

参 考 資 料

<地滑り概説>

参 考 資 料 目 次

1. 地滑りの定義と分類.....	1
1. 1 地滑りの定義	1
1. 2 地滑りの分類	2
1. 3 地滑りのすべり面形状.....	5
2. 地滑りの地形	7
2. 1 地滑り地形の概要.....	7
2. 2 空中写真判読と現地観察による情報量の差異.....	8
2. 3 空中写真判読による地滑り地形の判読ポイント.....	9
2. 4 地滑り地形とその成因.....	12
3. 地滑りと地質	13
3. 1 地滑りと地質の種類.....	13
3. 2 地滑りと地質構造.....	16
4. 地滑りによる変状と構造物.....	18
5. 地滑りの調査・観測・対策工.....	19
6. 土石等の土質定数の推定.....	23
7. 告示式の解説	25
8. 長野県の地滑り分布と災害事例.....	31
8. 1 地滑り分布状況.....	31
8. 2 地滑り災害事例.....	34

1. 地滑りの定義と分類

1. 1地滑りの定義

参表 1-1 いろいろな文献にみる地すべりの定義

出典*	定義
地学事典	特別な地質条件のところで、特殊な地すべり粘土を作りながら、基盤の岩石を含めたある地塊が移動する現象。
土質工学用語解説集	傾斜した土地の一部が、スベリ面に沿って緩慢にすべる現象
全国地すべり対策協議会	特別な地質状態の地域にある土地の一部が、地下水などに起因して移動する現象を山崩れと分けてよんでいるもので、両者はいずれも土地の移動する現象ではあるが、地すべりはまず最初に緩慢な現象があらわれ、これが次第に加速度を増し、ときには急激な土地の移動を起こすこともある。この点が突発的で急激に崩壊する山崩れと区別されることである。
治山技術基準	土地の一部が地下水等に起因してすべる現象（土中のせん断抵抗の弱い部分に沿って上部の土塊が比較的ゆっくり滑り落ちるもの）または、これに伴って移動する現象をいい（後略）、
地すべり等防止法	土地の一部が地下水等に起因してすべる現象、またはそれに伴って移動する現象
地形学辞典	マスマーブメントの一種であるが、移動形式や構成物質の型から、さまざまな使用がなされている（中略）。現象的には山崩れと地すべりを区別することはできないが、移動形式として、後方回転（slump）、平面的岩塊のすべり（glide）や滑動（slide）で下方へ移動するものが狭義の地すべりである。明瞭なすべり面をもつこと、土塊の移動に継続性があること、特定の地質や地質構造の部分に集中すること、移動土塊が比較的原形をとどめていることなどが特徴である。
砂防用語集	山腹または斜面を構成している土地の一部が、ある程度原形を保って徐々に低地に向かって移動する減少をいう。しかしながら現象的には山崩れと区別できない場合が多く、また研究者によって解釈を異にしており現在まだ定説はないといえる。
土木用語事典	大地の一部が相当広い地域にわたって、重力の作用をうけて緩慢な運動をおこす現象
現代用語の基礎知識	（地すべり、山くずれ、崖くずれ）いずれも土壌層あるいは風化物の層が、その下の基盤岩石から離れて低い方へ移動する現象で、動きの速さと発生機構により分類される。地すべりは速さのもっとも遅いもので、1日数cmないし数mくらいずつ数日または数十日つづく（中略）。緩傾斜斜面上の水を含みやすい土層が、多量の降雨のあとに滑る場合、あるいは地下に挟在する粘土層の上に集中した地下水が、その上方の土壌ないし風化層を滑走させる場合が多い。急斜面では起こらない。地すべりは周期的に同じ場所で発生する性質がある。
斜面安定工法	地表の一部が重力によって緩慢にすべり動く現象。地すべり粘土の生成環境地域や地下水のあるところでは、発生しやすい。山クズレと明確に区別できないが、一般に山クズレは山腹の急斜面上の岩石や土層が安定を失い、急速にくずれ落ちる現象をいう。
砂防工学	地すべりとは、主として土壌層あるいは岩砕層の山腹などが徐々に低地に向かって移動する現象であって、山崩れは山地の急斜面を構成する基岩や、土壌層あるいは岩砕層が急激に崩れ落ちる現象をいうのである。
水災害の科学	地すべりは、広義の山崩れの中の特別な運動形態を行うものをさす。つまり山崩れは名前のごとく崩れる形であるが、地すべりは山崩れのごとく瞬間的時間内の運動ではなく、時間的にはある瞬間ごとには静止して見えるくらいゆっくりとした運動をする。しかし、地すべり粘土の存在の有無で、地すべりとそうでない土塊移動現象とを区別した地すべり性崩壊などといわれる現象が見出されるようになり、地すべりと山崩れの境界が非常にあいまいになってきた（後略）。
地すべりと防止工法	山腹または谷壁斜面の一団の範囲が摩擦抵抗を排し、すべりによって安定化しようとする現象を地すべりという。
地すべり・斜面崩壊の実態と対策	地すべりと崩壊の区別であるが、現象あるいは機構的にみれば両者の区別は厳密にはつけ難いものである。地すべりとは『山地や丘陵の斜面で、これを構成する地塊の一部が、降雨や融雪や地下水の急激な増加等の原因によって平衡を破り、下方に移動する現象をいう』と定義づけられているが、山地、丘陵等の斜面でおこる現象には地すべり以外に、崩壊、崖くずれ、河岸決壊、土石流等いろいろな用語があって、その判別が非常に困難である。

「空中写真による地すべり調査の実際」（1984）日本測量調査技術協会 編、より引用

1. 2地滑りの分類

参表1-2 地すべりの型分類*(渡、酒井(1975))に修正、加筆)

特徴	分類	岩盤地すべり**	風化岩地すべり	崩積土地すべり	粘質土地すべり
出現頻度の多い平面形***		馬蹄形、角形	馬蹄形、角形	馬蹄形、角形、沢形、ボトルネック系	沢形、ボトルネック形
出現頻度の多い平面形***		凸状尾根地形	凸状台地地形、単丘上凹状台地地形	多丘状凹状台地地形	凹状緩斜面地形
すべり面形***		椅子型、舟底型	椅子型、舟底型	階段状、層状	階段状、層状
主な土壌の性質(頭部)		未風化岩、または弱風化岩、透水性は良好	風化岩、亀裂が多く、透水性は良好	礫混じり土砂、透水性はやや不良	礫混じり土砂、透水性は不良
主な土壌の性質(末端部)		風化岩(移動量が小さい場合)	巨礫混じり土砂	礫混じり土砂、一部粘土化	粘土または礫混じり粘土
運動速度		2cm/day以上	1.0~2.0cm/day程度	0.5~1.0cm/day	0.5cm/day以下
運動の継続性		短時間、突発的	ある程度継続的(数十~数百年に1度)	継続的(5~20年に1回程度)	継続的(1~5年に1回程度)
すべり面の形状		直線状	直線状(頭部と末端がやや円弧状)	円弧と直線状、末端が流動化	頭部が円弧状
ブロック化		概ね1ブロック	末端、側面に2次的な地すべりが発生する。	頭部がいくつか分割され2~3ブロックになる。	全体が多くのブロックに分かれ相互に関連しあって運動する。
一般的な斜面形		一般に台地部があるが不明瞭である。凸型斜面に多く、鞍部から発生する例が多い。	明瞭な段落ち、帯状の陥没地と台地を有する。大きく見れば凹型だが、主要部は凸型である。	滑落崖を形成し、その下に池、湿地等の凹地があり、頭部にはいくつかの残丘がある。凹形斜面に多い。	頭部に不明瞭な台地を残し、大部分は一様な緩斜面で、沢状を呈することが多い。

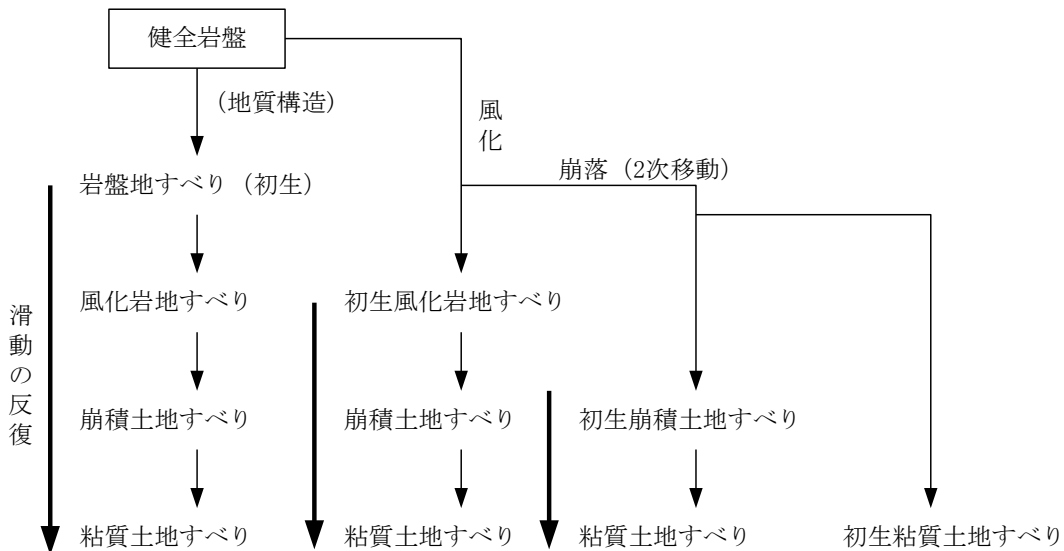
* 表2.2は型分類ごとの平均的な概念を示したものである。

** 岩盤地すべりには、これと異なる特徴を有するものもある。

***地すべりの平面形、地形形状、すべり面形はそれぞれ図2.1、2.2、2.3を参照。なお、図2.1~2.3は各々の型分類ごとの地すべりの平均的な概念を模式的に示したものである。したがって、例えば岩盤地すべりの凸状尾根地形と後章えd示す岩盤地すべりの事例における地形的特徴とは必ずしも合致しない。

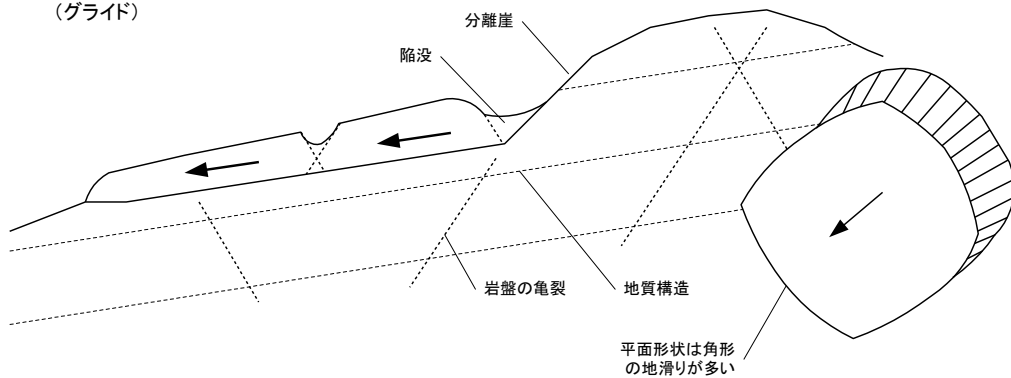
「貯水池周辺の地すべり調査と対策」建設省河川局開発課監修。より引用

参表1-3 地すべりの進化と型分類

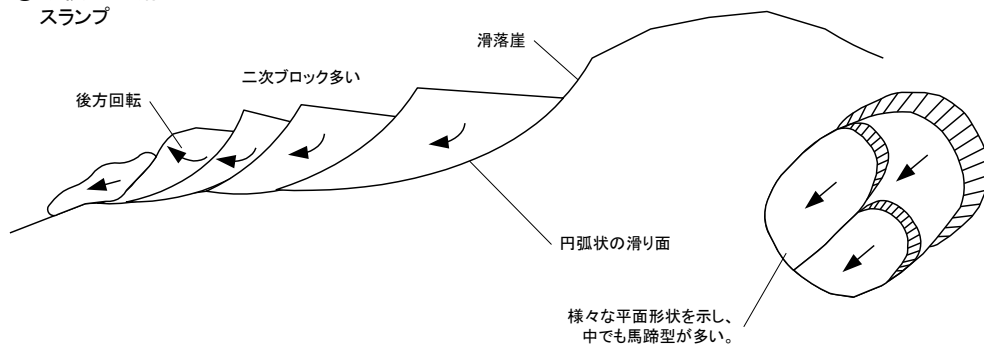


「貯水池周辺の地すべり調査と対策」(1995)建設省河川局開発課監修。より引用

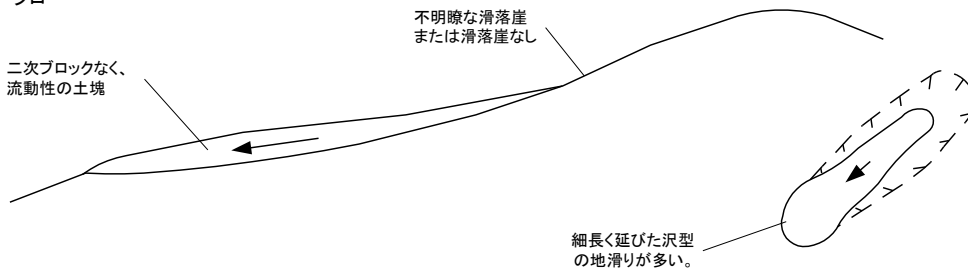
①岩盤地滑り・風化岩地滑り
(グライド)



