

土砂災害はいつどこで おきるのか？ ～土砂災害の実態と対策～

静岡大学農学部
静岡大学総合防災センター
今泉 文寿

1/61

自然災害には何がある？

津波
高潮
洪水
暴風・竜巻
火山噴火（火砕流，溶岩流）
豪雪・雪崩
地震による建物倒壊
土砂災害

頻度の少ない巨大地震による津波等の被害を除き，
土砂災害は被害が最も大きい自然災害

2/61

本日の内容

土砂災害の事例

土砂災害の種類（いつどこで？）

土砂災害への対策

土砂災害を減らすための課題

3/61

土砂災害の事例

4/61

近年発生した主な土砂災害

発生年	災害の名称	死行方不明者 (主に土砂災害分)	土砂災害のタイプ
2011	紀伊半島大水害	85	深層崩壊，土石流
2012	九州北部豪雨	30	表層崩壊，土石流
2013	伊豆大島土砂災害	43	表層崩壊，土石流
2014	広島災害	77	表層崩壊，土石流
2018	西日本豪雨（広島， 岡山，愛媛）	125	表層崩壊，土石流
2018	胆振東部地震	36	崩壊

近年は毎年のように大規模土砂
災害が発生
平均すると年間30～40人程度が
土砂災害の犠牲に



西日本豪雨



西日本豪雨

社会的背景

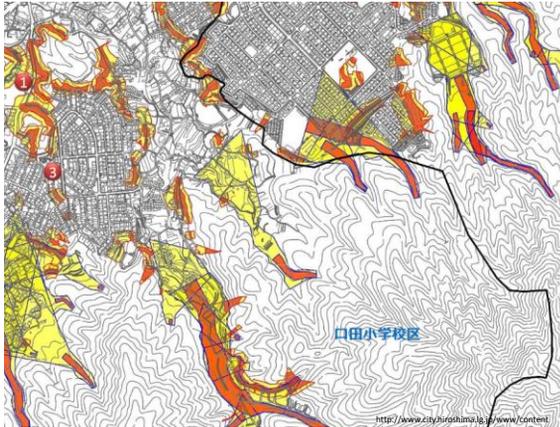
山地（丘陵地）周辺まで宅地開発がすすむ
→土石流、崩壊（山崩れ）が住宅を襲う



西日本豪雨

地質的背景（主に広島）

風化してボロボロになりやすい花崗岩
過去にも繰り返し災害が発生
(1999, 2014年にも広島市では多くの死者)



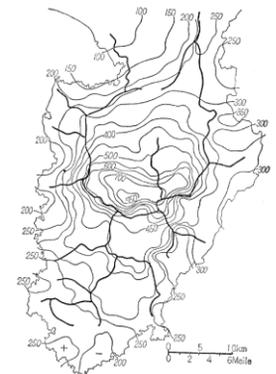
狩野川台風

1958年9月26日
死者・行方不明：1,269名
(狩野川流域853名)

天城山系で約1,200箇所の山腹崩壊 } 火山噴出物による地層
土石流による被害 } が原因 (時田ら、2009)
洪水 (主に修善寺より下流)

10/61

狩野川台風

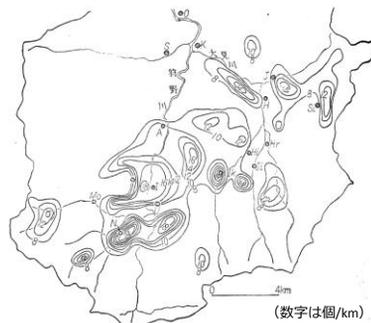


狩野川台風による総降水量の空間分布 (河村、1960)

湯ヶ島付近では700~800mmの降雨を記録

11/61

狩野川台風



狩野川台風による崩壊の分布密度 (市川、1960)

12/61

狩野川台風

筏場の崩壊

(市川、1960から)

狩野川台風で発生した最も大きな崩壊
(深さ80m、体積約50万m³)

軽石質の砂礫が厚く堆積→それが崩れる

流動性に富むためほとんどの土砂が
土石流としてさらに下流へ流下

/61

北伊豆地震

1930年11月26日

M=7.3, 直下型

死者・行方不明者272名

震源地は丹那盆地付近

丹那断層(天然記念物)など、多数の断層

伊豆北部(三島市、伊豆の国市)、中部(伊豆市)周辺で被害

・伊豆市佐野の崩壊(佐野山津波・奥の山崩壊地)により15名死亡。この崩壊により天然ダム形成。

・田中山大崩れ(中央気象台, 1931)

