



日本応用地質学会

応用地質からの防災への対応 (土砂災害の疑問55から)

- 土砂災害の形態と素因・誘因など -

日本応用地質学会災害地質研究部会

(株)八州 千田 敬二

参考文献:「みんなが知りたいシリーズ17『土砂災害の疑問55』

(2022年6月出版, 成山堂書店)

1

発表内容



日本応用地質学会

- ▶ 1. 「土砂災害の疑問55」出版経緯など
- ▶ 2. 地質・地盤と社会・自然環境の変化など
- ▶ 3. JSEG災害地質研究部会の活動内容
- ▶ 4. Section 1, 5 災害の形態
(土砂災害と地質災害)
- ▶ 5. Section 2 かけ崩れ (素因、誘因など)
- ▶ 6. Section 3 土石流
- ▶ 7. Section 4 地すべり
- ▶ 8. おわりに

2

1. (1)「土砂災害の疑問55」出版経緯

みんなが知りたいシリーズ17「土砂災害の疑問 55」目次と概略工程

目次構成	説明項目数	
Section 1 土砂災害とは	Question 11	Total Question 55
Section 2 がけ崩れ	Question 5	
Section 3 土石流	Question 5	
Section 4 地すべり	Question 5	
Section 5 地質災害と種類	Question 11	
Section 6 土砂災害から身を守る	Question 18	
コラム	19	

企画内容から出版までの概略工程

■執筆依頼 2021/2/1成山堂書店から日本応用地質学会へ依頼あり

■対象読者は「中学生でも理解できる」程度、難しい内容をなるべくやさしく解説

■タイトルは「地質災害」，「地盤災害」など上がったが，出版社と協議し「土砂災害の疑問55」に！

・各執筆者原稿執筆	2021年7月～9月末
・出版社査読～完全脱稿	8月中旬～2022年3月末 (2月～3月、委員の日常業務多忙のため可能な限り回避)
・初版発行 (2,000部)	2022年6月 (2023年8月完売)
・重版発行 (500部)	2023年8月

1. (2)「土砂災害の疑問55」掲載コラム

土砂災害の疑問 5 5 掲載コラム

災害種別・調査技術 (計19コラム)	コラム番号	コラム名 (災害名・発生年や調査技術名)
豪雨災害①～⑥ 6件	【コラム4】	近年の豪雨災害①平成26年広島大規模土砂災害(2014年)
	【コラム5】	近年の豪雨災害②平成29年九州北部豪雨災害(2017年)
	【コラム6】	近年の豪雨災害③平成30年西日本豪雨災害(2018年)
	【コラム8】	近年の豪雨災害④令和元年東日本台風災害(2019年)
	【コラム13】	近年の豪雨災害⑤令和2年7月九州北部豪雨災害(2020年)
	【コラム14】	近年の豪雨災害⑥熱海土石流災害(2021年)
地震災害①～③ 3件	【コラム1】	近年の地震災害①東日本大震災(2011年)
	【コラム3】	近年の地震災害②熊本地震(2016年)
	【コラム11】	近年の地震災害③北海道胆振東部地震(2018年)
火山災害①～③ 3件	【コラム2】	近年の火山災害①有珠山(2000年)
	【コラム7】	近年の火山災害②三宅島(2000年)
	【コラム12】	近年の火山災害③御嶽山(2014年)
融雪災害①～② 2件	【コラム9】	近年の融雪災害①利賀の上百瀬地すべり(2017年)
	【コラム10】	近年の融雪災害②高田の国川地すべり(2012年)
調査技術①～⑤ 5件	【コラム15】	最新の調査技術①衛星からみる SAR衛星
	【コラム16】	最新の調査技術②地形をみる 航空レーザ測量
	【コラム17】	最新の調査技術③地形からみる ドローン撮影
	【コラム18】	最新の調査技術④海底をみる 水中探査
	【コラム19】	最新の調査技術⑤AIからみる 深層学習

