

# 防災地学特論・授業資料

## 「斜面災害」

斜面災害とは何か： 斜面に面した地層や岩盤は、重力により斜面の下方へ変形・移動させようとする力を受けている。 下方へ移動しようとする力とそれに抵抗する力とのバランスがとれている間は斜面は保持されるが、そのバランスが失われると、斜面は崩壊や流動などで下方に向けて移動する。 このような斜面の移動の際に、近傍の人間の生命や財産に損害を与えることが斜面災害である。 斜面の下方への移動は、規模や速度や継続時間や破壊の程度などが異なるいくつかの様式に整理できる。 もともと強固な地層や岩盤であっても、長年にわたる水や酸素や太陽光線等による風化や、温泉変質や火山ガスによる化学的侵食などにより物理的・化学的に分解されることで、移動に対する抵抗力が低下する。 そうして脆弱になった斜面に、強い地震動、大量の降水や融雪、火山噴火による物理的・刺激などが加わると、それが契機となって斜面の移動が始まる。

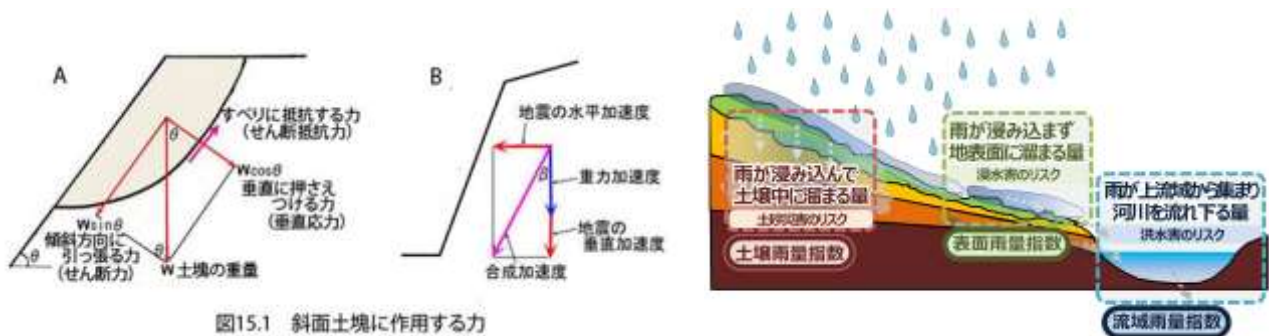


図15.1 斜面土塊に作用する力

左：斜面の土塊に作用する力（防災科研・水谷武司）、右：土塊の重量を増やす土壌水分（気象庁）

斜面災害の様式の概要： 斜面災害は、その運動の特徴から「斜面崩壊」「地滑り」「土石流」の三つに大別されることが多い。 斜面崩壊は、斜面がその自立性を失って短時間のうちに落下する。 落下に際して、地層や岩盤が大小さまざまなに破壊される崩落となることが多い。 地滑りは、「滑り面」と呼ばれる特定の円弧状断面の破壊面の上方の地層や岩盤が、鉛直面内で下部が上方へ回転する運動を伴いながら全体が滑り落ちる現象である。 ゆっくりと長時間かけて進行することもあるが、発生から収束まで短時間で終わることもある。 最終的に大きく破壊されることもあるが、地層や岩盤が比較的良好な状態で終息することもある。 土石流は、通常は豪雨にともなって山間溪流で発生する。 大量の土石と水との混合物が、高速で溪流を流下して溪流の出口付近で停止する。



斜面災害の主要な様式である土石流（左）・地滑り（中）・崩壊（右）（東京都建設局）







左：長野市地附山での大規模な地滑り（信州大学）、中：2008 年岩手宮城内陸地震で発生した荒砥沢地滑り（土木研究所）、  
右：地滑り地形を利用して保全する棚田（農林水産省関東農政局）

土石流： 豪雨による斜面崩壊で生じた土塊が、砕けながら溪流に流入し、増水して運搬力が大きくなった溪流の水と混合して高速で流下して発生する。 傾斜が大きく狭い谷底を土石と水が入り混じって流下するために、土石が水に浮いたような状態になり、時速数十 km の高速で流下することも珍しくない。 土石流は、溪流の傾斜が減少して谷幅が広がる溪流の出口の直前で停止し、そこに大量の土石を堆積する。 土石流は数十年前後の間隔をはさんで繰り返し発生することが多く、それにより溪流の出口には扇型の平面形をもつ土石流堆積物の累積構造である扇状地が形成される。

