

土砂移動現象と災害

静岡大学農学研究科
静岡大学総合防災センター

土屋 智

土砂災害を生ずる土砂移動現象

土砂災害を生ずる土砂移動現象については、一般的に以下の三つがあげられる



静岡県交通基盤部HP「土砂災害とは」から引用

- 崖崩れは、降雨時や地震時に斜面上の土砂や岩塊が安定性を失って崩落する現象で斜面崩壊とも呼ばれる。
- 地すべりは、斜面の一部あるいは全部が緩慢に斜面下方に移動する現象で、斜面崩壊に比べ移動速度は小さいが規模が大きい、また特定の地質帯で発生する傾向が高い。
- 山腹や川底に堆積する土砂や斜面崩壊による崩落土砂が表流水と混合し、時速20～40km程度で流下する土砂移動現象である。

土砂移動現象の発生概念

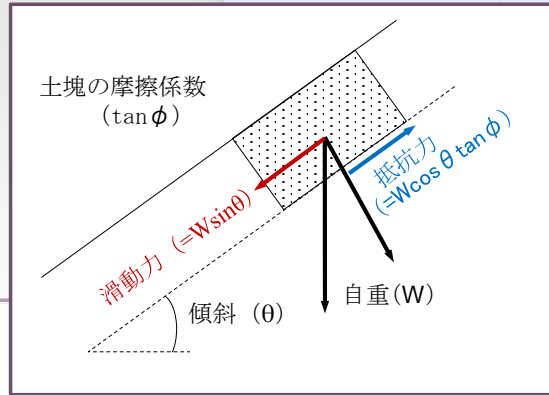
■ 傾斜を有する斜面内のある深さ(崩壊深)に形成される面(すべり面)から上位にある土塊について考える。

■ 斜面崩壊は、重力に起因して土塊に働く下方移動させようとする力(滑動力)と、これに見合って発揮される力(抵抗力)とのバランスが崩れた時に発生する。

■ 通常は、滑動力の大きさに応じた抵抗力が働くため、斜面土塊は下方移動しない。地震動による慣性力や降雨浸透による地下水上昇により両者の釣り合いが失われた時、土塊が急激に下方移動する。

■ 下方移動をさせようとする滑動力は、傾斜により作用する。斜面であれば常時作用するものであり素因とされる。一方、降雨浸透と地振動は、本来備わったものではないので誘因である。

土砂移動は、素因と誘因が同時に作用しなければ発生しない。



斜面上にある土塊の釣り合いの模式

近年の土砂災害の特徴

1. 誘因の変化

大型の発達した台風や停滞した前線の活性化による異常豪雨が、近年経験したことのない大規模な土砂災害を発生させている。

強振動を伴う地震による大規模な土砂移動があった。

2. 近年の土砂災害の事例

2014年8月20日	広島市の局地的な短時間大雨による土石流災害
2013年10月15-16日	台風26号による伊豆大島の極端豪雨により土石流災害
2011年9月1-4日	台風12号による紀伊半島中央部の大雨による大規模斜面災害
2011年3月11日	東北太平洋沖地震による栃木県・福島県の土砂移動
2009年8月6-10日	台風Morakot号による台湾高雄縣の大規模土砂移動と大災害
2008年5月12日	中国四川大地震による大規模な土砂災害
2008年6月14日	岩手宮城内陸地震による大規模な土砂移動
2004年	徳島県の土砂災害、台風上陸数が10個(平均2.6個)
2004年	三重県宮川村の土砂災害
2004年10月23日	新潟県中越地震による長岡市古志の土砂災害

土砂災害の発生概要

2000～2012年の土砂災害

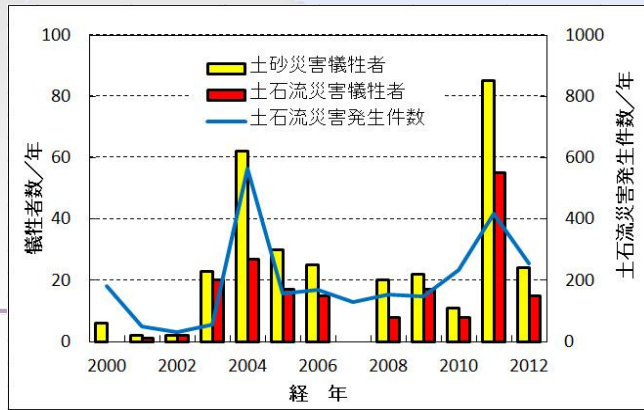
- ・土砂災害犠牲者数312人
- ・土石流災害犠牲者数185人，全体の60%，平均毎年約14人