1. (3)みんなが知りたいシリーズ(成山堂書店)

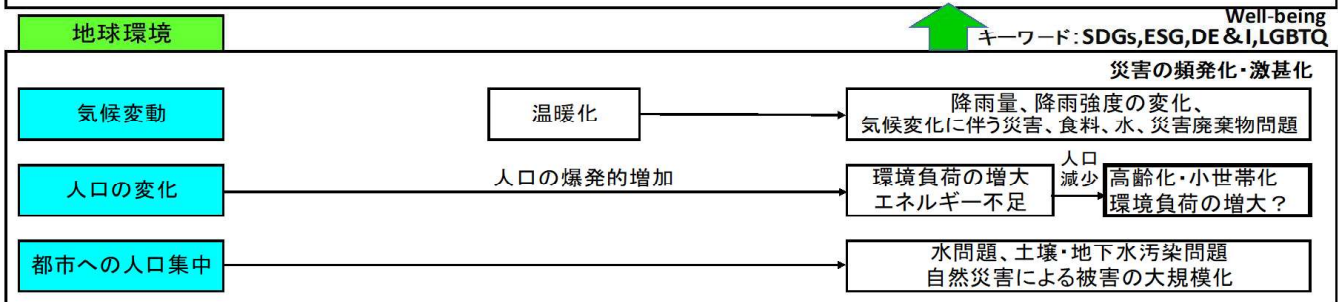
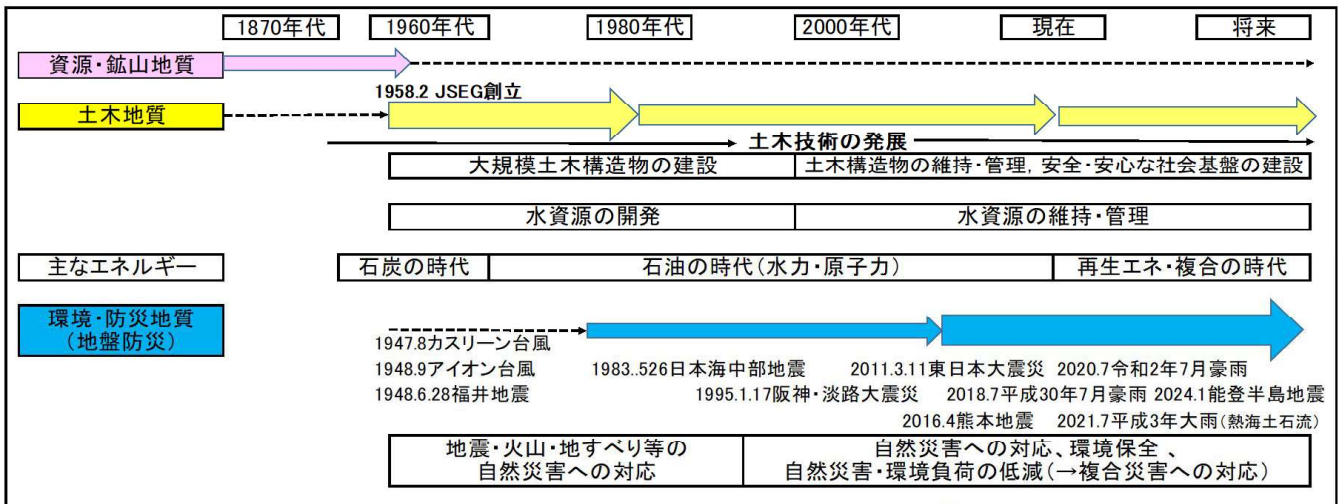
シリーズ NO.	成山堂書店発行 みんなが知りたいシリーズ (1~22)	著者	発行日	在庫状況 (2025.05.06時点)	
1	海藻の疑問50	日本藻類学会 監修	2016/5	¥1,760円 (税込)	品切れ
2	雪と氷の疑問60	日本雪氷学会 監修 高橋修平・渡辺典興 編著	2016/10/28	¥1,760円 (税込)	品切れ
3	潮干狩りの疑問77	原田知篤 著	2017/3/8	¥1,760円 (税込)	在庫有り
4	海水の疑問50	日本海水学会 編	2017/9/8	¥1,760円 (税込)	在庫有り
5	エビ・カニの疑問50	日本甲殻類学会 編	2017/9/28	¥1,760円 (税込)	在庫有り
6	空気中に浮遊する放射性物質の疑問25 ー放射性エアロゾルとはー	日本エアロゾル学会 編	2017/12/18	¥1,760円 (税込)	在庫有り
7	洞窟の疑問30 ー探検から観光、潜む生物 まで、のぞきたくなる道の世界ー	日本洞窟学会 監修・ 伊藤田直史・後藤 聡 編著	2018/2/28	¥1,760円 (税込)	品切れ
8	エネルギーと環境問題の疑問55	刑部真弘 著	2018/5/28	¥1,760円 (税込)	品切れ
9	クジラ・イルカの疑問50	加藤秀弘・中村 玄 編著	2018/6/28	¥1,760円 (税込)	品切れ