②崩積土地滑り
スランプ



③粘質土地滑り
フロー



地滑りタイプの比較表			
渡(1971)の分類	岩盤地すべり	崩積土地すべり	粘質土地すべり
	風化岩地すべり		
移動形態による分類	グライド	スランプ	フロー

参図 1-1 地滑りタイプ

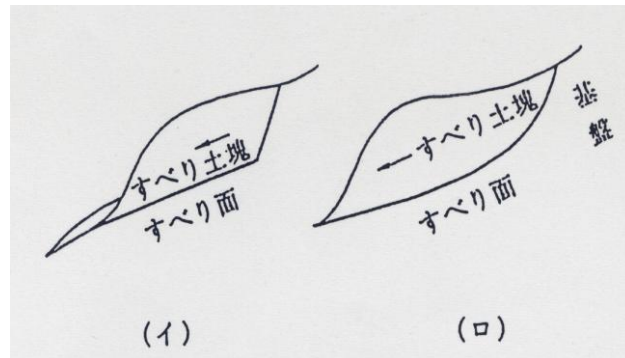
参表 1-4 地滑りのタイプ区分と移動方向検討方法の関係

検討のベース	検討手法	基本的な考え方	手法の解説	地滑りタイプ別の適用性			備考
				岩盤地滑り 風化岩地滑り (グライド)	崩積土地滑り (スランプ)	粘質土地滑り (フロー)	
地形モデル	すべり面推定法	地滑りは地中の滑り面を基準とした動きであることから、滑り面の形状を推定する事によって地滑りの移動方向を推定する。	滑り面の推定最大層厚Hmax (=W/7 Wは地滑りブロックの最大幅)を元に、滑り面が単純円弧であると仮定し、滑り面形状を推定してその傾斜方向を移動方向とする。	×	△	×	グライド、フローは一般に滑り面が円弧状となることは少なく、適用が難しい。
	中点法	滑り面の最深部はブロックの中央を通るという一般論に基づき、地滑りの移動方向を推定する。	地滑りブロックと地形コンターの交点を結ぶ線分を引いて中点を取り、そのうち任意の中点を結ぶ方向を地滑りの移動方向とする。	×	○	△	地形要素に加え、滑り面形状も考慮している。ただし、地形の乱れがある場合には影響を受けやすい。
	直交線法	地滑りは空中写真等で判読できるとおり、地形上に反映されることから、地形の最大傾斜方向が地滑りの移動方向を反映する。	地滑りブロックと地形コンターの交点を結ぶ線分を引いて各線分の直交線を描き、それぞれの直交線の角度を平均して移動方向を求めらる。	×	△	○	グライド、スランプでは地形の乱れが大きく、適用性が低い。フローでは比較的地形の乱れが少ないことが多く、適用可能である。
地形判読+地表踏査	最も一般的に利用されているが、地滑りの移動方向の決定は技術者の判断による部分が多い。	空中写真、地形判読結果と現地踏査結果を総合し、地滑りの移動方向を推定する。	○	○	△	フローでは地滑りの境界線が不明瞭となっていることが多く、判定が難しい。	
動態観測	観測計器の設置、または定点観測などにより、地滑りの動きをデータとして把握する。	孔内傾斜計、地盤伸縮計、移動杭観測、定点実地測量、GPS観測など	◎	◎	◎	既往調査等で動態観測データがある場合、地滑りの移動方向はそれに従う。	

1. 3地滑りのすべり面形状

(1) 椅子型すべり面

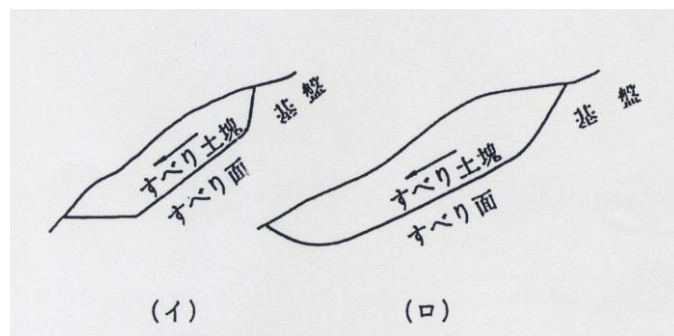
- ・地滑りが一つの明瞭なブロックをなす。
- ・岩盤やこれに近い性状を持つ土塊では折線状をなすが、礫混じり土砂や粘質土の場合、上部では曲線状で中部以下は直線状をなす。
- ・末端部では勾配が急になるため、小崩壊、落石等が発生する。
- ・頭部では陥没が生じることが多く、地盤の沈下よりも水平変位の方が大きい。



参図 1-2 椅子型すべり面

(2) 舟底形すべり面

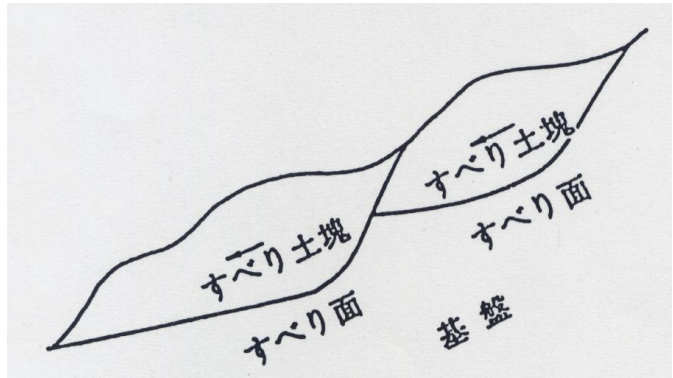
- ・椅子型の地滑りの下部に隆起を伴うものである。
- ・岩または岩に近い場合は船底のような断面形状を呈するが、土砂の場合は2つの曲線が1つの直線を挟んだような形をしている。
- ・地滑り末端の隆起部は多くの場合平坦部や緩斜面で発生し、時には河川をまたいで対岸にまで達するものもある。



参図 1-3 舟底型すべり面

(3) 階段形すべり面

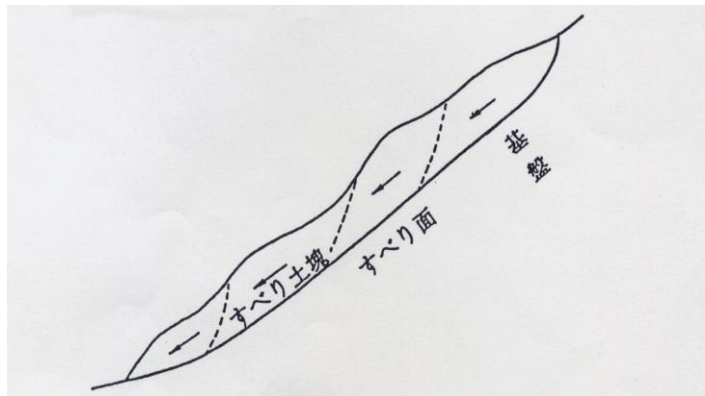
- ・地滑りの発生に伴い上部斜面が不安定化し、新たに移動した時には階段形のすべり面となる。
- ・初生的な地滑りは少なく、土塊は攪乱されて礫混じり土砂または粘土に変化している。
- ・階段状の地形（段差地形、ステップ地形）を呈することが多い。



参図 1-4 階段状すべり面

(4) 層状すべり面

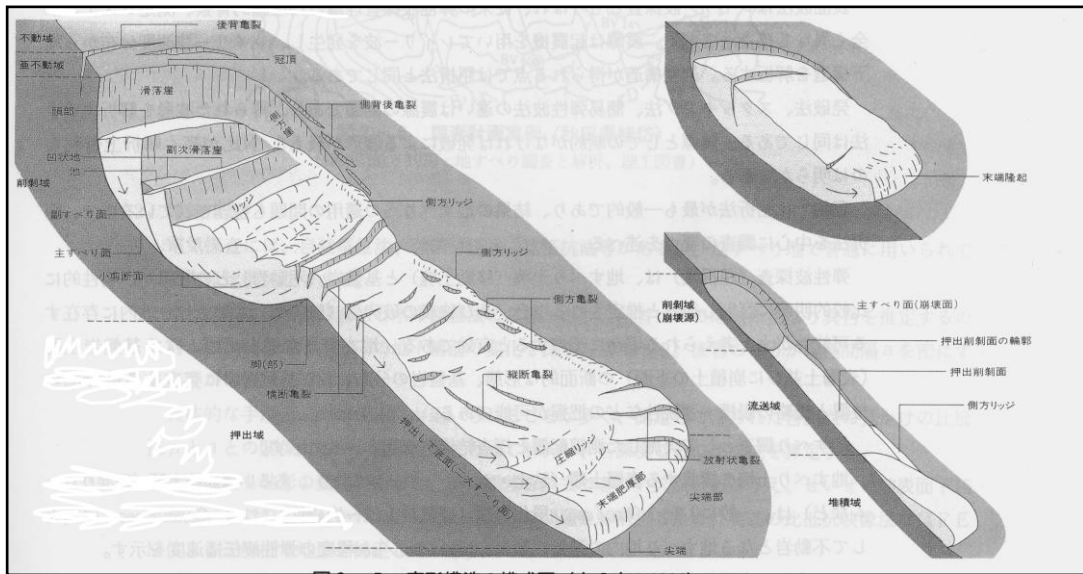
- ・同一地層面に後退性の地滑りが発生した場合に多く、直線部の非常に長いすべり面となる。
- ・初生の地滑りには見られず、滑動を繰り返した地滑りに多く見られる。



参図 1-5 層状すべり面

2. 地滑りの地形

2. 1 地滑り地形の概要



参図 2-1 地滑り各部位の名称 (Varnes(1950)を大八木が加筆修正(1982))

参表 2-1 地滑りの変形構造の概要 (大八木(1982))

	領域区分		輪郭構造	内部構造	
地表面 (変形) 構造	不動域		斜面の構造(地質構成、地質構造、風化作用・侵食作用等による構造、土層構成など)		
	亜不動域		側背後の亀裂 後背亀裂		
	変動域	削剥域 (崩壊源)		冠頂 滑落崖 側方崖 側方亀裂、側方凹地 側方リッジ 側方崩壊 (押し出し、押被せ) 脚(部) 又は剥離面域下限 末端隆起	副次滑落崖、亀裂(横断亀裂、縦断亀裂、放射状亀裂、引張亀裂) 凹状(陥)・凸状地 圧縮リッジ
		押出域	流送域	押出剥離面の輪郭	押出剥離面
			堆積域	末端肥厚部 先端部 先端	放射状亀裂 圧縮リッジ 横断亀裂 縦断亀裂、
地中 (変形) 構造	変動域	削剥域 (崩壊源)		副すべり面 すべり面以外の剪断面 地滑りによる褶曲 亀裂	
			流送域 堆積域		押出下底面→二次すべり面
	亜変動域				
	不動域		斜面の構造		