・犠牲者数の推移

- 2000～2002年：若干名かゼロ
- 2003年：約20名
- 2004年：27名（第2位）
- 2005-2010：15から20名前後，2007年にはゼロ
- 2011年：55名（期間最大）

・土石流災害件数の推移

- 2000年：180件
- 2002年：30件（最小）2004年：600件超（第1位）
- 2011年：約400件（第2位）



土石流災害の発生件数と犠牲者数の推移（2000年～2012年）

2004年の土砂災害事例 1 徳島県那賀町阿津江地区

徳島県木沢村，上那賀町では，7月29日から8月2日にかけて台風10号の影響で連続雨量1000mmを超える豪雨が襲い，大規模な斜面崩壊と土石流が発生した。

那賀町阿津江地区では，坂井木頭川の左岸標高800m付近で幅約70mの崩壊があり，崩土30～40万m³が斜面約1200mを流下し，坂井木頭川の対岸に乗り上げ，国道193号符殿トンネルに流入した。

この崩壊地の上縁部森林内には，多数の開口亀裂が確認されたため，その後の拡大崩壊が注目された。



徳島県那賀町阿津江崩壊地の全景

2004年の土砂災害事例 2 2004年三重県宮川村滝谷地区

2004年9月29日三重県南部は台風21号に刺激された秋雨前線により、尾鷲で478mm(6時～12時)、宮川村明豆で318mm(5時～11時)に達する猛烈な豪雨(伊勢湾台風以来)に見舞われ、死者行方不明者7名を出した。

宮川村滝谷(里中)地区では、宮川左岸山腹斜面で発生したスランプ型の崩壊により、国道422沿いの人家3戸が全壊し、死者4名、行方不明者1名を生じた。

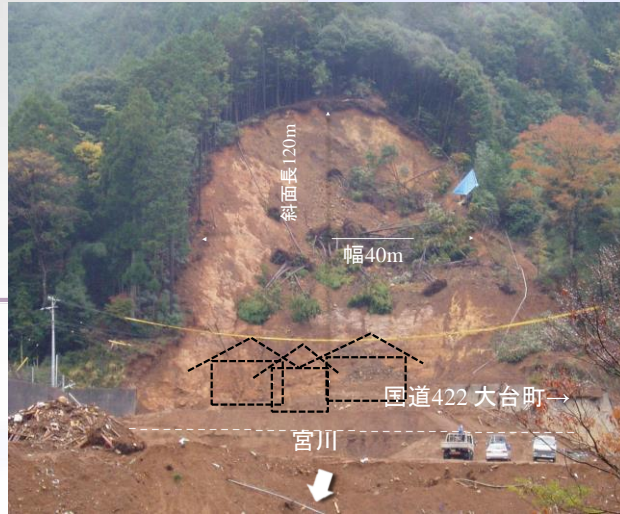


図8 三重県宮川村滝谷地区で発生した斜面崩壊

2004年の土砂災害事例 3 新潟中越地震東竹沢地すべり

2004年10月23日、全国有数の地すべり地帯である新潟県中越地方で

M6.8の新潟県中越地震が発生した。旧山古志村を流下する芋川は、地すべり土塊約130万 m^3 の東竹沢地すべりと約100万 m^3 の寺野地すべり等により河道閉塞が生じた。

このため、その後の降雨や融雪時の決壊決壊を防止するための緊急排水と仮排水路の整備が行われた。このような大規模な河道閉塞対策は、国内で初めての災害対応事例であった。



芋川を塞ぎ止めた東竹沢地すべり
(2004年10月25日、関東地方整備局撮影に加筆)

2011年の土砂災害事例 1 東北太平洋沖地震による土砂災害

日本国内で観測史上最大の規模である東北太平洋沖地震(Mw9.0)が、2011年3月11日に発生した。これにより、山間域では死者19名を伴う多数の土砂災害が発生した。

白河市葉の木平(白河駅から北東へ約1.5km)では、本震により幅70m、長さ120m、崩壊土量約70,000m³の地すべり性崩壊が発生し、東側に150mほど流動化し葉ノ木平集落を襲い、全壊10戸、犠牲者13名の被害があった。