10	水草の疑問50	国立科学博物館 筑波実験植物園 田中法生 監修/水草保全ネットワーク 著	2018/10/28	¥1,760円 (税込)	在庫有り
11	電波の疑問50: 電波はスマホ・Wi-Fi・ GPSにも必要?	早川正士 著	2018/9/28	¥1,760円 (税込)	品切れ
12	発酵・醸造の疑問50	東京農業大学応用生物科学部醸造科学科 編	2019/6/28	¥1,760円 (税込)	品切れ
13	地下水・湧水の疑問50	公益社団法人 日本地下水学会 編	2020/6/28	¥1,980円 (税込)	在庫有り
14	乳酸菌の疑問50	日本乳酸菌学会 編	2020//6/28	¥1,980円 (税込)	在庫有り
15	魚の疑問50	高橋正征 編	2020/11/28	¥1,980円 (税込)	在庫有り
16	雷の疑問56	嶋川 仁・吉田 智・森本健志 共著	2021/8/28	¥1,980円 (税込)	在庫有り
17	土砂災害の疑問55	一般社団法人日本応用地質学会 災害地質研究部 編	2022/6/28	¥1,980円 (税込)	在庫有り
18	地熱エネルギーの疑問50	日本地熱学会 編	2022/10/28	¥1,980円 (税込)	在庫有り
19	貝の疑問50	日本貝類学会 編	2023/3/28	¥1,980円 (税込)	在庫有り
20	プラネタリウムの疑問50	五藤光学研究所 編	2023/7/18	¥1,980円 (税込)	在庫有り
21	海洋生物と放射能の疑問50	公益財団法人 海洋生物環境研究所 編	2024/8/28	¥1,980円 (税込)	在庫有り
22	髪の毛の疑問50	公益社団法人 日本毛髪科学協会 編	2024/12/18	¥1,980円 (税込)	在庫有り