2. 2 空中写真判読と現地観察による情報量の差異

参表2-2 空中写真(広義)と現地観察における情報量の差異

判読項目	斜め写真		垂直写真	現地観察	
	ヘリコプター	固定翼機			
地形条件	斜面の高低	◎	○	○	△
	斜面の奥行き	×	◎	◎	△
	斜面形	○	◎	◎	×
	地表面の状態	◎	○	○	○
	リル・ガリーの分布・規模	◎	◎	○	△
	落石経路	○	◎	◎	×
	落石堆の分布・規模	◎	◎	○	△
	落石のブロックの数	◎	○	○	×
	オーバーハングの状態	◎	○	×	○
	落石堆内の不安定地形	◎	○	○	△
	斜面の起伏	△	◎	◎	△
	落石予備物質の分布・規模・位置	◎	△	×	△
	地質条件	地質構成	○	△	△
成層状況		○	×	×	○
岩石の堅硬性		○	×	×	◎
節理・き裂の分布		◎	×	×	○
風化変質状況		○	×	×	◎
堆積物の固結度		○	○	○	◎
落石堆内の構造物質		◎	×	×	◎
湧水地点		◎	△	△	◎
その他	崖面の全体像	○	◎	◎	×
	写真計測	◎	◎	◎	—

◎:よくわかる

△:何ともいえない

○:わかる

×:わからない

「空中写真による地すべり調査の実際」(1984)日本測量調査技術協会編. より引用

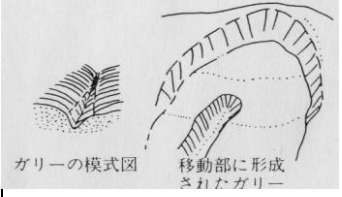
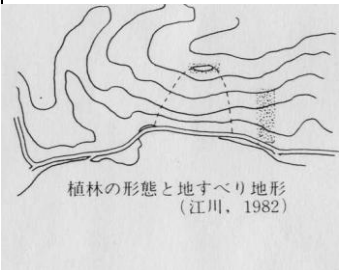
2. 3 空中写真判読による地滑り地形の判読ポイント

参表 2-3 地滑り地の形態的特徴と判読の鍵の例

(出典：空中写真による地すべり調査の実際 日本測量調査技術協会(1984))

判読の鍵 (key)	形 態	説 明 図
地 す べ り 地 形	<p>滑落崖またはクラック</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 滑落崖は図 2.1 に示すように、その上下斜面にくらべ、急斜料の直線～円弧状の急崖をなす。 2) 地すべり変動あるいはその前兆（前駆）現象として、地表面にクラックが生ずることが多い。 3) 地すべり変動が初期の段階では、滑落崖が微小であったり、クラック地形のみであることが多く、一般に小規模である。このため、写真の精度・縮尺によって判読の限界があるが、山腹斜面のはらみ出しなどによって確認できることもある。 4) 地すべりがおこると滑落崖が形成されることが多いが、単に”みぞ状”であったり崖錐クリープタイプのもののように不明瞭なことも多いので注意を要する。 	
の 直 接 的 特 徴	<p>移動ブロック、凹陷地小丘</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 滑落崖前面には地すべりの押し出しによる移動ブロック（土塊）がみられる。 2) 移動土塊中には大小さまざまな崖や地割れ、凹陷地や小丘（地すべり小丘）があることが多く、これらを指標に数個の移動ブロックに分割することができる。 3) 移動ブロックは移動過程で破碎されており、二次的地すべりが発生していることも多い。 4) 斜面に多量の崖錐堆積物がある場合、地すべりによる押し出し堆積物であることが多く、地すべりの存在を示唆することがある。 	

判読の鍵 (key)	形 態	説 明 図
地すべり地形の直接的特徴	傾 斜 地すべり斜面における斜面縦断の傾斜頻度分布をとってみると、滑落崖と移動ブロック（押し出し）をあらわす急、緩の二つのピークが現われる。これは上方における大規模な削剥（滑落崖の形成）と下方における大規模な堆積（移動ブロックの形成）の結果を示している。これに対し、非地すべり斜面では一般に傾斜の頻度分布が単一のピークをもつ凸型となる。	
地すべり地形の間接的特徴	水 系 谷の規模 谷の配置 地すべり斜面では、水系網が破壊されることが多く、周辺の非地すべり斜面にくらべ、谷密度が非常に小さい。 地すべり地形をなす斜面では、谷の規模が大きかったり、逆に貧弱であったりする。これに対し、非地すべり斜面では、一般に谷の規模と集水面積との間には正の相関がある。 地すべり斜面では亀裂に起因する沢が多くそれに沿った谷やガリーが形成され、しばしば最大傾斜方向と直交することがある。非地すべり斜面では一般に最大傾斜方向に流下する場合が多い。	
斜面基部の河幅、河道形状	地すべりは、河川の側方浸食や下刻作用が起因となって河川（または沢）沿いに発生する場合が多い。河川沿いに発生した地すべりでは、周囲にくらべて河幅が不自然に狭くなっていたり、移動ブロックの押し出しにより河道の平面地形が押しやられた形状を示す例がみられる。 移動部が谷に到達しない場合やその土砂量が少ない場合、あるいは地すべり地形の破壊が著しい場合は、かならずしも谷幅が狭くならない。	

判読の鍵 (key)		形 態	説 明 図
地 す べ り 地 形 の 間 接 的 特 徴	ガ リ ー	ガリーの存在は、地質が脆弱であることを示す場合が多い。地すべりの移動部では地質状況が脆弱で、ガリーが形成されやすい。また土砂生産が激しいことを反映し、ガリー下端に沖積錐の形成をみることがある。地すべり初期の段階では、図 2.4 に示すようにクラックに沿ったガリーの発達が見られることが多い。	
	土地利用	<p>1) 地すべり地では、周囲にくらべて構成物質（崖錐堆積物であることが多い）や水文環境が異なること、移動部が緩斜面であることを反映し、土地利用や植生に特徴がみられる。</p> <p>2) 地すべり地内では保水能が良好であるため、水田（千枚田あるいは棚田）や植林地として利用されることが多い。したがって山間部の斜面内に水田が存在する場合、地すべり地形である疑いがある。また、スギ植林などでは、保水が良好な崖錐堆積物の厚い箇所に植林が行われることが多く、地すべり地も同様の土地条件からなるため、植林地となっていることが多い。特に、植林のパターンとして、一般斜面では斜面の上下方向になされることが多いのに対し、地すべり地では段状地形、凹陷地を反映し植林帯はそれに沿って等高線と並行する形で配列することがある。</p>	
	崩壊地の分布	<p>1) 移動ブロック先端斜面には、崩壊地壊壊跡地が分布されることが多い。これは、移動部が破碎され脆弱になっていることと対応する。</p> <p>2) 地すべりの前兆（前駆）現象として崩壊現象がみられることもある。このため崩壊地、崩壊跡地の存在が地すべりの存在を示唆することがある。特に山腹斜面のはらみ出しのみられる斜面で崩壊が多発している場合、地すべり地であることが多い。</p>	

2. 4地滑り地形とその成因

参表2-4 基本単位地形の形態・構造・成因

単位地形	形態的特徴	成 因		構 造
		運動様式	支配域における支配的な力	
1 引張クラック	移動方向に直交する方向にのびる。		引張	
2 圧縮クラック	移動方向に平行、放射状、まれに直交する。		圧縮	
3 滑落崖	concaveな断面形。	slump	引張	
4 分離崖	直線状の断面形。 平面形も直線状であることが多い。	glide	引張	
5 溝状凹地	底面が広い。 移動方向に直交する方向にのびる。 隣接斜面との不連続性。	glide	引張	二次堆積物により埋積されていることが多い。
6 block	移動方向の斜面の一部を保持している。 concaveな断面形。 周囲の斜面との間に明瞭な傾斜変換線を伴う。	Slide	引張	不動域の構造を保持し、破碎されていない。
7 Pressure-ridge	concaveな断面形。 平面形は移動方向に直交する長円形を示す。 周囲の斜面との間に明瞭な傾斜変換線を伴わない。	slump or glide	圧縮	本来の構造が変形、変質、破碎され、小規模な褶曲・スラスト・正断層が発達する。
8 debris-flow- redge	移動方向に平行な細長い尾根状の地形。		引張	
9 debris-flow- cone	前面が急、背面が緩やかな火山泥流の流れ山状の地形。	flow	圧縮	分級の悪い破碎物や風化物。

(木全ほか、1985を一部補足)

