- ・地質区分
- ・地質構造
- ・水理構造

【地形条件】

- ・明瞭な地すべり地形の有無
- ・侵食等による下部切断の有無
- ・集水域の頂部緩斜面の有無

【平面図・写真】

- ・文献記載の平面図
- ・空中写真
- ・全景写真等

【誘因に関する事項】

- ・雨量(時間、日、連続)
- ・マグニチュード、震度、震源の深さ等
- ・特徴や副次的な誘因

【被害】

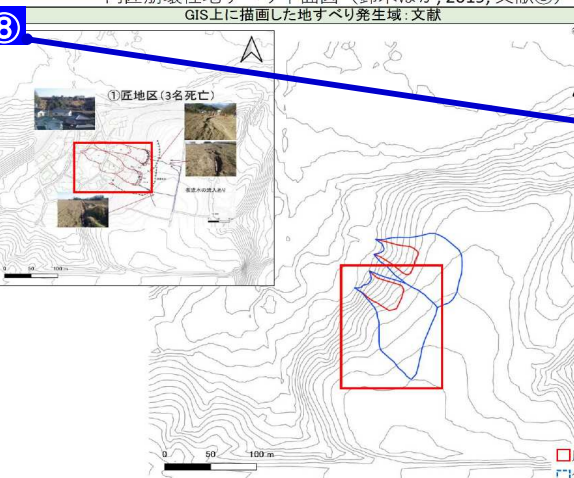
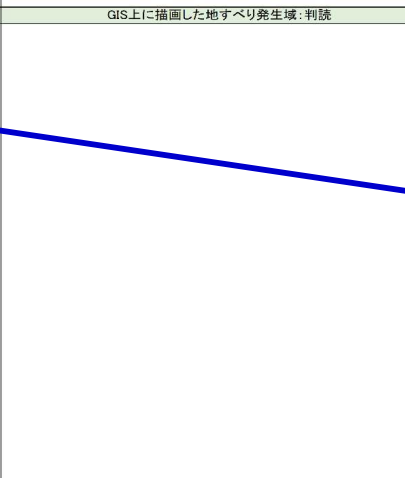
- ・人的被害等

【規模など】

- ・規模(幅、奥行き)
- ・派生斜面の傾斜
- ・集水面積
- ・地形的滑動力示数

【GISデータ】

- ・GIS上の崩壊地ポリゴン(文献トレースを主とする。一部、地形判読等により補完)

降雨 No.69 (2019, 群馬県, 内匠A-2)				リストNo.		2019_010102						
① 崩壊性地すべりに関する基本的な情報				② 災害の誘因								
発生年月日	災害(地震)名	地すべり被災地名		降雨に関する項目								その他の誘因
		県名	地名	時間雨量 (mm/h)	最大日or 24h雨量 (mm/日or24h)	連続雨量 (mm)	連続雨量 の期間 (日)	観測所	100年確率 降雨量比	100年確率 降水量 (mm) (観測地点)	降雨の特徴	
2019 10/12	令和元年 東日本台風	群馬県	富岡市 内匠A-2	41	352.5	354.5	1	藤岡	1.5	240 (前橋)	台風に伴う 大雨	特になし
③ 地質的条件			④ 地形的条件		⑤ 地すべりの規模・地形的滑動力示数					⑥ 人的・物的被害状況		
地質区分	地質構造	水理地質構造	崩壊源の 頂部緩斜面の有無	上部谷壁直下の急傾斜面の有無	明瞭な地すべり地形に関する文献記載の有無	崩壊源の幅 W(m)	崩壊源の奥行き L(m)	崩壊源の平均傾斜 S(°)	崩壊源下部での集水面積 A(m²)	地形的滑動力示数 F	人的被害状況	
降下火砕堆積物(第四紀)	流れ盤	被圧透水層構造	有り	有り	無し	25	32	28	5,728	3.3		
⑦ 文献に記載された平面図						文献に記載された空中写真・状況写真等						
 ①匠地区(3名死亡)						 写真-1 崩壊斜面の状況(撮影:群馬県) (若井ほか, 2020; 文献①)						
⑧ 内匠崩壊性地すべり平面図(鈴木ほか, 2019; 文献③)						GIS上に描画した地すべり発生域:判読						
 ①匠地区(3名死亡)												
(鈴木ほか, 2019; 文献③。背景地図は地理院5mDEM(LiDAR)を用いて作成)												