・大野旭山崩(田方郡町村会ら, 1981)

14/61

小山町の土砂災害(2010年台風9号)

2010年9月7日台風9号により総雨量689mm(時間雨量最大118mm)を記録

多数の土石流、がけ崩れが発生し大きな被害(死者行方不明者はなし)→激甚災害に指定



保坂、2011年

/61

小山町の土砂災害(2010年台風9号)

第三紀玄武岩質溶岩の上に箱根火山や富士山の火山噴出物(スコリアなど)が堆積(保坂、2011)

→がけ崩れ、土石流がおきやすい地質

南海トラフ地震

1707年 宝永地震(M=8.4)

- ・大谷崩、白鳥山形成
- ・被害に関する記録少ない

1854年 安政東海地震(M=8.4)

- ・駿河トラフ→富士川断層が活動
- ・由比以西で崩壊が多数発生
- ・白鳥山、七面山の拡大崩壊
- ・伊豆は津波被害が中心
- ・安倍川流域の名主たちが地震のあと崩壊分布図を作成し、幕府へ届け出る

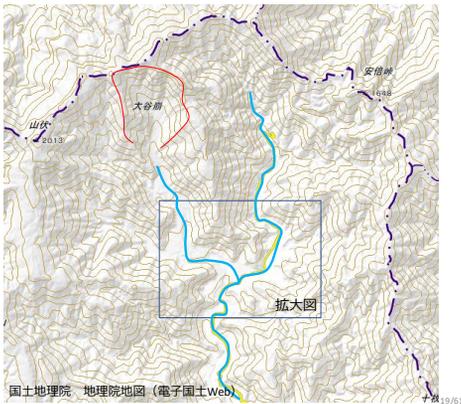


安政東海地震後の安倍川流域での崩壊分布図(静岡県史)

/61

大谷崩

- 1707年の宝永地震で崩壊
- 崩壊土砂量1億2000万m³(日本三大崩れのひとつ)
- 300年以上経過した現在でも斜面が安定せず崩れが拡大
→崩れの底に土砂が貯まり、それが豪雨時に土石流化(平均年4回程度)
- 国土交通省が斜面を安定化させる工事を行っている



土砂災害の事例のまとめ

地震による津波等（被害は大きいが発生頻度はとても低い）を除き、わが国では最も被害の大きい自然災害

静岡県においても過去に多くの大規模土砂災害が発生

土砂災害の種類によっては被害が広範囲に及ぶこともある

土砂災害の種類

土砂災害の種類

	名前	特徴	はやさ
1	土石流	渓流を土砂と水が一体となって流れる	時速40 km
2	地すべり	広い範囲の斜面がズルズル動く	年間数cm～
3	崩壊 (山くずれ、 がけ崩れ)	急な斜面がとつぜんくずれる	とてもはやい

<https://www.pnf.shizuoka.jp/hensetsu/ie-350/saigai/>

23/61

土石流

時速約40km（100mを10秒）で渓流を流れ下る数kmの距離を流れ下ることも



24/61

土石流



急な川

20度を超えるような場所でおきる
5度ぐらいのところまで流れくだることも

川底に土砂がたくさんたまっている川

(最初はたまっていなくても雨の途中で
山がくずれて土砂がたまることもある)

土石流が以前おきたところには
沖積錐というおうぎ形の地形がみられる

いつおきる？

大雨のとき (数時間の雨でおきることも)

25/61



地すべり

どこでおきる？

特定の地質

いくつもの地質が重なり、しかもその中の
地質の一部が弱い、あるいは水通しが違う

地すべり地形

現在動いている場所、あるいは
以前動いた場所には、「地すべ
り地形」がみられる

(斜面上部が階段状、周囲と比べ
て地形がなだらかで両側がくぼん
でいる)



地すべり地形模式図(山田ほか、1971による)

いつおきる？ 大雨が降り続いたとき

29/61

崩壊 (山くずれ、がけ崩れ)

斜面上の土が厚さ1m程度ですべる→表層崩壊

山の内部の岩盤からすべる (10m~100m?)
→深層崩壊

どこでおきる？

急な斜面

角度が30度以上の場所でおきやす

いつおきる？

大雨のとき
(数時間の雨でおきることも)