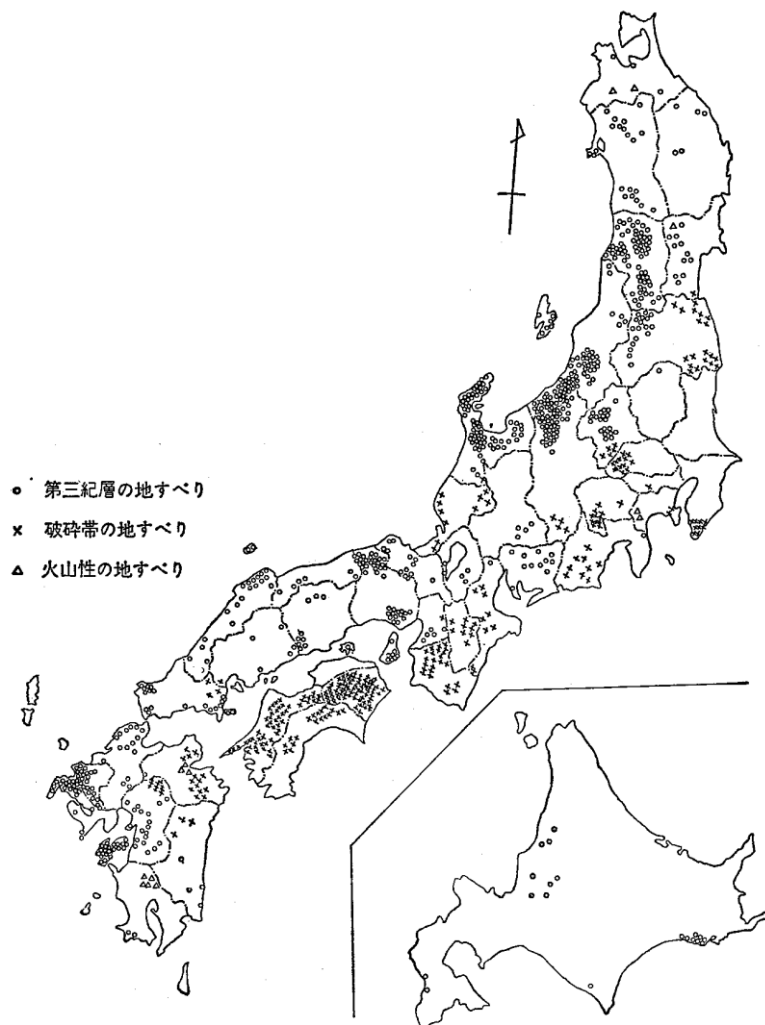
「ランドスライド」(1996)古谷尊彦、より引用

3. 地滑りと地質

3. 1 地滑りと地質の種類

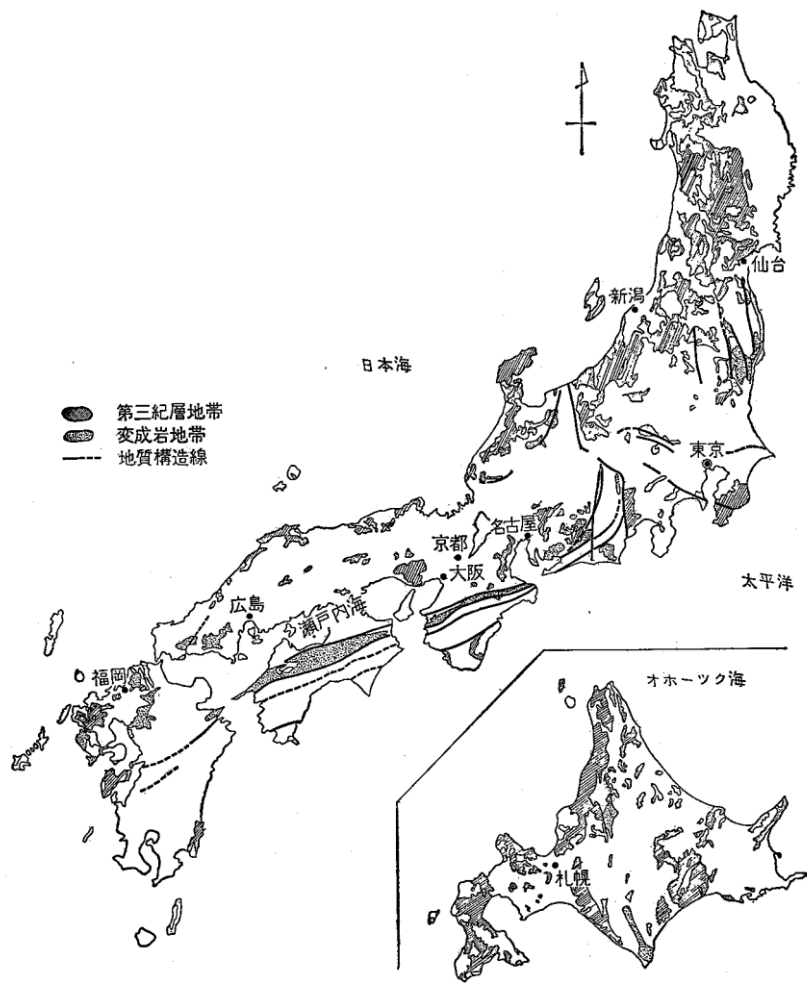
参表 3-1 地すべりの地質別分類

地すべりの分類	地すべりの分布地域	構成地質
第三紀層地すべり (Tertiary landslide)	東北、北陸、山陰、北九州等の日本海側の丘陵地域	第三紀層(tertiary) 泥岩(mudstone) 砂岩(sandstone) 凝灰岩(tuff) 等 いわゆるグリーン・タフ地帯 (green tuff)
破碎帯地すべり (sheared zone landslide)	四国から紀伊半島をほぼ東西に走る中央構造線(Median line)の南側に帯状に分布	三波川変成岩 結晶片岩(schist) 千枚岩(phyllite) 片麻岩(gneiss)
火山性地すべり (Volcanic landslide)	主な火山地帯に分布	温泉変質に伴う温泉余土生成部



参図 3-1 地滑りの発生が顕著な地質分布図

「空中写真による地すべり調査の実際」(1984)日本測量調査技術協会 編. より引用



参図3-2 日本の主要地すべり分布図

「空中写真による地すべり調査の実際」(1984)日本測量調査技術協会 編. より引用

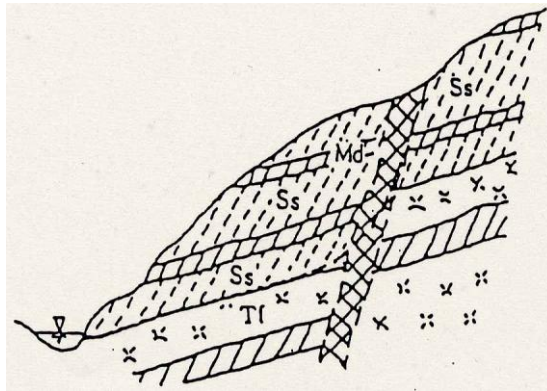
地質年代	(Ma) 100万年	時階	千島孤内帯		東日本孤内帯				フォッサマグナ		西南日本孤内帯												
			北見地区	渡島半島	秋田油田	脊染山脈	出羽丘陵	新潟油田	北部	南部	北陸	山陰											
第四紀	更新世	0.7	VII			新期火山噴火物			魚沼層群	猿丸層													
		1.8											VI	瀨棚層？	鮭川層	観音寺層	灰爪層	棚層	曙礫岩	植生層			
新第三紀	鮮新世	5.3	V	ガロ川火山岩類	天徳寺層	花山層			西山層	椎谷層	鳥森山火砕岩	音川層											
													6.5	IV	協和層 若松層	黒松内層	船川層	黒沢層	北俣層	寺泊層	小川層	身延層	松江累層
中更新世	中期	16.6	II	達姫層 二又安山岩	訓薙層	西黒沢層	小繁沢層	青沢層	津川層	別所層	御殿山層	東別所層											
													6.5	III	相内層	八雲層	女川層	山内層	草薙層	七谷層	青木層	黒瀬谷層	成相寺層
													5.3	IV	相内層	八雲層	女川層	山内層	草薙層	七谷層	青木層	御殿山層	東別所層
初期	初期	23.7	I		福山層	台島層	大石層	立谷沢層	三川層群	内村層	小関川層	岩稻層 檜原層	古浦累層										
														6.5	III	津別層	八雲層	女川層	山内層	草薙層	七谷層	青木層	御殿山層

参図3-3 新第三紀層の地階区分と序層の対比¹⁴⁾

「地すべり防止技術研修テキスト」(社)地すべり対策技術協会 編、より引用

3. 2地滑りと地質構造

- ①破砕帯を伴う断層周辺の地区、地質構造線沿いの地区
- ②流れ盤斜面の地区（参図3-4参照）
- ③第三紀層の砂岩・泥岩などにおける褶曲背斜軸、向斜軸周辺の地区（参図3-5参照）
- ④火山岩と貫入岩の境界と周辺の地区（参図3-6参照）
- ⑤軟質な地質上を覆う硬質のキャップロック（玄武岩、安山岩、火山碎屑岩等）を持った地区（参図3-7参照）



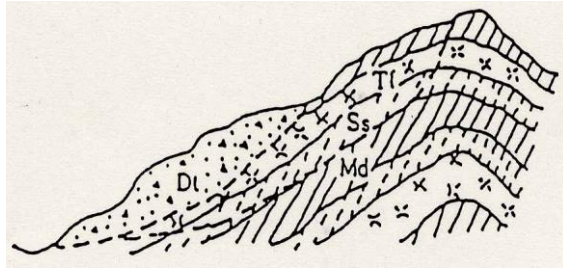
参図3-4 単斜構造（流れ盤）。断層に起因する岩盤地滑りのモデル

Ss: 砂岩, Md: 泥岩, Tf: 凝灰岩



断層及び破砕部

破砕部に起因する凝灰岩上面の岩盤地滑り面



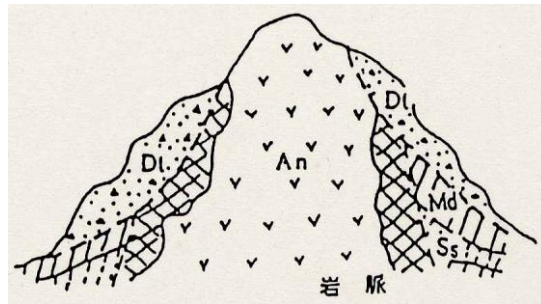
参図 3-5 褶曲（背斜構造）に起因する岩盤地滑り
及び崩積土地滑り（崩積土下面）のモデル

Dt: 崩積土, Tf: 凝灰岩, Ss: 砂岩, Md: 泥岩



崩積土下面のすべり面

泥岩上面の岩盤すべり面



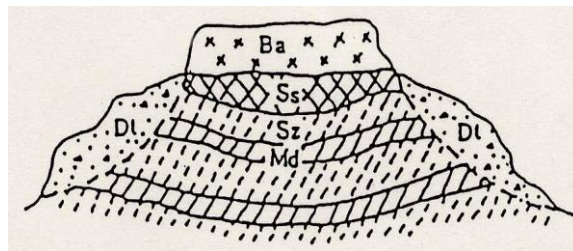
参図 3-6 安山岩貫入に起因する崩積土地滑りのモデル

Dt: 崩積土, An: 安山岩, Ss: 砂岩, Md: 泥岩



安山岩貫入に伴う基岩の破碎・変質部

崩積土下面のすべり面



参図 3-7 餅板状キャップロックに起因する崩積土地滑りのモデル

Dt: 崩積土, Ba: 玄武岩, Sz: 破碎部, Ss: 砂岩, Md: 泥岩



崩積土下面のすべり面

以上、藤原ら 1979 による

4. 地滑りによる変状と構造物

参表 4-1 建物・構造物等の地すべりによる変動状況

建物・構造物	変動・変状・破壊の状況										
建物	①壁にクラックの発生 ②壁の剥落 ③床下やタタキにクラックや段差(落差)の形成 ④建物の傾動 ⑤建物の土台(地盤)に段差										
擁壁 土止壁	<table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;">①縦方向クラックの形成</td> <td rowspan="2" style="border: none;">} 圧縮クラック (地すべり末端付近に多い)</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">②縦方向段差の形成</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">③水平方向クラックの形成</td> <td rowspan="2" style="border: none;">} 引張クラック (地すべり頭部付近に多い)</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">④水平方向段差の形成</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="border: none;">⑤壁面全体の傾動 (脚部の動く方向が地すべりの動きの方向)</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="border: none;">⑥壁面全体の沈下</td> </tr> </table>	①縦方向クラックの形成	} 圧縮クラック (地すべり末端付近に多い)	②縦方向段差の形成	③水平方向クラックの形成	} 引張クラック (地すべり頭部付近に多い)	④水平方向段差の形成	⑤壁面全体の傾動 (脚部の動く方向が地すべりの動きの方向)		⑥壁面全体の沈下	
①縦方向クラックの形成	} 圧縮クラック (地すべり末端付近に多い)										
②縦方向段差の形成											
③水平方向クラックの形成	} 引張クラック (地すべり頭部付近に多い)										
④水平方向段差の形成											
⑤壁面全体の傾動 (脚部の動く方向が地すべりの動きの方向)											
⑥壁面全体の沈下											
側溝	<table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;">①横断方向にクラック形成</td> <td rowspan="3" style="border: none;">} 圧縮によるもの (地すべり末端付近に多い)</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">②横断方向に段差形成</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">③側溝の圧損*</td> </tr> </table>	①横断方向にクラック形成	} 圧縮によるもの (地すべり末端付近に多い)	②横断方向に段差形成	③側溝の圧損*						
①横断方向にクラック形成	} 圧縮によるもの (地すべり末端付近に多い)										
②横断方向に段差形成											
③側溝の圧損*											
道路	①路面がある幅にわたって帯状に隆起もしくは沈降(起伏形成) ②路面横断方向にクラック形成 ③切土のり面にクラック形成 ④路面の水平移動(線形のはらみ出し) ⑤切土のり面から湧水 ⑥山側端部舗装のもり上り										
トンネル	<table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;">①横断方向にクラック形成</td> <td rowspan="4" style="border: none;">} 圧縮によるもの (地すべり先端付近に多い)</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">②横断方向に段差(落差)形成</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">③側溝の圧損</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">④水路トンネルからの水もれ</td> </tr> </table>	①横断方向にクラック形成	} 圧縮によるもの (地すべり先端付近に多い)	②横断方向に段差(落差)形成	③側溝の圧損	④水路トンネルからの水もれ					
①横断方向にクラック形成	} 圧縮によるもの (地すべり先端付近に多い)										
②横断方向に段差(落差)形成											
③側溝の圧損											
④水路トンネルからの水もれ											
電柱	①電線の弛緩 - 地盤の圧縮による (地すべり末端部に多い) ②電線の緊張 - 地盤の引張による (地すべり頭部に多い) ③電柱の傾動 - ふつう地すべりの移動方向と反対に傾動										
耕地	①棚田の分布 ②畦畔にクラック ③畦畔の移動 ④水田の傾斜 ⑤湧水田 ⑥水ぬけ田 ⑦荒地化 ⑧ヨシ等湿生植物の侵入										
井戸	①井戸にクラック形成 ②井戸の切断 ③井戸の傾動 ④地下水位の変動(急増や急激) ⑤井戸水の濁り(白濁、赤褐色、臭気)										
その他	①砂防ダムの袖部にクラック形成 ②砂防ダムの破損 ③溜池の減水 ④墓石の傾動 ⑤用水の濁り ⑥局地的隆起・陥没										