この崩壊の発生源は、葉ノ木平集落から直高で約50mを有する斜面上部で、崩壊土砂は流動化して斜面下方のスギ人工林をなぎ倒して住宅地に流れ込み、住宅・車両を押しつぶし対岸の林内で停止した。

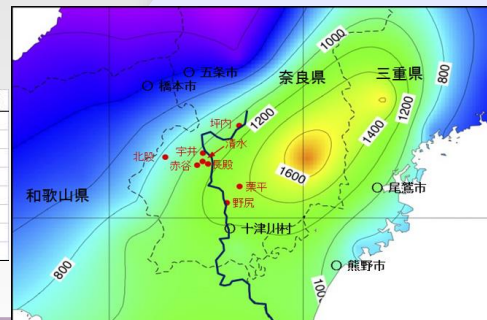


白河市葉ノ木平の地すべり性崩壊 (国交省撮影の斜め写真に加筆, 3月14日)

2011年の土砂災害事例 2 紀伊半島中央部における土砂災害

奈良県南部で発生した大規模斜面崩壊の諸元
(紀伊山地砂防事務所, 2013 ; Chigira et al., 2013)

崩壊地	崩壊面積(m ²)	崩壊土量(m ³)	斜面方位	傾斜(°)
坪内	91,000	1,000,000	ESE	22
宇井	67,000	900,000	ENE	36
北股	53,000	1,200,000	SW	30
長殿	175,000	6,800,000	WNW	35
清水	254,000	2,100,000	NW	31
赤谷	327,000	9,000,000	NW	30
栗平	414,000	25,000,000	NNW	29
野尻	149,000	1,600,000	NW	30



災害域における降雨量分布と大規模斜面崩壊

2011年8月下旬から9月上旬にかけて台風12号の北上に伴い、紀伊山地では連続で1800mmを超える多量の降雨があった。これにより、奈良、和歌山、三重の3県で土石流等58件、地すべり13件、地すべり50件、死者行方不明者88人の甚大な土砂災害を生じた。

奈良県南部十津川流域で発生した8箇所の大規模斜面崩壊地のうち、「栗平」は最大で、その崩壊面積は約41ha、崩壊土量は約2500万m³、「宇井」、「北股」は、比較的小さいものの崩壊面積は5~7ha、崩壊土量は90~120万m³と大規模なものである。また、これら大規模崩壊は、やや緩勾配30~35°の斜面で、概ね北西向き斜面で発生した。

2013年の伊豆大島土砂災害

2013(平成25)年10月16日、伊豆大島では台風26号により24時間雨量が800mmを超える豪雨に見舞われた。

大島町元町神達の大金沢では上流斜面で生じた表層崩壊により、大規模な土石流が発生し、死者・行方不明者39名、全壊家屋73戸・半壊家屋45戸・一部損壊家屋84戸の甚大な土砂災害が発生した。

土石流は多量の流木を含み、流木そのものによる被害に加え、暗渠や橋梁を閉塞させたために氾濫被害が拡大した。土石流を生じた表層崩壊は、大金沢源頭域の尾根周辺で半円状にやや集中して発生した。

土石流は、金山沢近傍の谷地形が未発達な斜面を、直進的に拡がって流下した。大金沢堆積工で多数の流木が捕捉されたにも拘らず、捕捉されなかった流木が堆積工下流の橋脚を塞いだ。

過去には1958年9月24日、狩野川台風で連続雨量448mm、時間最大88mm/hの豪雨が襲った。これにより、死者2名、家屋損壊120戸以上の被害があった。



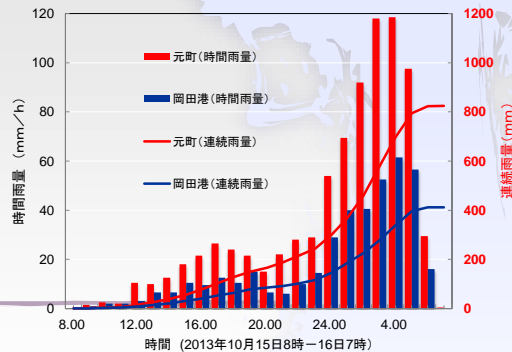
伊豆大島町大金沢上流の表層崩壊と被災した神達地区の斜め写真(国交省中部地方整備局, 2013年10月16日撮影に加筆)