地震



https://www.pref.shizuoka.jp/kensetsu/ie-350/sangei/

30/61



静岡県で起こりやすい土砂災害

静岡県は降水量が高い、地震が多い、地形が急峻、地質が脆いという条件がそろった地域

東部・伊豆：火山砕屑物（火山灰、スコリア）が厚く堆積する
→崩壊、土石流が起こりやすい

中部：付加体堆積岩（海底で形成され、ひびが多く入った岩）
→深層崩壊が起こりやすい。一部地域では地すべりも多発

西部：熱や圧力の作用で性質が変わった変成岩
→地すべりなどがおこる

注：各地域においても様々な地質があり、いろいろな種類の災害がおきる。
詳しくはハザードマップを参照。 34/61

土砂災害の種類のとまとめ

代表的な土砂災害には、土石流、地すべり、崩壊がある

それぞれの災害で、起きやすい場所が異なる

豪雨時、地震時などに土砂災害が発生する

静岡県は地域によって地質が異なり、災害の特徴が異なる

土砂災害への対策

対策の種類

1. ハード対策
構造物をつくる対策, 砂防堰堤など
2. ソフト対策
構造物をつくるらない対策, ハザードマップの作製, 配布など
3. 森林の機能を活用した対策

37/61

ハード対策 (砂防堰堤)



不透過型

透過型

満砂になるまでほぼ全量の土砂をためる
通常の出水時の土砂は下流へ流し, 大規模な土砂流出だけ捕捉

富士山周辺には遊砂池も建設されている

38/61

ハード対策 (砂防堰堤)

砂防堰堤の目的

- 土石流の捕捉 (透過、不透過)
- 川底、川岸の侵食の防止 (不透過)
- 川の勾配を緩やかにし、土砂の流れをゆるやかにする (不透過)
- 大規模出水時に一時的に土砂をためる (不透過)
- 流木を止める (透過、不透過)

多くが100年に一度規模の出水を想定

39/61

ハード対策

メリット

計画された土砂量をほぼ確実に調節できる

デメリット

多額の予算が必要であり、すべての危険な渓流に設置することは不可能

想定以上の規模の土砂移動現象が発生した場合、予想外の経路で土砂が移動した場合は防ぐことができない

40/61

ソフト対策

- 気象条件や水・土砂の移動の観測、警戒
- ハザードマップの作製
- 警報、避難指示、避難勧告の発令

出典：静岡市防災情報マップ



42/61

ソフト対策 (土砂災害警戒情報)

土砂災害警戒情報

土砂災害がいつ発生してもおかしくない状況となったとき、市町村長の避難勧告や住民の自主避難の判断の助けとなるよう、都道府県と気象庁が発表

対象地域における過去の降雨の土壌雨量指数と60分間積算雨量を対比。どの程度の雨で土砂災害が発生したかを統計的にとりまとめ、それをもとに土砂災害警戒情報を発表

ソフト対策（土砂災害警戒区域）

土砂災害警戒区域（イエロー）
警戒避難体制の整備

土砂災害特別警戒区域（レッド）

警戒避難体制の整備
宅地分譲などに許可が必要



土砂災害の前兆現象

語感	移動主体	土石流	がけ崩れ	地すべり
視覚	山・斜面・がけ	<ul style="list-style-type: none"> ・深流付近の斜面が崩れ出す ・落石が生じる 	<ul style="list-style-type: none"> ・がけに割れ目が見える ・がけから小石がバラバラと落ちる ・斜面がはらみだす 	<ul style="list-style-type: none"> ・地面にひび割れができる ・地面の一部が落ち込んだり盛り上がったりする
	水	<ul style="list-style-type: none"> ・川の水が異常に濁る ・雨が降り続いているのに川の水位が下がる ・土砂の流出 	<ul style="list-style-type: none"> ・表面流が生じる ・がけから水が噴き出す ・湧水が濁ります 	<ul style="list-style-type: none"> ・沢や井戸の水が濁る ・斜面から水が噴き出す ・池や沼の水かさが増減する
	樹木	<ul style="list-style-type: none"> ・濁水に流木が押し出される 	<ul style="list-style-type: none"> ・樹木が傾く 	<ul style="list-style-type: none"> ・樹木が傾く
	その他	<ul style="list-style-type: none"> ・溪流内の火花 	-	<ul style="list-style-type: none"> ・家や擁壁に亀裂が入る ・擁壁や電柱が傾く ・樹木の根が切れる音がする
聴覚		<ul style="list-style-type: none"> ・地鳴りがする ・山鳴りがする ・転石のぶつかり合う音 	<ul style="list-style-type: none"> ・樹木の根が切れる音がする ・樹木の揺れる音がする ・地鳴りがする 	<ul style="list-style-type: none"> ・樹木の根が切れる音がする
嗅覚		<ul style="list-style-type: none"> ・腐った土においがする 	-	-