<https://www.seizando.co.jp/book/10684/>

5

2. (1)地質・地盤と社会・自然環境の変化

日本の地質・地盤関連の社会・自然環境の変化



応用地質学(会)ー地質学・地形(地理)学などの様々な基盤学術を幅広く活用しながら、社会が抱える現代的な課題に対処する

6

2. (2) 自然災害に対する認識について

- ・災害は自然現象と思っている研究者や国民が多い。
この災害とは英語で**Hazard**と呼ぶ。
(例えば、無人島に高波や高潮、津波が来襲しても、
一般に**社会経済被害**は発生しない。)
- ・災害は**社会現象**である。この災害を**Disaster**という。
- ・わが国にはHazardに関する自然科学系の研究者が多く、
Disasterの社会科学系の研究者は少ない。
- ・**防災・減災はきわめて政治的な問題であることが理解**
されていない。

(河田恵昭(かわたよしあき)(2016.01):比較防災学ワークショップN0.16)

- ・政府対応:2001年1月～内閣府防災担当大臣, 2003年9～内閣府特命担当大臣(防災担当)

**令和8年度設置予定の防災庁と防災学術連携体などによる
発災時などの災害応急対応力のさらなる向上を期待したい!**

7

2. (3) 日本の災害対策法令の体系

類型	予防	応急	復旧・復興
	災害対策基本法		
地震 津波	・大規模地震対策特別措置法 ・津波対策の推進に関する法律 ・地震防災対策強化地域における地震対策緊急整備事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律 ・地震防災対策特別措置法 ・南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法 ・首都直下地震対策特別措置法 ・日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法 ・建築物の耐震改修の促進に関する法律 ・密集市街地における防災街区の整備の促進に関する法律 ・津波防災地域づくりに関する法律	・災害救助法 ・消防法 ・警察法 ・自衛隊法 ・災害時等における船舶を活用した医療提供体制の整備の推進に関する法律	<全般的な救済援助措置> ・激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律 <被災者への救済援助措置> ・中小企業信用保険法 ・天災による被害農林漁業者等に対する資金の融通に関する暫定措置法 ・災害弔慰金の支給等に関する法律 ・雇用保険法 ・被災者生活再建支援法 ・株式会社日本政策金融公庫法 ・自然災害義援金に係る差押禁止等に関する法律 <災害廃棄物の処理> ・廃棄物の処理及び清掃に関する法律 <災害復旧事業> ・農林水産業施設災害復旧事業費国庫補助の暫定措置に関する法律 ・公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法 ・公立学校施設災害復旧費国庫負担法 ・被災市街地復興特別措置法 ・被災区分所有建物の再建等に関する特別措置法 <保険共済制度> ・地震保険に関する法律 ・農業保険法 ・森林保険法 <災害税制関係> ・災害被害者に対する租税の減免、徴収猶予等に関する法律 <その他> ・特定非常災害の被害者の権利利益の保全等を図るための特別措置に関する法律 ・防災のための集団移転促進事業に係る国の財政上の特別措置等に関する法律 ・大規模な災害の被災地における借地借家に関する特別措置法
	・海岸法		
火山	・活動火山対策特別措置法		
風水害	・河川法 ・海岸法	・水防法	
地滑り 崖崩れ 土石流	・砂防法 ・森林法 ・地すべり等防止法 ・急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律 ・土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律 ・宅地造成及び特定盛土等規制法		
豪雪	・豪雪地帯対策特別措置法 ・積雪寒冷特別地域における道路交通の確保に関する特別措置法		
原子力	・原子力災害対策特別措置法		・大規模災害からの復興に関する法律

出典：内閣府資料

主な災害対策関係法律の類型別整理表(内閣府HP：R6防災白書)

8

3. (1) JSEG災害地質研究部会の活動内容

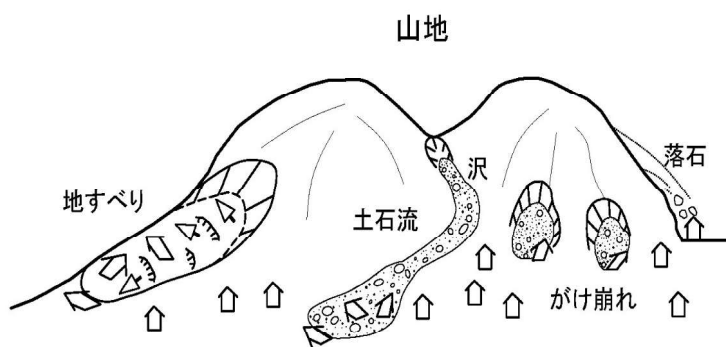


- ・JSEGの5研究部会: 応用地形学研究部会, 地下水研究部会, (2011発足) 環境地質研究部会, **災害地質研究部会**, 土木地質研究部会
- ・**災害地質研究部会(委員2025.4時点:本部及び全国7支部 計48名)の主な活動内容**