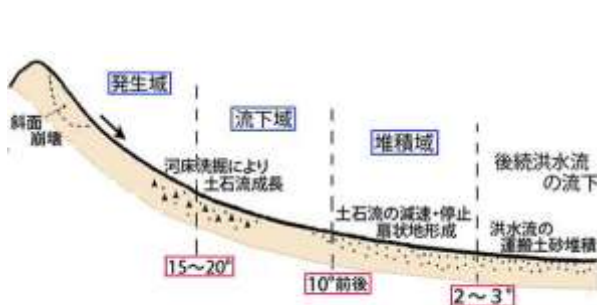


図16.1 土石流の発生・流下・停止の勾配領域

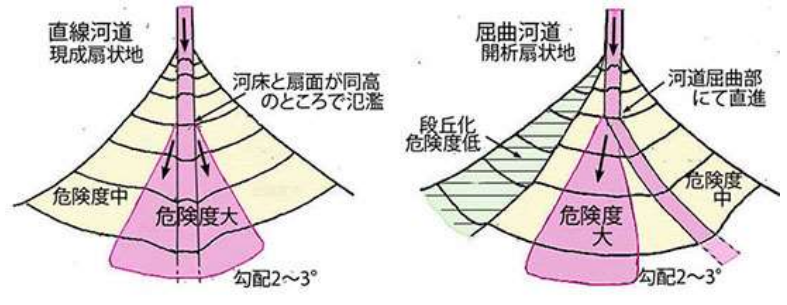


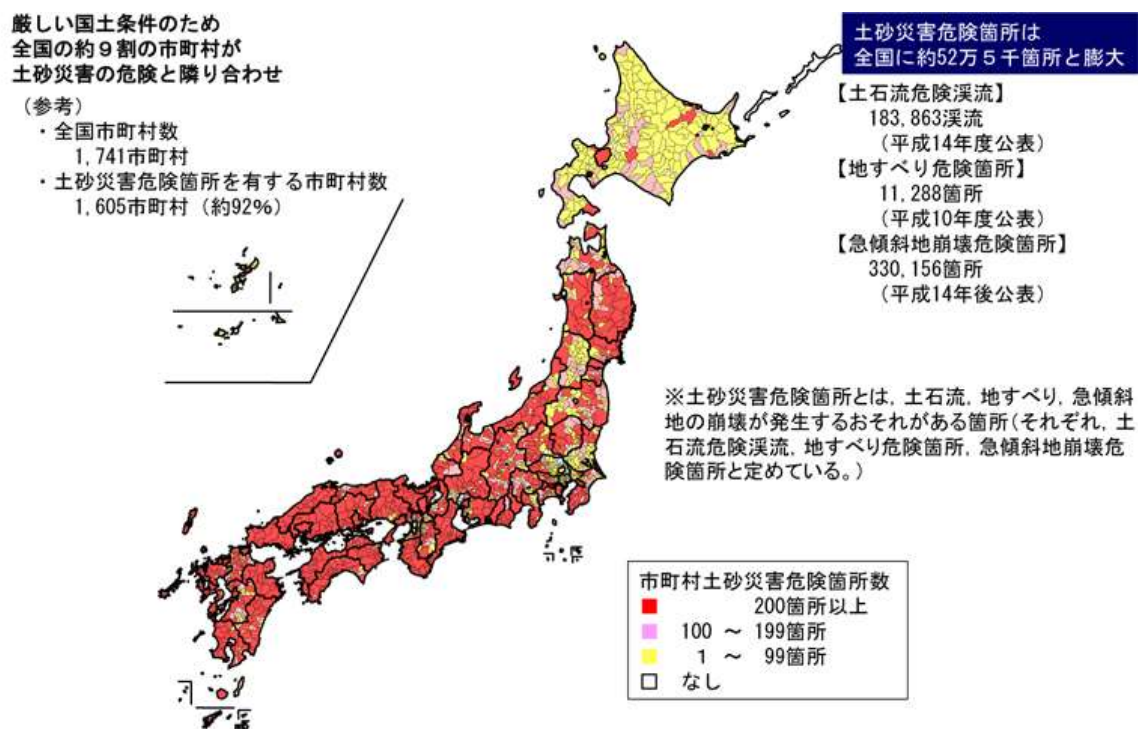
図16.2 扇状地の危険度区分

左：山地溪流での土石流の発生・流下・堆積の断面、右：扇状地と土石流危険度（いずれも防災科学技術研究所・水谷武司）



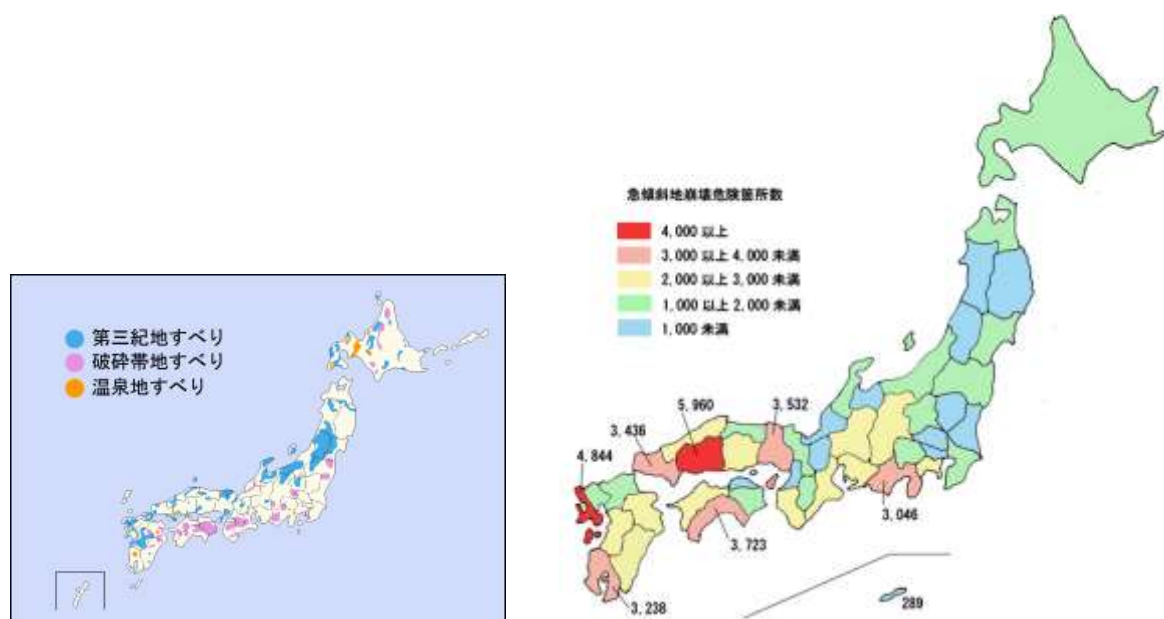
左：土石流の危険を示す表示板（防災科研）、中左：鹿児島県竜ヶ水での土石流被害（毎日新聞）、中右：多数の犠牲者が出た広島県での豪雨による土石流被害（中国日報）、右：さまざまな大きさの土塊を含む土石流の堆積物（防災科研）

斜面災害の地域性： 土石流が発生する危険が高い溪流（土石流危険溪流）、地滑りが発生する危険が高い斜面（地滑り危険箇所）、急傾斜地の崩壊の危険が高い場所（急傾斜地危険箇所）の三つを合わせて土砂災害危険箇所という。日本列島の大部分の地域で、市町村あたりの土砂災害危険箇所は200以上に達する。土石流の危険溪流は、全国の山間部に多数存在する。地滑りの危険斜面も山間部全域に分布するが、地質との関係が強い。東北地方や新潟県などに多い第三紀層とよばれる比較的新しく強度の大きくない地層の分布域（第三紀地滑り）や、中央構造線に沿って分布する結晶片岩とよばれる細かな層状構造をもつ岩石の分布域（破碎帯地滑り）に多くの地滑り危険斜面が存在する。急傾斜地の崩壊危険箇所分布は西日本に多く、特に風化した花崗岩が広く分布する広島県と山地が入り江に面した長崎県が多数の危険箇所をもつ。