土砂災害警戒避難に関わる前兆現象情報検討会：土砂災害警戒避難に関わる前兆現象情報の活用
のあり方について、p.3, 2006. 44/61

ソフト対策の特徴

メリット

少額の予算で可能、広範囲を対象とすることが可能、生態系への影響が少ない

デメリット

効果を発揮するかどうかは住民次第

数時間の集中豪雨、深夜の豪雨により発生する災害については避難が困難
→場合によっては垂直避難

高齢者や体の不自由な方は迅速に避難できない
→はやめの避難

45/61

森林の機能を活用した対策

樹木の根が土壌を補強し崩壊を防ぐ

樹冠や土壌の効果により雨水が降雨時にいきなり河川へ流入するのをふせぐ

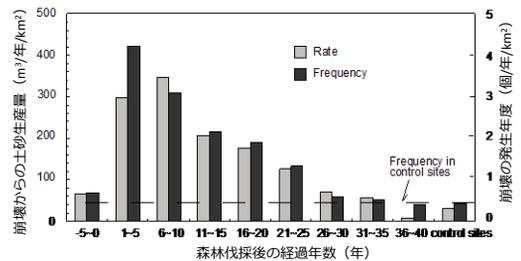


46/61

山腹緑化工



森林の機能を活用した対策



Imaizumi et al. (2008)

メリット：少額の予算で可能

デメリット：深層崩壊や土石流に対する効果は限定的

土砂災害の対策のまとめ

ハード対策（構造物をつくる対策）

ソフト対策（構造物をつくらない対策）

森林の機能を活用した対策

それぞれ長所と短所があり，単独の方法では土砂災害を防ぎきることが困難

→複数の手法を組み合わせなければ土砂災害を防止することができない

49/61

土砂災害対策の課題

50/61

土砂移動の予測

土砂移動の予測手法はある程度確立している
→しかし土砂移動がいつどこでおきるかの正確な予測は未だ困難

51/61

土砂移動の予測

課題1 降雨や地震を正確に予測することが未だ困難

課題2 予測に必要な地中の情報を得るのが困難

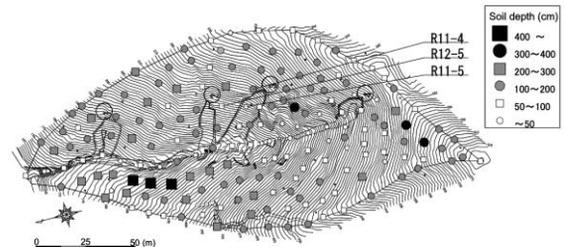


図-2 荒谷試験流域の地形及び土層厚分布（図中のマークが貫入試験実施箇所，丸数字は崩壊箇所 No. を示す。等高線間隔は1 m）

内田ら，2009，砂防学会誌

52/61

ハード対策の課題

極端な豪雨が増えており，施設の計画規模を超える土砂移動が発生，災害を引き起こす

施設が老朽化，破損した場合に補修が必要

施設の設置費用にみあった効果があるかの評価が必要

近年は流木による被害が顕著化している

時代の変化にあわせた計画・対策が必要

53/61

ソフト対策の課題

ハザードマップを配布してもしっかりと確認しない住民が多い

避難勧告，避難指示をだしても避難する住民はごく一部

住民の啓発（防災教育）が重要な課題

54/61

森林が有する機能の活用に関する課題

森林が好ましい状態にあっても完全に災害を防ぐことは不可能（天然林でも山は崩れる，土砂災害の種類によっては森林の効果がほとんどない）

日本の山はすでにかかなりの面積が森林で覆われており，これ以上森林を増やしようがない
→機能を比較的に向上させることはむづかしい

森林の機能も活用しつつ他の対策も併せて行う必要がある

55/61

全体のまとめ

土砂災害はわが国の自然災害の中でも特に甚大な被害をだしている災害
静岡県は土砂災害がおきやすい条件にある

様々な対策を組み合わせを行わなければ災害を減らすことはできない
→そのなかでも住民の意識向上がたいへん重要

56/61