目 的	我が国でおこる地震や斜面災害などの地質災害に対し 応用地質学的な調査や研究手法を用いて多くの知見を見だし、それらを災害の軽減のためにその発生予測や被害軽減方策、復旧活動などに活用することを目指す。	
研究対象	(1) . 土砂災害 (地すべり・斜面崩壊・土石流・落石岩盤崩落等) (2) . 地震災害 (液状化・活断層・津波等) (3) . 火山災害 (噴火・火砕流など) (4) . 水害 (洪水・氾濫・河岸侵食)	
活動内容	平常時	■地質災害の発生に関する地質的要因や背景などに関して応用地質学的観点からの研究活動を行ない、教育・普及活動をすすめる。 ■各委員による災害調査等に関する話題提供などを通じて知見の交流を図り研究活動を進める (6回/年, 2ヶ月毎)。 ■想定外の地質災害にも対処できるように低頻度巨大災害に関する知見についての普及を図る。 ■過去の地質災害に関する情報や調査結果などの集積を図る。 ■研究部会としての共通の責務である、研究・教育・行事の開催等に可能な範囲で貢献する。 ■年に1回程度、過去の地質災害の発生場所を対象にした見学会の開催を行なう。 → ・「土砂災害の疑問55」出版 ・自然災害伝承碑の調査と教訓の展開 など
	災害発生時	■国内外で地質災害が発生した際には、学会本部・支部と連携して災害情報の収集や現地調査に機動的に取り組む。 ■状況によっては他学会や他学会の支部などとの連携を図る。 □活動実績：災害調査団による調査 (学会員による調査団結成、報告書作成) ・2014年広島豪雨災害、・2016年熊本地震、・2017年九州北部豪雨災害、 ・2018年西日本豪雨災害、・2019年台風19号 (東日本台風) 災害、10月低気圧災害、 ・2019年北海道胆振東部地震、・2020年九州豪雨災害、 ・2024年能登半島地震、奥能登豪雨災害 (報告書2025.1月発行、1月11日金沢市で現地報告会開催)

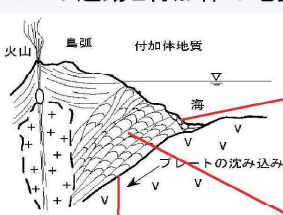
9

4. (1) Section1, 5 災害の形態(土砂災害と地質災害)



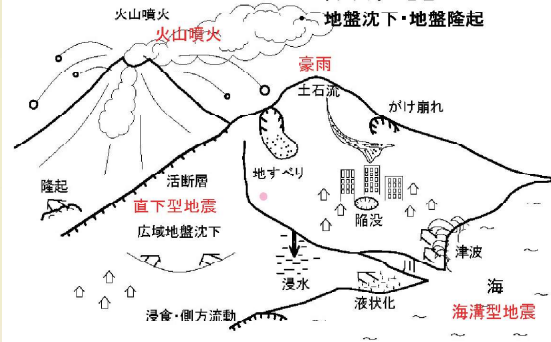
三つの土砂災害(図1-1)

プレート運動と付加体の地質



人家の裏山などの崩壊で発生する土砂災害には、**がけ崩れ、土石流、地すべり**があり、土砂移動によって人命に直接影響する災害となるため注意が必要です。個別には、Section2がけ崩れ、Section3土石流、Section4地すべりについて説明します。

自然災害の種類: 地震・津波・液状化・谷埋め盛土すべり
豪雨土砂災害(崖崩れ・土石流・地すべり)
・洪水・高潮
・火山噴火(降灰・噴石・火砕流・泥流など)
・雷・火事・竜巻



地質災害の概念図(図27-1)に加筆

10

5. (1) Section 2. 3, 4 全体構成

Section 2 かけ崩れ(5項目)