「空中写真による地すべり調査の実際」(1984)日本測量調査技術協会編. より引用

5. 地滑りの調査・観測・対策工

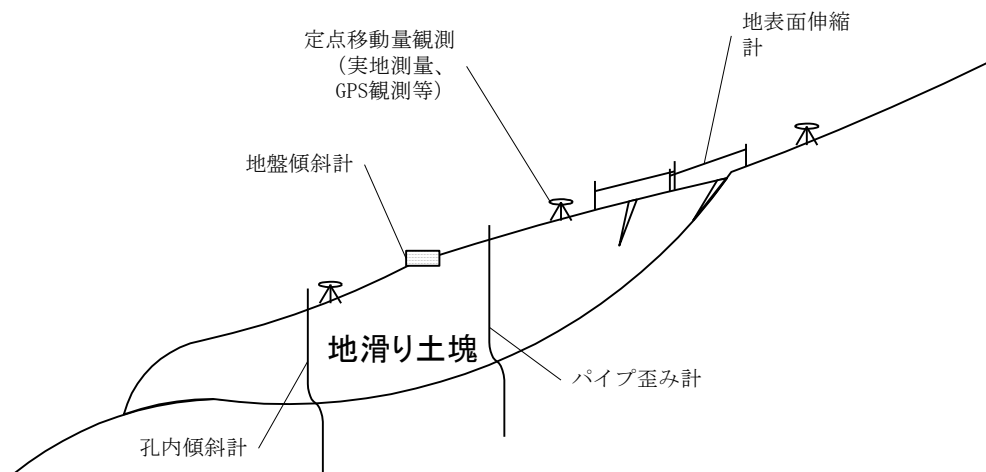
参表5-1. 地滑り調査の目的とその種類

調査の種類		文献 調査	地形 判読	現地 踏査	ボー リング	土質 試験	地下 水調査	物理 探査	動態 観測
調査の目的									
概略調査	a 滑動実態調査	◎	○	◎					◎
	b 人工的誘因による滑動の可能性調査		◎	○					
	c 地すべりタイプの判定		◎	○					
	d 分布範囲の追跡、ブロック化		○	◎					
詳細調査	e すべり面の推定			○	◎			○	◎
	f 土質特性の把握				○	○		△	
	g 地下水位、分布				○		◎	○	
	h 危険度(影響度)判定	△		◎					○

◎:特に適しているもの ○:◎に準じて適しているもの

△:場合によっては適しているもの

(「地すべり防止技術研修テキスト」(社)地すべり対策技術協会)より引用)

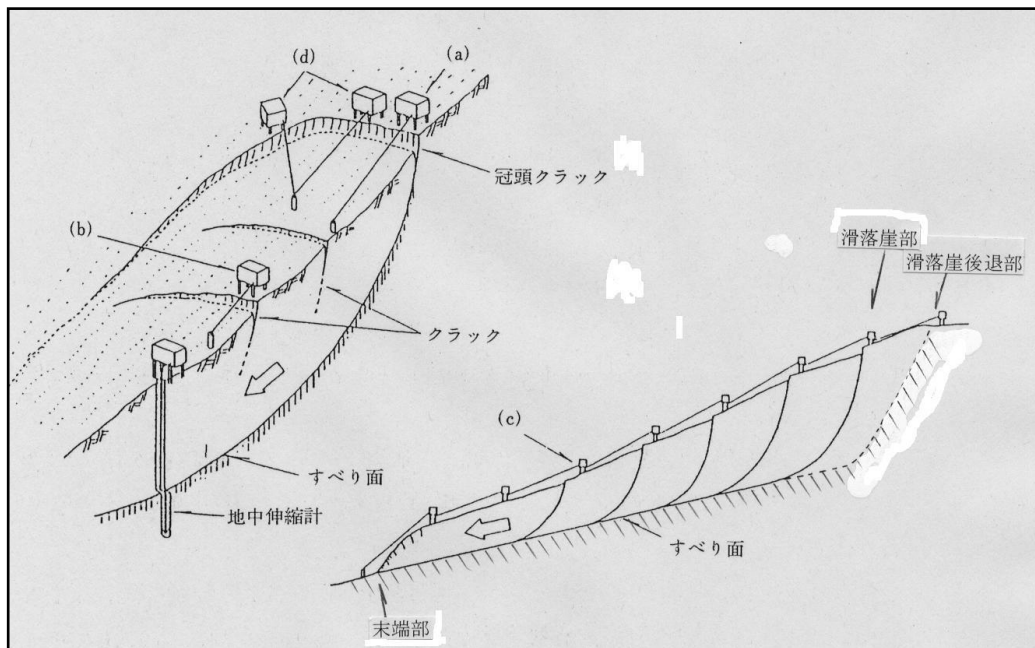


参図5-1 地滑り動態観測の例

参表5-2 地滑り精査の方法と目的

調査項目	調査の方法	調査の目的		
地質調査	9. 物理探査 a) 電気探査 b) 弾性波探査 c) 自然放射能探査	・地すべり崩度の厚さ・風化岩の深度と厚さ・新鮮岩の深度 ・断層破碎帯の有無等の推定 断層破碎帯の位置推定		
	10. ボーリング調査 a) 垂直ボーリング イ) コア採取 (通常掘削) ハ) 標準貫入試験 ニ) 電気検層 ホ) 孔内水平載荷試験 b) 水平ボーリング	・地下地質分布・すべり面位置・性状の確認 ・各種試験・検層・観測の実施 ・地すべり崩土・風化岩・新鮮岩の深度・土質岩質の判定 ・すべり面の推定 ・崩土等の強度推定 ・地層区分の判定 ・地盤の変形係数・静弾性係数の測定 ・地下水排水量の測定 ・地層の区分		
	11) 試掘調査	・地すべり崩土・風化岩・新鮮岩の深度・土質岩質・亀裂の状況 ・地下水の湧出状態の直接確認 ・地すべり面の判定と性状観察 ・不攪乱試料の採取 ・原位置せん断試験の実施		
	12) スウェーデン式サウンディング	・浅い地すべり崩土と基岩の境界推定 ・崩土等の強度推定		
	13) ¹⁴ C年代測定	・地すべり発生の年代推定		
	14) X線鉱物分析	・崩土・基岩・地すべり粘土中の年度鉱物組成の判定		
	土質調査	15) サンプリング 16) 物理試験 17) 室内力学試験 18) 原位置力学試験	・物理試験・力学試験に適した試料の採取 ・崩土およびすべり面粘土の比重・コンステンション・粘度分布 ・自然含水比・密度の測定 ・すべり面粘土等のc-φ測定	
		水文調査	19) 気象調査 a) 降水量観測 b) 積雪深観測 c) 気温観測	・降雨・融雪と地すべり活動の相関関係の解明 ・水循環過程を把握するための資料を得る
			20) 地表水調査 a) 河川流況調査 b) 豪雨時地表水状況 c) 湧水調査 d) 水質調査	・地表水の流路・流況・河川による堆砂状況等の把握 ・水循環過程を把握するための資料を得る
		地下水調査	21) 地表型地下水追跡調査 a) 電気探査 b) 地温探査	・主な地下水流動経路の平面的把握
	22) 孔内型地下水追跡調査 a) トレーサー試験			
	23) ボーリング孔内検層 a) 地下水検層 b) 温度検層		・地下水流動経路の垂直的把握 ・地下水流動量の推定	
	24) 透揚水試験 a) 簡易揚水試験 b) 注水試験		・透水係数の概略の把握 ・地下水流動量の把握	
	25) 間隙水圧調査 a) 地下水位測定 b) 間隙水圧計による測定		・すべり面の間隙水圧の把握 ・崩土内および地すべりブロック周辺 (特に上部) の地下水位推定	
移動量調査	27) 地中移動量調査 a) すべり面測定管による測定 b) パイプひずみ計による観測 c) 鉛直方向伸縮計による観測 d) 孔内傾斜計による観測		・地中における移動方向・移動量の垂直的分布の把握 ・すべり面位置の確認	

「土砂災害調査マニュアル」(1988)松村・中筋・井上. より引用



参図5-2 伸縮計設置例 (出典：地すべり観測便覧(地すべり対策技術協会))

参表5-3 地すべりの型とよく用いられる防止工

工種	型分類	岩盤・風化岩	崩積土	粘質土
		地すべりタイプ	地すべりタイプ	地すべりタイプ
横ボーリング工	◎	○	○	○
集水井工	◎	○	○	○
地表排水路工	◎	○	○	◎
明暗きよ工	△	△	△	○
砂防ダム工	△	△	△	△
床固工	△	△	△	△
排土工	△	—	—	—
押さえ盛土工	△	—	—	—
排水トンネル工	△	—	—	—
長い横ボーリング工	△	△	△	—
抗工	△	△	△	○
擁壁工	△	△	△	—
漏水防止工	△	—	—	—
地下水遮断工	—	—	—	—
シャフト工	—	—	—	—

◎ 最もよく用いられる ○ しばしば用いられる方法

△ 場合により用いられる方法

「地すべり防止技術研修テキスト」(社)地すべり対策技術協会 編、より引用

参表5-4 地すべり型と対策工法一覧表

(日本道路協会、1979)

主な原因	地すべりの型	対 策 工 法											備 考
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
自然誘因 降雨・融雪浸透地下水の増加 河川の浸食	岩盤地すべり	○	△	◎	△	◎	○	○	◎	◎	○	◎:最もよく用いられる工法 ○:たびたび用いられる工法 △:あまり用いられない工法	
	風化岩地すべり	◎	△	◎	△	◎	○	○	◎	◎	○		
	崩積土地すべり	◎	○	◎	△	○	◎	◎	○	○	△		
	粘質土地すべり	◎	◎	○	○	△	◎	◎	△	△	△		
人為的誘因	切土工	岩盤地すべり	△	△	○	△	◎	◎	○	◎	○	△:あまり用いられない工法	
		風化岩地すべり	△	△	○	△	◎	◎	○	◎	○		
		崩積土地すべり	○	○	○	△	◎	◎	○	◎	○		
		粘質土地すべり	◎	◎	○	△	△	◎	○	○	△		
	盛土工	崩積土地すべり	△	△	○	△	△	◎	○	◎	◎		
		粘質土地すべり	△	△	△	△	△	◎	○	○	△		

摘要 A: 地表水排除工(浸透防止工、水路工)
 B: 浅層地下水排除工
 C: 深層地下水排除工
 D: 地下水しゃ断工
 E: 排土工、段切り(のり面保護工含む)
 F: 押え盛土工(よう壁工、わく工を含む)

G: 河川構造物
 H: くい工
 I: シャフト工
 J: アンカー工

「空中写真による地すべり調査の実際」(1984)日本測量調査技術協会 編. より引用

6. 土石等の土質定数の推定

<土石等の内部摩擦角検討事例>

参表6-1 各地層における地すべりの内部摩擦角

地層名	平均内部摩擦角 (°)
第四紀層	22.7
新第三紀層	21.0
古第三紀層	19.1
三波川帯	28.5
三郡変成帯	29.7
秩父帯	25.6
御荷鉾帯	26.9
平均値	24.8

出典：「地質帯ごとにみた地すべり面のせん断強度定数の評価」土木技術資料、第32巻 第11号、1990. 中村浩之・綱木亮介・吉田克美

参表6-2 土石等の内部摩擦角

土質	内部摩擦角 (°)
粘土	5~10
砂質土	15~25

出典：「地すべり調査と解析」1976. 谷口敏雄監修・藤原明敏著

参表6-3 土石等の内部摩擦角

土質	内部摩擦角 (°)
第三紀泥岩、凝灰岩	5~20
結晶片岩、千枚岩	15~30

出典：「地すべり・斜面崩壊の実態と対策」1979. 山口剛二・渡 正亮・小橋澄治著

参表6-4 土石等の内部摩擦角

土質	内部摩擦角 (°)
第三紀層地すべり	8~20
中・古生層地すべり (結晶片岩地すべりを含む)	20~30

出典：「地すべり・斜面崩壊の予知と対策」1987. 渡 正亮・小橋澄治著

参表6-5 新第三紀層以外の地質帯の地すべりの内部摩擦角

地層名	平均内部摩擦角 (°)
第四紀層	22.7
古第三紀層 (泥岩・頁岩)	19.1
三波川帯	28.5
三郡変成帯	29.7
秩父帯 (石灰岩を除く)	25.6
御荷鉾帯	26.9

出典：「地すべり面の土質定数の決定手法に関する研究」第43回建設省技術研究会 共通部門指定課題論文集、1989. 建設省砂防部傾斜地保全課・建設省土木研究所

参表6-6 新第三紀層地帯の地すべりの内部摩擦角

時階	岩層	内部摩擦角 (平均値、度)
V	砂岩	21.7
	砂岩・泥岩	20.5
	泥岩	21.9
	凝灰岩	17.5
IV	砂岩・泥岩	17.2
	泥岩	23.4
	凝灰岩	22.0
	砂岩・泥岩	19.0
III	泥岩	24.5
	凝灰岩	19.2
II	凝灰岩	21.6
I	泥岩	22.3
	凝灰岩	22.4