出典：国土交通省資料、平成27年3月31日時点

市町村別土砂災害危険箇所数分布（平成27年度防災白書）



左：地滑りの種類と分布（砂防広報センター）、右：急傾斜地崩壊危険箇所の都道府県別箇所数（防災科研）



都市部でも発生する斜面災害： 斜面災害の発生は、山間部に限定されない。特に、山陽地方に多い花崗岩の山地を造成した住宅地では、豪雨時に背後の溪流から巨大な礫を含む土石流が流出して、甚大な被害を生じることがある。また、東京都や神奈川県などの関東平野でも、台地と呼ばれる標高 20m 前後の高台の斜面が崩壊して災害となることがある。



左：逗子市で人身事故となった斜面崩壊現場（NHK）、右：東京都内にも多く存在する急傾斜部＝崖線（国立市）



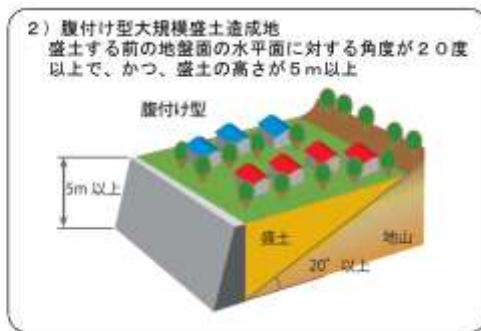
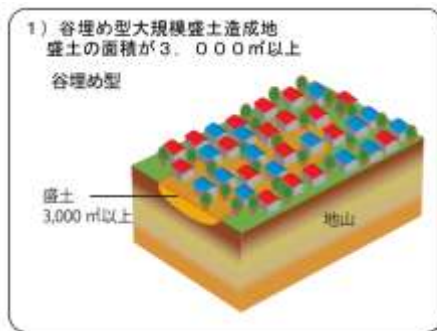
左：風化が進んだ花崗岩（産業技術総合研究所地質調査研究センター）、中：風化した花崗岩（マサ）の溪流（大阪府）、右：背後の風化花崗岩山地からの土石流による広島市の被害（毎日新聞）

郊外の丘陵地に特徴的な斜面災害： 丘陵地に立地する大規模な住宅地では、凸部を均すために削り取った（切土）土砂で、谷や高度の低い場所に埋め立て（盛土）た、切土盛土地盤になっていることが多い。そうした造成地では、強い地震のときなどに、特に盛土地盤が崩壊して災害となることが多い。



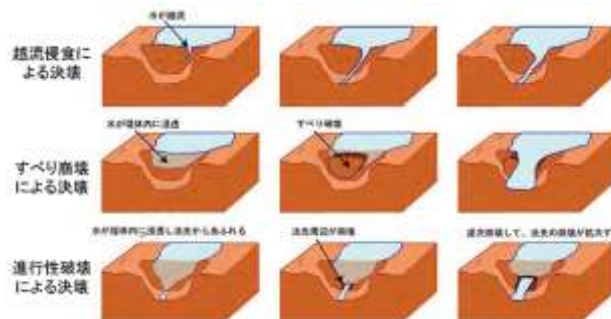
左：住宅地が造成された前後の丘陵地・横浜市栄区（NHK）、右：盛土地盤の変形や崩壊のきざし（大阪府）





左：盛土地盤の崩壊による被害（防災科研）、中・右：盛土地盤の種類＝谷埋め型と腹付け型（国土交通省）

斜面災害に派生する災害： 山間溪流で大規模な斜面崩壊が発生した際、生じた多量の土砂が溪流を堰き止めることがある。こうした堰止めを天然ダムという。天然ダムは長期にわたって存続することもあるが、多くは、後の豪雨や地震などで崩壊してなくなる。そのときに、貯留されていた湖水が一気に流出すると、下流に洪水災害を引き起こす。そのため、天然ダムが形成された場合、早期に撤去することが多い。