- ▶ Question12(Q12) かけ崩れの現象を教えて
- ▶ Question13(Q13) かけ崩れと土砂崩れの違いは何ですか？
- ▶ Question14(Q14) かけ崩れの発生の仕組みを教えて
- ▶ Question15(Q15) かけ崩れの発生前の予兆はありますか？
- ▶ Question16(Q16) かけ崩れを防ぐための対策はありますか？

Section 3 土石流(5項目)

- ▶ Question17(Q17) 土石流とはどのような現象ですか？
- ▶ Question18(Q18) 土石流の発生前の現象を教えて
- ▶ Question19(Q19) 土石流と火砕流の違いは？
- ▶ Question20(Q20) 土石流の仕組みを教えて
- ▶ Question21(Q21) 土石流災害を防ぐためにはどうしたらいいの？

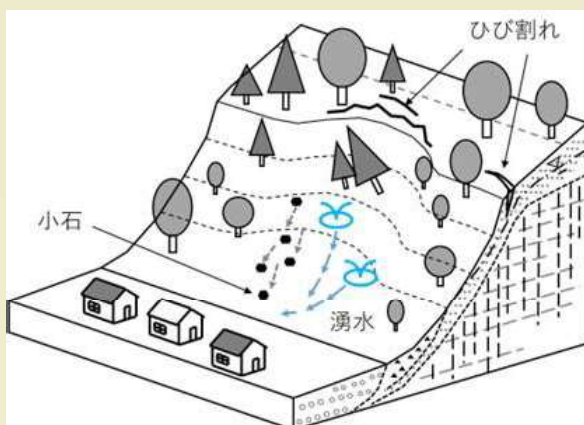
Section 4 地すべり(5項目)

- ▶ Question22(Q22) 地すべりとはどのような現象ですか？
- ▶ Question23(Q23) 地すべり発生の仕組みはどうなっていますか？
- ▶ Question24(Q24) 地すべりが発生する前にはどんなことが起こりますか？
- ▶ Question25(Q25) 雪崩と地すべりは違う？
- ▶ Question26(Q26) 地すべり災害はどのように防ぎますか？

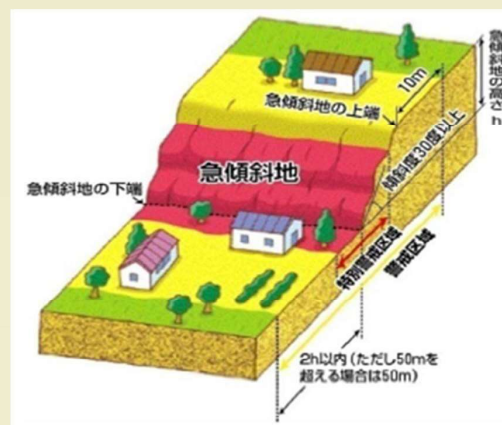
11

5. (2) Section2 かけ崩れ

- ▶ Q12 かけ崩れの現象をおしえて
- ▶ Q13 かけ崩れと土砂崩れの違いはなんですか？
- ▶ Q14 かけ崩れの発生の仕組みを教えて
- ▶ Q15 かけ崩れの発生前の予兆はありますか？
- ▶ Q16 かけ崩れを防ぐための対策はありますか？



かけ崩れの予兆が現れやすい場所



土砂災害防止法による「かけ崩れ」の対象となる急傾斜地¹⁾

1) 国土交通省: 土砂災害防止法の概要 <https://www.mlit.go.jp/river/sabo/sinpoupdf/gaiyou.pdf>

12

Q12 かけ崩れの現象を教えて

- ▶ **かけ崩れ(斜面崩壊)とは?**
傾斜が急な斜面の土砂や岩盤が主に豪雨や地震により崩れ落ちる現象
- ▶ **かけ崩れの発生**
台風、梅雨前線などに伴う強い雨や大量の降雨、地表水の流の影響や、地震時の強い地震動によって斜面が揺さぶられて発生
- ▶ **かけ崩れの発生する斜面**
自然斜面(山地、段丘崖)と人工斜面(切土地、盛土斜面)
- ▶ **斜面崩壊の深さによる呼び方**
表層崩壊(浅い崩壊)
深層崩壊(表層以深の崩壊)