出典：「地すべり面の土質定数の決定手法に関する研究」
 第43回建設省技術研究会共通部門指定課題論文集、1989。
 建設省砂防部傾斜地保全課・建設省土木研究所

参表6-7 長野県北部高地における主な岩質別地すべり地分類表

主な岩質	犀川流域		姫川流域		千曲川・ 関川流域		計		備考
	箇所数	比率	箇所数	比率	箇所数	比率	箇所数	比率	
泥岩・砂質泥岩	80	18.2			8	10.9	88	15.1	
泥岩・砂岩互層	278	63.1	41	61.2	22	30.1	341	59.0	
頁岩(別所型)	7	1.6			1	1.4	8	1.4	
砂岩	23	5.2	1	1.5			24	4.1	
泥岩・砂岩・凝灰岩(酸性)	13	3.0	5	7.5	6	8.2	24	4.1	
泥岩・砂岩・礫岩	11	2.5	2	3.0	13	17.8	26	4.5	
砂岩・礫岩・凝灰岩(酸性)	5	1.1					5	0.8	
流紋岩・凝灰岩	4	0.9	5	7.5			9	1.5	
泥岩・砂岩・火砕岩	18	4.1	4	5.9	1	1.4	23	4.0	
蚊紋岩			4	5.9			4	0.7	
変質安山岩					6	8.2	6	1.2	
泥岩・砂岩・流紋岩・火砕岩			3	4.5			3	0.5	
粘土・砂・礫					12	16.5	12	2.1	
粘土・砂・礫・流紋岩					4	5.5	4	0.7	
その他			2	3.0			2	0.3	
計	439	100.0	67	100.0	73	100.0	579	100.0	

(望月、1971)¹⁵⁾
 「地すべり防止技術研修テキスト」(社)地すべり対策技術協会 編. より引用

7. 告示式の解説

【告示式 F_1 の算出】

$$F_1 = \gamma (L - X) \left[\frac{\cos \phi}{1 - \sqrt{2} \sin \phi} \right]^2 \tan \phi \quad \dots (1)$$

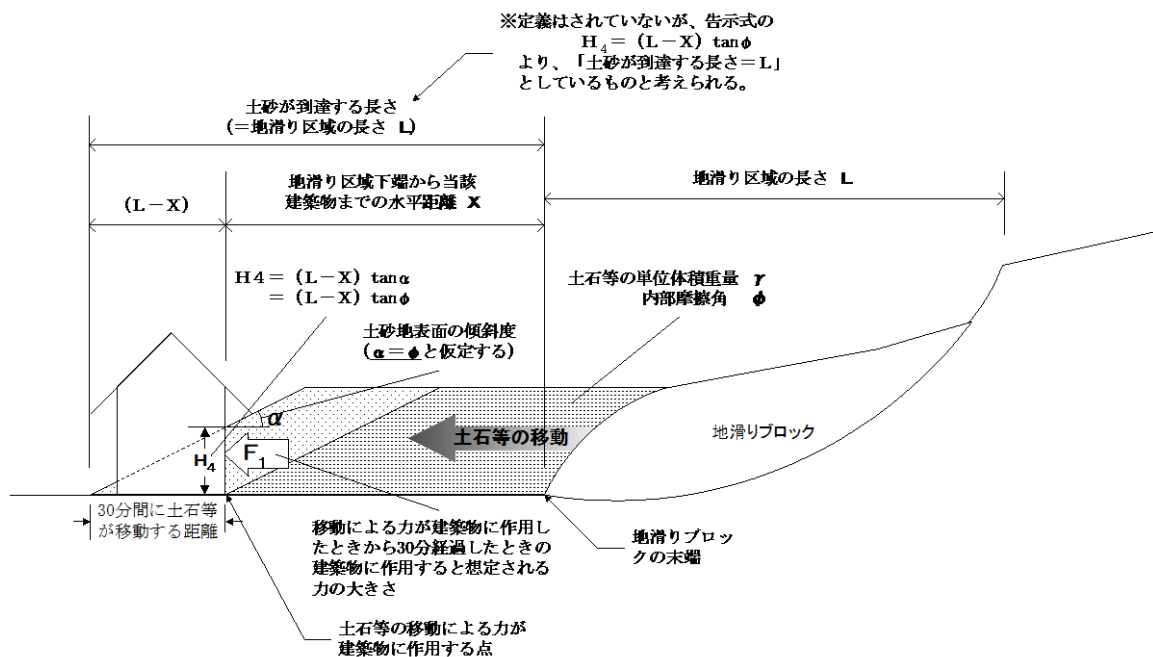
ただし、

$$F_1 = 2\gamma \left[\frac{\cos \phi}{1 - \sqrt{2} \sin \phi} \right]^2 \tan \phi \quad \dots (2)$$

を超えないものとする。

この式において、 F_1 、 γ 、 L 、 X 及び ϕ は、それぞれ次の数値を表すものとする。

- F_1 : 移動による力が建築物に作用した時から 30 分間が経過した時の建築物に作用すると想定される力の大きさ (単位 1 平方メートルにつきキロニュートン)
- γ : 地滑り地塊の滑りに伴って生じた土石等の単位体積重量 (単位 1 立方メートルにつきキロニュートン)
- L : 地滑り区域の長さ (ただし最大 250 メートル) (単位: メートル)
- X : 地滑り区域下端から当該建築物までの地滑り方向における水平距離 (単位: メートル)
- ϕ : 地滑り地塊の滑りに伴って生じた土石等の内部摩擦角 (単位: 度)



参図 7-1 告示式 の概念図

なお、告示式の中では示されていないが、以下の 2 条件が仮定されていると考えられる。

- 土砂地表面の傾斜角度 α については、 $\alpha = \phi$ と仮定する。
- 地滑りの末端から先端側で地滑りの移動によって土砂等が到達する長さについては、「地滑り区域の長さ」 L (m) と等しいと仮定する。

この仮定により、土砂等が建築物に作用する場合の土砂等の高さ (H_4) の式が導き出される。

(1) F_1 算出の式の解説

F_1 算出の式の右辺はクーロンの受動土圧式に基づいている。

クーロンの受動土圧式を式(3,4)に、また、その解説図を参図7-2に示す。

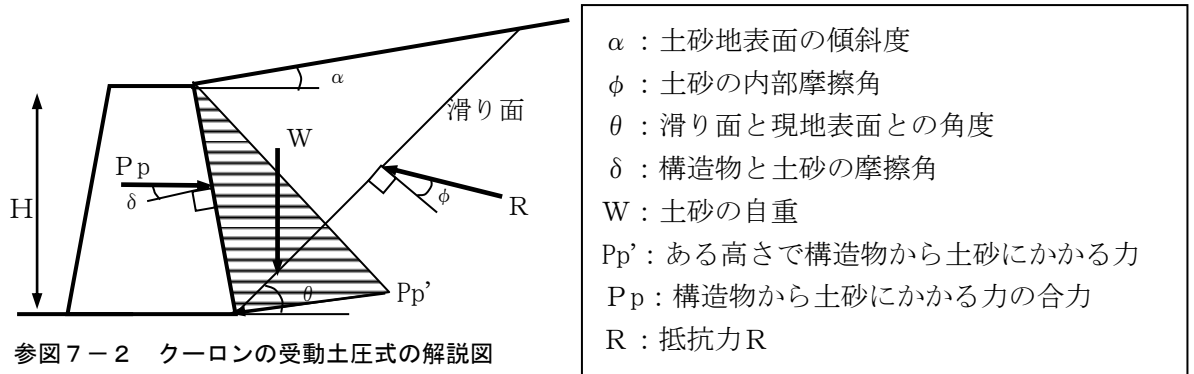
$$P_p' = \gamma \cdot H \cdot K_p \quad \dots (3)$$

γ : 土砂の単位堆積重量

H : 構造物の高さ (=土砂が構造物に作用する高さ)

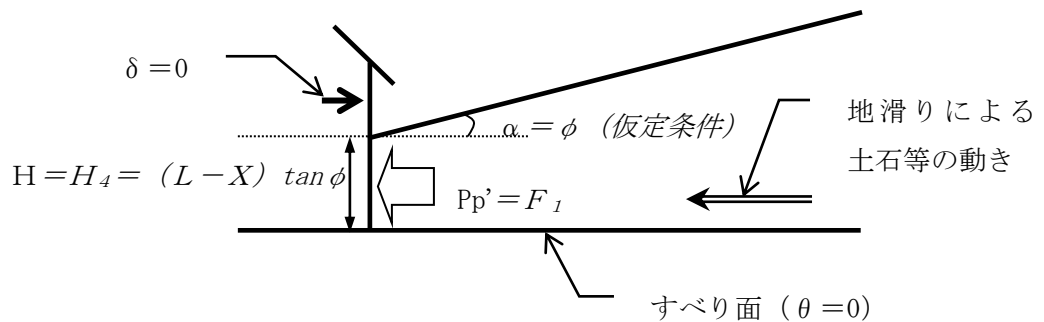
K_p : 受動土圧係数

$$\text{ここで、} K_p = \frac{\cos^2(\phi + \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta)} \left\{ 1 - \frac{\sin(\phi - \delta) \sin(\phi + \alpha)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\theta - \alpha)} \right\}^2 \quad \dots (4)$$



参図7-2 クーロンの受動土圧式の解説図

上記参図7-2を新法の考えに合せて修正すると、参図7-3のようになる。



参図7-3 新法の考え方に対応したクーロンの受動土圧式の変数解説図

※ 斜体の部分は告示式で用いられている記号と条件を表す

従って、上記(3)式は以下のように考えることができる。

$$Pp' (= F_1) = \gamma \cdot H \cdot Kp$$

ここで、

$$H_4 = (L - X) \tan \phi \quad \text{より}$$

$$F_1 = \gamma \cdot (L - X) \cdot Kp \cdot \tan \phi \quad \dots (5)$$

新法では建築物（家屋）等を対象としており、壁面は垂直と仮定できることから、

$$\delta = 0$$

とする。

また、地滑りによる土石は地表面上を移動するためすべり面と現地表面は同じと仮定し、

$$\theta = 0$$

とすると、上記(4)式は以下ようになる。

$$Kp = \frac{\cos^2 \phi}{\left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin \phi \cdot \sin(\phi + \alpha)}{\cos \alpha}} \right\}^2} \quad * \cos 0 = 1$$

ここで $\alpha = \phi$ と仮定すると、

$$Kp = \frac{\cos^2 \phi}{\left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin \phi \cdot \sin(2\phi)}{\cos \phi}} \right\}^2} = \frac{\cos^2 \phi}{\left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin \phi \cdot 2 \sin \phi \cos \phi}{\cos \phi}} \right\}^2} = \frac{\cos^2 \phi}{\left\{ 1 - \sqrt{2 \sin^2 \phi} \right\}^2} = \frac{\cos^2 \phi}{\left\{ 1 - \sqrt{2} \sin \phi \right\}^2}$$

よって、(5)式は

$$\begin{aligned} F_1 &= \gamma (L - X) \cdot Kp \cdot \tan \phi \\ &= \gamma (L - X) \left\{ \frac{\cos \phi}{1 - \sqrt{2} \sin \phi} \right\}^2 \tan \phi \end{aligned}$$

となり、 F_1 の算出の告示式が導き出される。

(2) F₁算出における条件の解説

F₁算出において、「(L-X)が2を越えないこと」とする条件が設けられている(注:(2)式)。このときの上限値2は、以下のように考えられる。

- 1) 告示の中で、F₁は「移動による力が建築物に作用したときから30分間が経過したとき」としており、(L-X)の上限値2(m)は「30分間に土石等が移動する距離」と考えることができる。
- 2) 従って、地滑りによる土石等の移動速度は4(m/h)と仮定しているものと推定できる。
- 3) 土石等の移動速度は、過去の災害等の事例検討結果から導き出されたものと推察されるが、告示の中にはその根拠について示されていない。