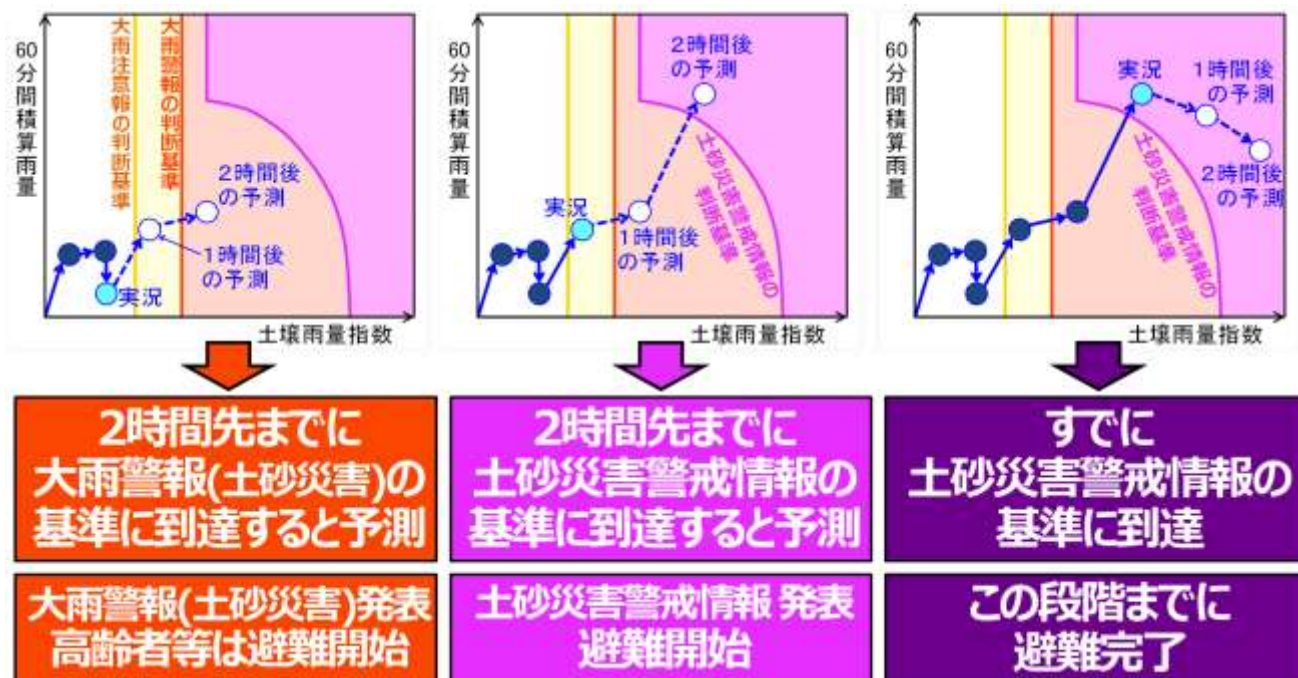
左：斜面崩壊による河道閉塞のイメージ（土砂災害防止広報センター）、中：2011 年台風 12 号における十津川村の大規模斜面崩壊による河道閉塞と堰止湖（土砂災害防止広報センター）、右：河道閉塞で形成された天然ダムの三種の崩壊様式（国交省土木研究所）

斜面災害の危険性の見極め： 斜面災害を事象の展開速度に注目すると、最も急速なのが斜面崩壊であり、発生から終了までほとんど数秒ということが多い。逆に遅いのは地滑りで、数十から数百年もゆっくりと活動を継続する事例も珍しくない。土石流はその中間で、溪流の奥で発生したから出口に至るまで数十秒～数分のことが多い。こうした様々な斜面災害には、それぞれある程度の特徴的な兆候が知られている。例えば、斜面崩壊では、小石の落下や水の噴出、地滑りでは亀裂や段差の発生や伸長、土石流では水量の急減や山鳴りなどである。地滑りを除くと、事象自体に遭遇してからでは避難が間に合わないので、そうした予兆を見逃さないことが防災上重要となる。