2017年九州北部豪雨杷木地区
斜面崩壊と土砂洪水氾濫

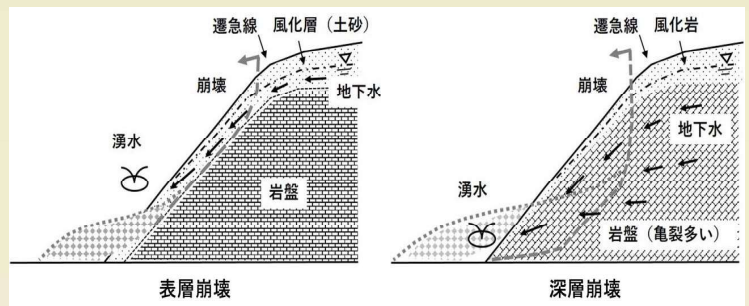


図12-1 豪雨による表層崩壊と深層崩壊

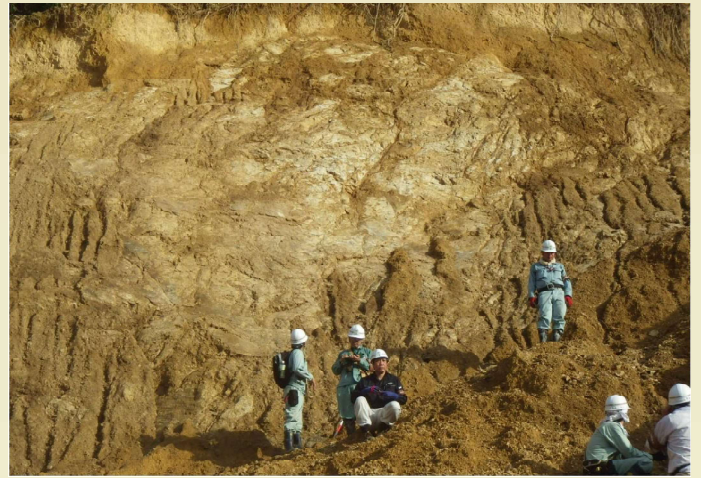
13

Q12 かけ崩れの現象を教えて

崩壊地調査例



2020年7月九州豪雨
深層崩壊調査熊本県川内川地区
(稲垣写真)



2018年西日本豪雨
斜面崩壊調査愛媛県宇和島
(稲垣写真)

Q12 かけ崩れの現象を教えて

▶ 斜面崩壊の様式

回転すべり→土砂などの崩壊
 並進すべり→岩盤層理面など崩壊
 トップリング→縦亀裂の多い
 岩盤が谷側に倒れ落ちる現象

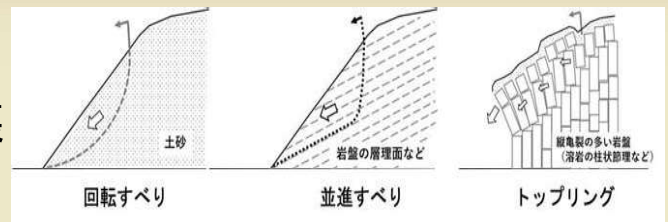


図12-2 斜面崩壊の様式

▶ かけ崩れの起きやすい場所

自然斜面の集水地形→谷型の
 斜面、傾斜が急に変わる所
 (遷急線)から下の斜面
 段丘崖・海食崖→河岸段丘、
 海岸段丘の段丘面下のがけ面
 急傾斜の露岩地→落石・崩壊
 人工的な切土、盛土→宅地造成
 地の切土法面、谷埋め盛土など