(3) 建築物の耐力W₂の算出

【告示式 W₂の算出】

$$W_2 = \frac{106.0}{H_4(8.4 - H_4)}$$

この式において、W₂及びH₄は、それぞれ次の数値を表すものとする。

W₂: 通常の建築物が地滑り地塊の滑りに伴って生じた土石等の移動に対して住民の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれのある損壊を生ずることなく耐えることのできる力の大きさ(単位 1平方メートルにつきキロニュートン)

H₄: 地滑り地塊の滑りに伴って生じた土石等の移動により力が通常の建築物に作用する場合の土石等の高さ(単位:メートル)

<解説>

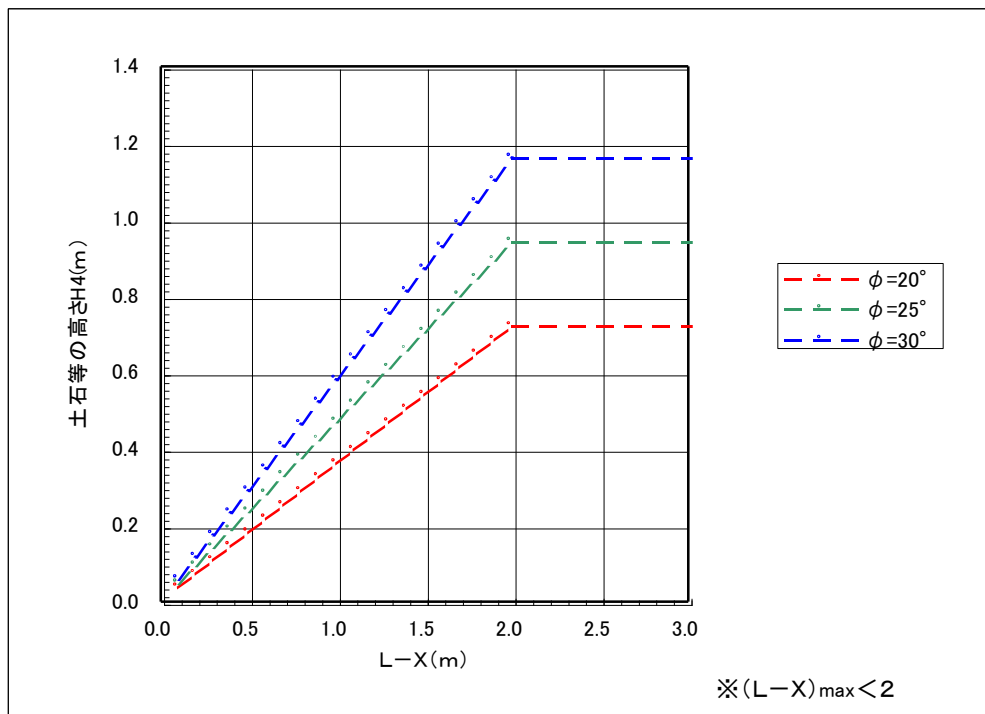
建築物の耐力W₂を算出する式は、土石等の高さH₄を変数としており、H₄が大きくなるにつれ、W₂は小さくなる。この結果から、「W₂は、高さH₄の土石が建築物に作用したときの建築物の耐力」ということができる。

(4) 告示式による計算

告示式に基づく建築物に作用する力 F_1 および建築物の耐力 W_2 について、内部摩擦角 ϕ の差異による影響の検討を行った。その結果を参表7-1に示す。また、 ϕ の違いによる土石等の高さ H_4 の変化、 ϕ の違いによる著しい危害のおそれのある土地の範囲の比較をそれぞれ参図7-4、参表7-2に示す。

参表7-1 ϕ の違いによる F_1 、 W_2 の計算結果

L-X	20°			25°			30°		
	H4(m)	W2(kN/m ²)	F1(kN/m ²)	H4(m)	W2(kN/m ²)	F1(kN/m ²)	H4(m)	W2(kN/m ²)	F1(kN/m ²)
0.1	0.04	350.53	2.12	0.05	268.49	4.25	0.06	217.57	9.21
0.2	0.07	175.26	4.25	0.09	134.25	8.50	0.12	108.78	18.42
0.3	0.11	116.84	6.37	0.14	89.50	12.75	0.17	72.52	27.63
0.4	0.14	87.63	8.50	0.19	67.12	17.00	0.23	54.39	36.85
0.5	0.18	70.11	10.62	0.24	53.70	21.25	0.29	43.51	46.06
0.6	0.22	58.42	12.75	0.28	44.75	25.50	0.35	36.26	55.27
0.7	0.25	50.08	14.87	0.33	38.36	29.75	0.41	31.08	64.48
0.8	0.29	43.82	16.99	0.38	33.56	34.00	0.46	27.20	73.69
0.9	0.32	38.95	19.12	0.42	29.83	38.25	0.52	24.17	82.90
1.0	0.36	35.05	21.24	0.47	26.85	42.49	0.58	21.76	92.11
1.1	0.40	31.87	23.37	0.52	24.41	46.74	0.64	19.78	101.32
1.2	0.43	29.21	25.49	0.56	22.37	50.99	0.70	18.13	110.54
1.3	0.47	26.96	27.62	0.61	20.65	55.24	0.75	16.74	119.75
1.4	0.50	25.04	29.74	0.66	19.18	59.49	0.81	15.54	128.96
1.5	0.54	23.37	31.86	0.71	17.90	63.74	0.87	14.50	138.17
1.6	0.58	21.91	33.99	0.75	16.78	67.99	0.93	13.60	147.38
1.7	0.61	20.62	36.11	0.80	15.79	72.24	0.99	12.80	156.59
1.8	0.65	19.47	38.24	0.85	14.92	76.49	1.04	12.09	165.80
1.9	0.68	18.45	40.36	0.89	14.13	80.74	1.10	11.45	175.01
2.0	0.72	17.53	42.49	0.94	13.42	84.99	1.16	10.88	184.23
5.0	0.72	17.53	42.49	0.94	13.42	84.99	1.16	10.88	184.23



参图7-4. ϕ の違いによる $(L-X)$ と土石等の高さ H_4 の関係図

参表 7-2 ϕ の違いによる著しい危害のおそれのある土地の範囲の比較一覧表

L-X(m)	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
0.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.1	Safe	Safe	safe	safe	Safe	safe	safe	safe	safe	safe	safe
0.2	safe	Safe	safe	safe	Safe	safe	safe	safe	safe	safe	safe
0.3	safe	Safe	safe	safe	Safe	safe	safe	safe	safe	safe	safe
0.4	safe	Safe	safe	safe	Safe	safe	safe	safe	safe	safe	safe
0.5	safe	Safe	safe	safe	Safe	safe	safe	safe	safe	safe	RED
0.6	safe	Safe	safe	safe	Safe	safe	safe	safe	safe	RED	RED
0.7	safe	Safe	safe	safe	Safe	safe	safe	RED	RED	RED	RED
0.8	safe	Safe	safe	safe	safe	safe	RED	RED	RED	RED	RED
0.9	safe	Safe	safe	safe	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED
1.0	safe	Safe	safe	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED
1.1	safe	Safe	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED
1.2	safe	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED
1.3	safe	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED
1.4	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED
1.5	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED
1.6	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED
1.7	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED
1.8	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED
1.9	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED
2.0	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED	RED

参表 7-2 は単位体積重量 γ を一定とし、 ϕ を 20° ~ 30° まで変化させたときの、著しい危害のおそれのある土地（以下、「レッドゾーン」という）の判定結果を比較したものである。

$\phi = 20^\circ$ の時には L-X が 1.4m 以上、 $\phi = 30^\circ$ の時には L-X が 0.5m 以上でレッドゾーンとなることから、 $\phi = 20^\circ$ と 30° 時のレッドゾーンの水平距離の差は約 0.9m であることがわかる。したがって、一般的に考えられる地質に応じて土石等の内部摩擦角 ϕ を変えた場合でも、レッドゾーンに対する影響は水平距離で 1 m 程度の範囲内に限られるということが言える。

8. 長野県の地滑り分布と災害事例

8. 1 地滑り分布状況

長野県は、地すべり危険箇所の面積は全国で最も多く、地すべり防止区域の数は新潟県、徳島県に次いで全国3位となっている。県内の地すべり防止区域の指定状況は参表8-1のとおりである。また、県内の地すべり防止区域の分布図を参図8-1に示す。

参表8-1 長野県内の地すべり防止区域指定状況

	箇所数	面積(ha)
土木部	292	8,810.3
林務部	169	6,607.0
農政部	137	6,316.1
計	598	21,763.4

2001年1月1日現在

*地すべり学会中部支部編纂資料より引用

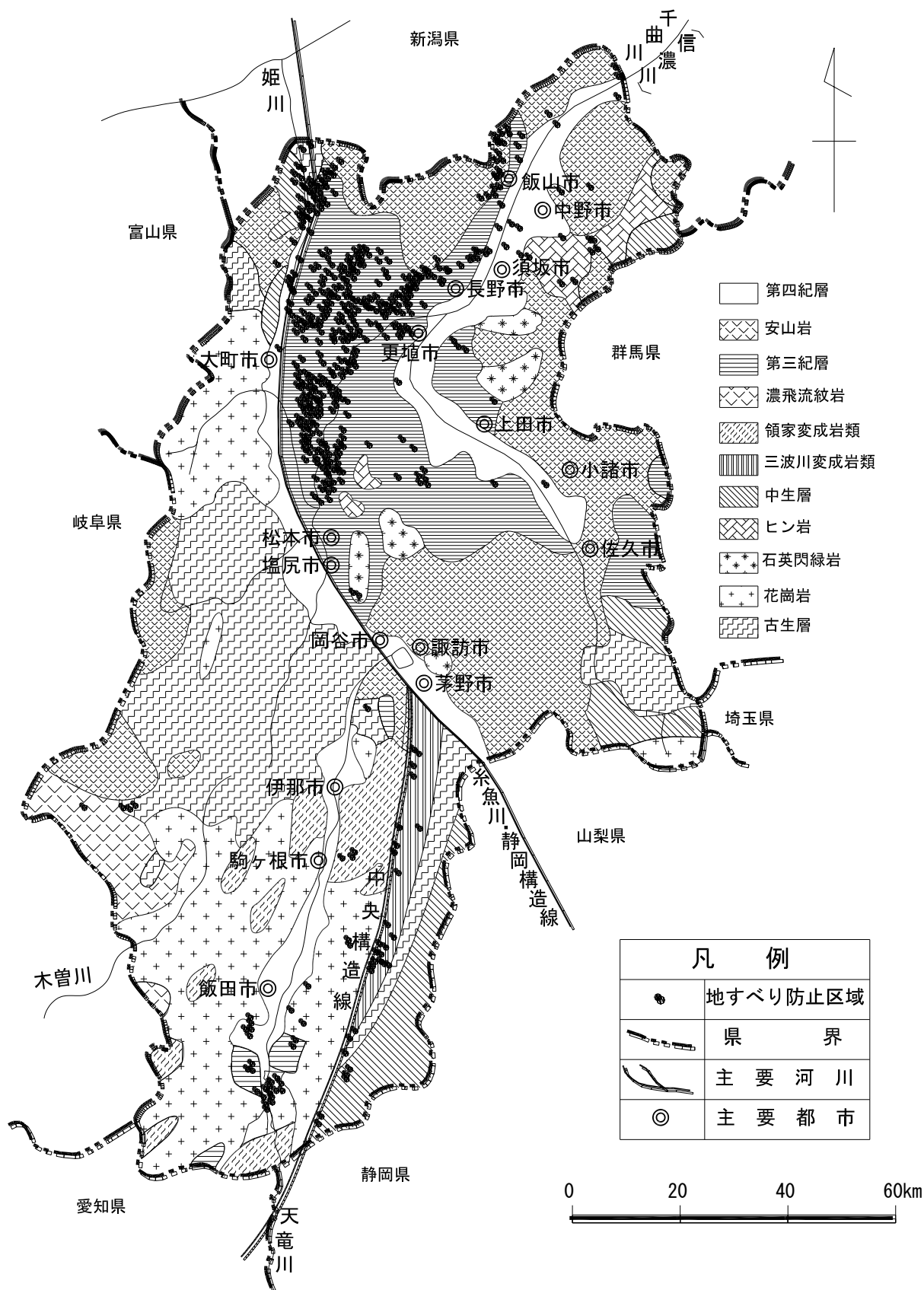
県内の地すべりは、第三紀層地帯（第三紀層地すべり）に最も多く分布し、次いで中央構造線沿いの変成岩地帯（破砕帯地すべり）に多く分布する。