2013年伊豆大島土砂災害 台風26号による豪雨

元町のアメダス観測所(大島観測所)では、日雨量が約800mmを超えた。空港近くのアメダス観測所(大島北ノ山)では、その半分であった。

当日の降雨は10月15日23時までが約400mm、その後16日6時まで約6時間で400mmが降った。

16日2時~5時の間は、時間雨量100-120mmの豪雨が4時間続いた。



大島観測所データによる台風26号の降雨状況と年超過確率規模
(石川ら, 2014, 砂防学会誌, p. 61-72)

	最大1時間	最大2時間	最大6時間	最大24時間
降雨量	118.5mm	236.5mm	549.5mm	824mm
超過確率規模	300~500年	500年以上	500年以上	500年以上

2014年8月20日広島市土石流災害



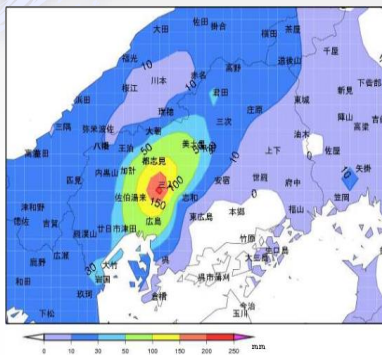
2014年8月20日、午前3時から4時ころにかけて、広島市安佐南区八木、安佐北区可部で局地的な短時間豪雨があり、山腹背後の谷筋から同時多発的に土石流が発生し、下流に密集する住宅地を襲った。

これにより、死者74人、負傷者44人(軽傷含む)、住宅全壊133戸・半壊122戸・一部損壊175戸(内閣府非常災害対策本部、平成26年9月12日調べ)の被害があった。

2014年広島土石流災害の豪雨

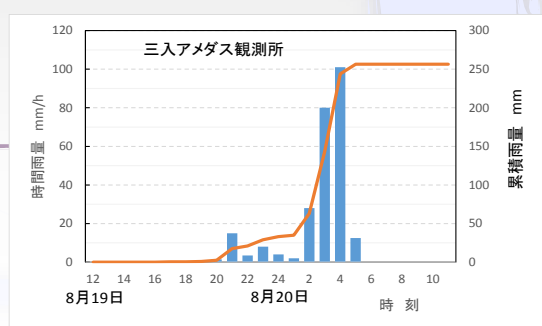
2014年8月19日、広島市には日本海に停滞する前線に向かい、暖かく湿った空が流れ込み大気の状態が非常に不安定となっていた広島市安佐北区三入では時間最大降水量101.0mm、3時間最大降水量217.5mm、24時間降水量257.0mmを観測し、通年の観測史上1位を記録した(広島地方気象台、平成26年8月20日)。

三入アメダス: 平均年降水量1690mm, 8月平年値143mm, 9月平年値196mm, 日100mm以上となる日数1.3日



8日19日11時~20日9時までのアメダス期間降水量

(広島地方気象台、平成26年8月20日)



まとめ

土砂災害を軽減するには

土砂災害を軽減するには、一般に「ハード対策」と「ソフト対策」が用いられる。

1. ハード対策

土砂移動現象の発生防止とその規模を減少させる対策構造物の設置
(砂防堰堤, 急傾斜地崩壊防止の擁壁工, 斜面アンカー工等)

2. ソフト対策

土砂移動現象で犠牲となる人的被害の回避
(警戒避難情報の伝達, ハザードマップの作成と住民周知, 避難訓練等)

■「ハード対策」は、土砂災害の発生危険性が高い箇所、土砂移動現象を停止させる、あるいはその規模を軽減させるのに用いられる。

■「ソフト対策」は、土砂災害の発生が今後まに見込まれる場合、その危険箇所を回避することで、人的な犠牲を最小限に留めるためのもの。「ソフト対策」は住民個々の対応が不可欠であり、有効に機能させるためには防災情報が欠かせない。

■今後の災害対策には、ハード・ソフト対策を総合的に進めることが有効と考えられる。豪雨情報など防災情報を住民に的確に伝え、住民自らが身を守る行動を確実にこなうこと。土石流被害が発生する可能性の高い溪流の抽出と対策の立案、実施。