左：豪雨から土砂災害までの経過（防災科学技術研究所）、右：斜面災害の予兆から発生まで（金沢市）

土砂災害警戒情報： 豪雨を契機とする土砂災害については、大雨の注意報・警報と一時間雨量・土壌雨量指数との関係から、土砂災害が発生する危険性が評価され、その結果を参照して自治体が避難に関する勧告や指示を出す。 土砂災害警戒情報が周知された時点では、すでに大雨警報が発令されたうえに一時間雨量や土壌雨量指数も非常に大きくなっており、住民は避難を完了していなければならない。



大雨注意報・警報と土砂災害警戒情報に至る経過（気象庁）

色が持つ意味	住民等の行動の例※1	内閣府のガイドラインで発令の目安とされる避難情報	相当する警戒レベル※2
<b>極めて危険</b> すでに土砂災害警戒情報の基準に到達	過去の重大な土砂災害発生時に匹敵する <b>極めて危険</b> な状況。命に危険が及ぶ土砂災害が <b>すでに発生</b> していてもおかしくない。 <b>この状況になる前に</b> 土砂災害危険箇所や土砂災害警戒区域の外の少しでも安全な場所への <b>避難を完了しておく必要がある</b> 。	<b>避難指示（緊急）</b>	<b>4</b> 相当
<b>非常に危険</b> 2時間先までに土砂災害警戒情報の基準に到達すると予想	命に危険が及ぶ土砂災害がいつ発生してもおかしくない <b>非常に危険</b> な状況。 <b>速やかに</b> 土砂災害危険箇所や土砂災害警戒区域の外の少しでも安全な場所への <b>避難を開始する</b> 。	<b>避難勧告</b>	
<b>警戒（警報級）</b> 2時間先までに警報基準に到達すると予想	<b>避難の準備が整い次第、</b> 土砂災害危険箇所や土砂災害警戒区域等の外の少しでも安全な場所への <b>避難を開始</b> 。 <b>高齢者等は速やかに避難を開始する</b> 。	<b>避難準備・高齢者等避難開始</b>	<b>3</b> 相当
<b>注意（注意報級）</b> 2時間先までに注意報基準に到達すると予想	ハザードマップ等により避難行動を確認する。今後の情報や周囲の状況、雨の降り方に注意する。特に、危険度分布をこまめに確認する。	—	<b>2</b> 相当
今後の情報等に留意	今後の情報や周囲の状況、雨の降り方に留意する。	—	—

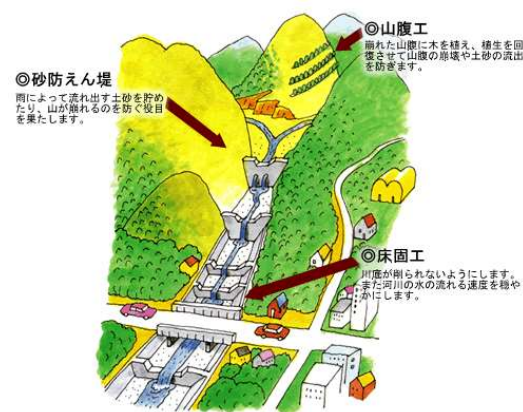
土砂災害警戒情報（気象庁）



斜面災害の対策： それぞれ特徴の異なる斜面災害に対して、さまざまな対策工法が実施されている。 急傾斜地に対しては斜面の保護工（法枠や水抜き）や防護壁・覆洞の設置などが、土石流に対しては砂防ダム・溪流床の整備などが、地滑りに対しては土塊の一部排除・法尻の押さえ・排水工などが行われる。 しかし、全国で50万箇所以上のぼる土砂災害危険箇所の全てに十分な対策工事を施すことは不可能であり、危険箇所から離れたり、予兆の把握に努めたりといった、住民自身の努力が不可欠である。



左：急傾斜地崩壊対策のイメージ（北海道）、中：急傾斜地崩壊対策の実施例（大阪府）、右：法枠工（山口県）



左：典型的な砂防ダム、中：新しいタイプの土砂堆積のしにくい砂防ダム、右：溪流の砂防ダムの概要（いずれも国土交通省）



左：地滑り対策工事のイメージ（農林水産省）、右：地滑り対策工事の俯瞰図（宮城県）、右：対策工事後の地附山（国交省）