第三紀層は、県中部～北部に広く分布している。この地域では、褶曲構造が発達しているうえに、火山活動の影響を受けるなど地層が脆弱化していること等が地すべりを多発させる要因になっていると考えられる。代表的な地すべりには、地附山地すべり（長野市）、茶臼山地すべり（長野市）、倉並地すべり（長野市）、味大豆地すべり（小川村）などがあげられる。なお、県南部にも局地的に第三紀層が分布する地域があり、ここでも地すべりが発生している。

県南部にある中央構造線沿いは中・古生層に相当する変成岩類の分布域で、いわゆる破砕帯地すべりが発生している。代表的な地すべりには、分杭峠地すべり（長谷村）、入谷地すべり（大鹿村）などがあげられる。

また、県内には多くの火山帯が形成されており、その周辺では火山熱や熱水的作用等により岩盤変質の進んだ地域が多く、いわゆる温泉地すべりが発生している。代表的な地すべりには、落合地すべり（山ノ内町）などがあげられる。

その他、北部の糸魚川・静岡構造線沿いでは、ほぼ構造線に沿って流下する姫川の右岸側は第三紀層分布域であるが、姫川左岸は蛇紋岩（中生層）の分布域となっており、この地域でも地すべりが発生している。南部の花崗岩地帯や南部・北部の第四紀層地帯でも地すべりが発生している。



*地すべり学会中部支部編集資料より引用（平成12年10月現在）

参図8-1 長野県における地すべり防止区域分布図

参図8-1に示されている地質を、上記のような形成年代により区分するとおおよそ次のように分類することができる。

参表8-2 地質区分の目安

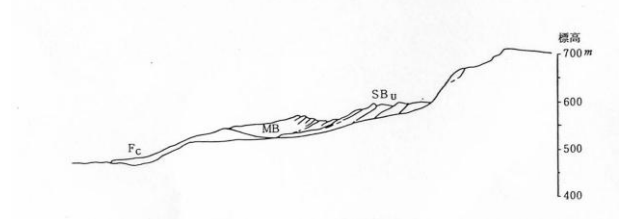
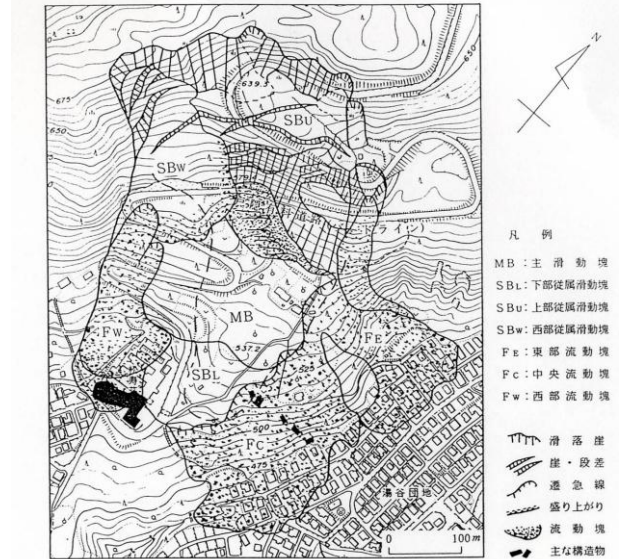
図中の地質凡例	地質区分
第四紀層	第四紀層
安山岩	
第三紀層	新第三紀層
濃飛流紋岩	中・古生層
領家変成岩類	
三波川変成岩類	
中生層	
ヒン岩	
石英閃緑岩	
花崗岩	
古生層	

長野県においては、第三紀層として表される区域はほとんどが新第三紀層に相当し、古第三紀層の分布はごく限られている（例えば改訂長野県地学ガイド、降旗和夫編、コロナ社、2001.11など）。いわゆる「第三紀層すべり」といわれる地すべりはほとんどが新第三紀層分布域で発生しているものである。

なお、ここでの分類はおおよその目安であり、図に示すように長野県の地質分布状況は断層・褶曲構造の発達、火山活動の影響等により複雑である。このため、最終的には既往地質調査資料、現地調査結果、既存地質図などを参考として、当該地滑りの地質状況を確認することが望ましい。

8. 2 地滑り災害事例

県内で過去に発生した地滑り災害事例をいくつか紹介する。ここには、地滑りブロックの形状が把握できるように写真事例とともに地形図を併記する。



* 地附山地すべり機構解析報告書、H元、地附山地すべり機構解析検討委員会より

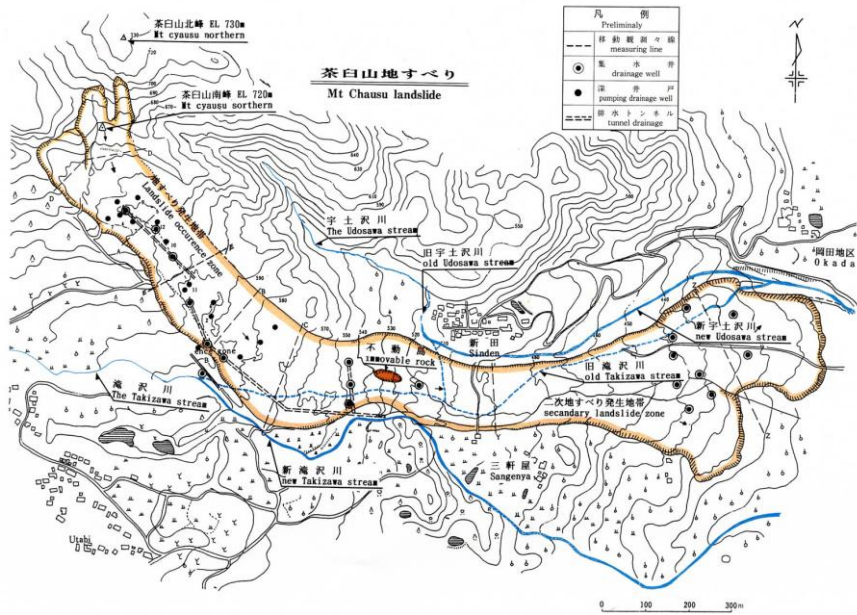
参図8-2 地附山地すべり（長野市）の例



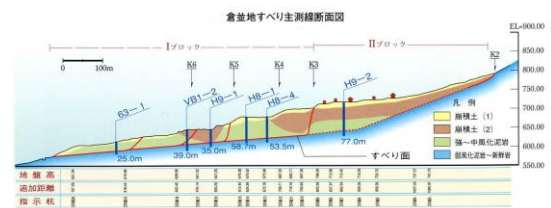
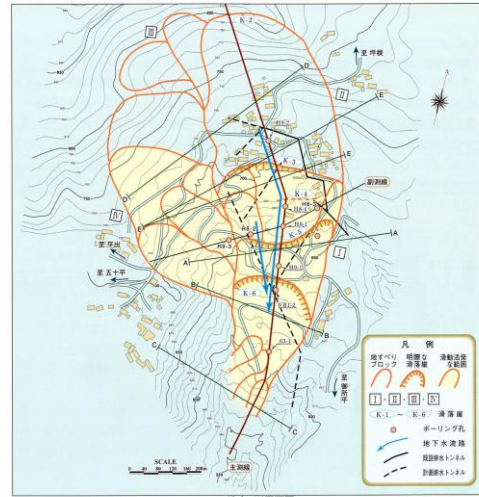
昭和33年撮影



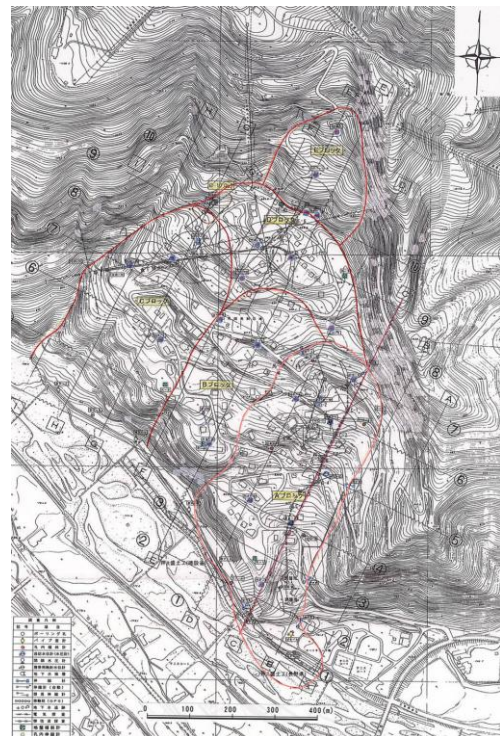
昭和57年撮影



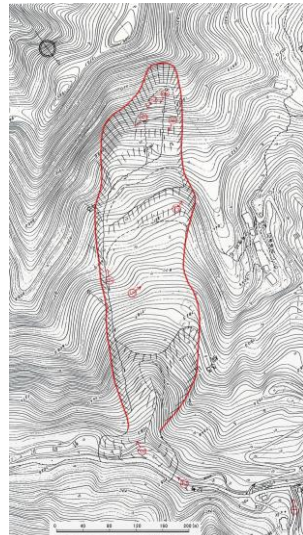
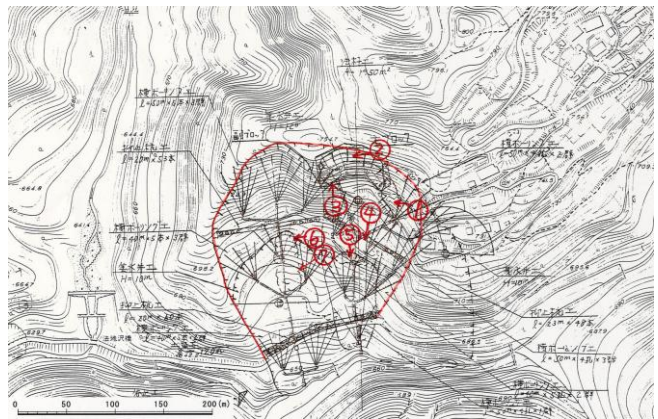
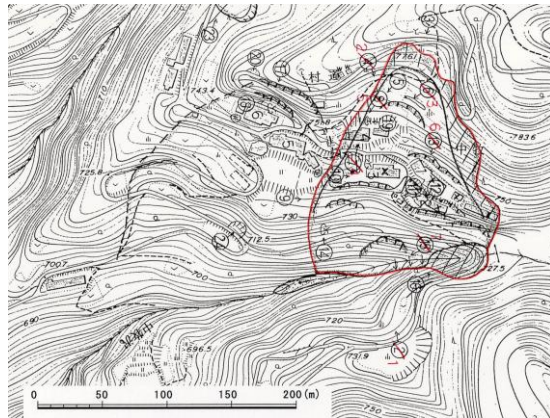
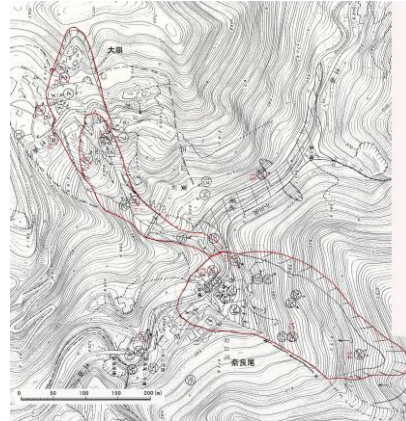
* 土尻川砂防事務所 茶臼山地すべりパンフレット資料他より
参図 8-3 茶臼山地すべりの例



* 土尻川砂防事務所 倉並地すべりパンフレット資料他より
 参図 8-4 倉並地すべり (長野市) の例



* 姫川砂防事務所 倉下地すべりパンフレット資料他より
 参図 8-5 倉下地すべり (白馬村) の例



(上から、奈良尾・大崩地区、中牧地区、
番場地区、野間地区)

* 土尻川砂防事務所災害資料より

参図 8-6 平成 7 年 小川村(新
第三紀層分布域)で発生した地すべ
り災害の例