検討中

崩壊性地すべり事例集の作成

降雨 No.69 (2019, 群馬県, 内匠A-2)				リストNo.		2019.010102													
すべり面の特徴に関する文献記載				地すべり運動形態の特徴に関する文献記載		地形的な特徴に関する文献記載													
崩壊斜面は、その層の下位に分布する地表傾斜と平行した流れ盤の風化軽石層がすべり面（若井ほか, 2019） 固結層の直ぐ下位に、地表傾斜とほぼ並行した白色の薄い風化軽石層が挟在しており、降雨中はさらにその上位の軽石層（未風化部）内での滞水と水圧上昇が顕著だったと考えられる。この難透水の風化軽石層は非常に軟らかく、未風化の軽石層との剛性差が大きく、上方から伝達される滑動力に屈する形で次第にせん断ひずみが同層付近に累積し始め、最終的にはすべり面が局所化した。（若井ほか, 2019; 文献①） 水理地質構造的な特徴に関する文献記載 ・崩壊斜面上方には広大な段丘面があり、広い集水域を形成・これまでにない大量の降雨によって、段丘上の裸地に滞水し、浸透した（若井ほか, 2019） なお、一般に表流水は流下しやすい地形条件（集水地形等）の箇所を選択的に集中流下する傾向がある。例えば、段丘肩の遷急線の中の凹状箇所、段丘上の水路や道路が崖に向かって通じている箇所肩の下にある斜面が周囲に比べて草丈が低いあるいは凹状・沢地形をしている箇所など、がこれにあたる（図-8）。（若井ほか, 2019; 文献①）				・すべり速度を抑制する抵抗力をほとんど発揮できないまま、高速に移動した（若井ほか, 2019） 風化軽石層は極めて鋭敏な強度特性を有し、同層内のせん断変形の集中が開始するとともに急速にひずみ軟化（強度低下）して、表土層からの自重に起因するせん断力を支持できない弱強度状態に至り、やがて移動し始めた土塊のすべり速度を抑制する抵抗力をほとんど発揮できないまま、その高速移動を許した可能性が高い。そもそもこのような軟弱かつ鋭 地下水や間隙水圧に関する特徴に関する文献記載 ・すべり面の風化軽石層の上位には、軽石層（未風化部）が分布し、降雨中の滞水と水圧上昇が顕著だったと考えられる。崩壊後のすべり面上面付近のバイピングや湧水が確認された（土木研究所, 2019） 風化軽石層の上位は透水性の高い軽石や砂質火山灰土、下位は透水性の低い粘土であり、風化軽石層に間隙水圧がかかりやすい条件 （若井ほか, 2019; 文献①）		・崩壊の源頭部は段丘上の平坦地の外縁部にあたり、崩壊源頭部に遷急線が位置する（若井ほか, 2019） ・この崩壊の源頭部は「段丘」の平坦地の外縁部に当たる。凹状箇所の地質構造（若井ほか, 2019; 文献①） 備考													
土塊の総移動距離(m) <table><tr><th>最大</th><th>最小</th><th>平均</th></tr><tr><td>-</td><td>-</td><td>129</td></tr></table>				最大	最小	平均	-	-	129	地すべりの深さ(m) <table><tr><th>最大</th><th>最小</th><th>平均</th></tr><tr><td>-</td><td>-</td><td>29</td></tr></table>		最大	最小	平均	-	-	29	キーワード 軽石層、高速長距離移動、遷急線、段丘面、飽和軽石層、難透水風化軽石層、バイピング、湧水	
最大	最小	平均																	
-	-	129																	
最大	最小	平均																	
-	-	29																	
文献No.				著者		公表年		雑誌名		巻号		頁							
①				若井明彦・村上 誠・石井康彦・早田 勉・関 晴夫		2020		地すべり学会誌		57(5)		25-28							
②				タイトル 令和元年東日本台風(台風19号)による群馬県富岡市内匠地区の斜面災害 国立研究開発法人 土木研究所		2019		-		資料4-3		-							
③				鈴木素之・稲垣秀輝・上野将司・落合達也・吉川修一		2019		-		-		-							
④				タイトル 関東の斜面災害と丸森町の地質と斜面災害の特徴 (https://www.jlban.or.jp/file/saigai/houkoku/yoshikawa-inagaki_20191218.pdf) 千木良雅弘		2019		-		-		-							
⑤				気象庁		-		-		-		-							
タイトル				気象庁メダス(過去の気象データ (https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsd/index.php)		-		-		-		-							
文献に記載された・断面図および状況写真等(注釈付き)																			
内匠における崩壊性地すべりの断面図（鈴木ほか, 2019; 文献③）																			

【出典となる文献記載】

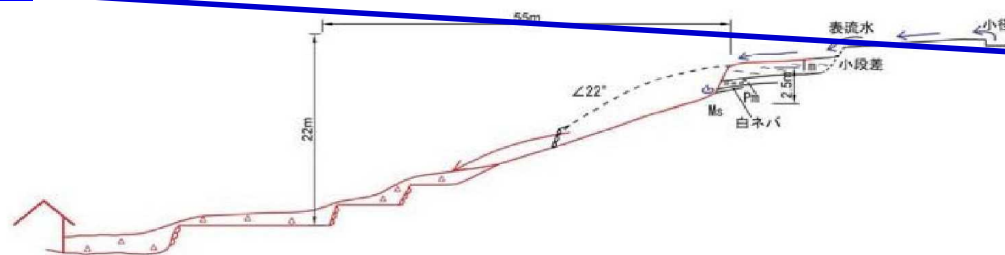
- ・文献に記載されている内容
- ・出典
- ・出典部分の抜粋

【出典となる文献】

- ・著者
- ・タイトル
- ・発行年
- ・雑誌名等
- ・巻号
- ・頁

【文献記載の断面図等】

- ・崩壊様式、地質等を示す断面図等
- ・その他、文献の抜粋



内匠における崩壊性地すべりの断面図（鈴木ほか, 2019; 文献③）

崩壊性地すべりに関する事項の今後進め方

①警戒避難を補足する情報としての活用検討

例) 頻度は高くないものの大きな被害生じる土砂移動現象として、

- ・土砂移動現象の特徴
- ・発生実績
- ・発生するおそれのある大まかな地形、地質的特徴
- ・発生するおそれのある降雨の特徴

について、国土交通省HPに解説ページの掲載を検討。

②崩壊性地すべりの事例集の作成・公表

③崩壊性地すべりが発生しやすい箇所の特徴に関する継続した検討

→将来的に、より詳細な発生しやすい箇所の特徴に関する情報を提供