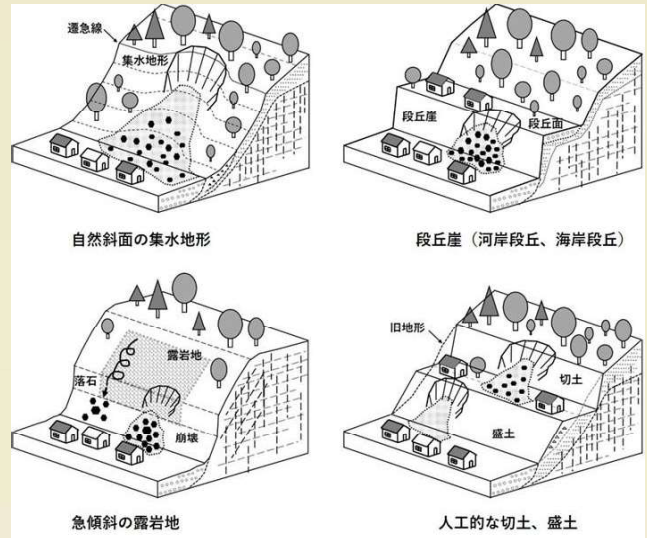


図12-3 かけ崩れの起きやすい場所 15

Q12 かけ崩れの現象を教えて

▶ かけ崩れと地すべりの違い

地すべりとかけ崩れの相違点

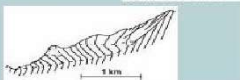
(1971.10 渡 正亮による)

	地すべり	かけ崩れ
地 質	特定の地質または地質構造の所に多く発生する。	地質との関係は少ない。
土 質	主として粘性土をすべり面として滑動する。	砂質土(マサ、シラスなど)のなかでも多く起こる。
地 形	5°~25°の緩斜面に多く発生し、特に上部に台地上の地形を持つ場合が多い。	30°以上の急斜面に多く発生する。
活動状況	継続性、再発性。	突発性。
移動速度	0.01mm/day~10mm/dayのものが多く、一般に速度は小さいが、次第に加速して崩落する。	落下時の速度はきわめて大きい。
土 塊	土塊の乱れは少なく、原形を保ちつつ動く場合が多い。	土塊はかく乱される。
誘 因	地下水による影響が大きい。	降雨時に降雨強度に影響される。
規 模	1~100haで規模が大きい。	厚さが薄く規模が小さい。
徴 候	発生前にキレツの発生、陥没、隆起、地下水の変動等が生ずる。	徴候の発生が少なく、突発的に滑落してしまう。

Q12 かけ崩れの現象を教えて

▶ マスムーブメントのタイプ

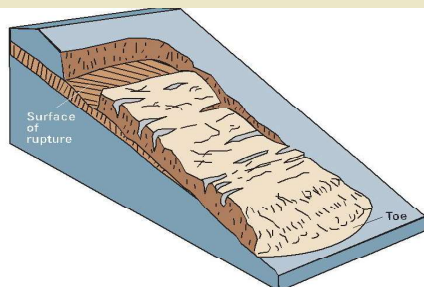
マスムーブメント（地すべり運動）のタイプ（Varnes, 1978）

運動のタイプ	材料のタイプ		
	岩(Rock)	砂礫(Debris)	土(Earth)
I. 落下(Falls)	Rock fall 	Debris fall	Earth fall
II. 前方回転(Topples)	Rock topple 	Debris topple 	Earth topple
III. すべり(Slides)	Rock slump 	Debris slump	Earth slump 
A. 回転(Rotational)	Rock block slide 	Debris slide	Earth block slide 
B. 並進(Translational)	Rock slide 		
IV. 水平伸張(Spreads)	Rock lateral spread 		Earth lateral spread 
V. 流動(Flows)	Gravitational sagging 	Debris avalanche 	Rapid earth flow 
		Soil creep 	Earth flow 

種々の地すべり現象の統合(バーンズの斜面運動タイプ1978)に追記
佐々恭二(2007.4):「地すべりダイナミクスの発展」京都大学防災研究所年報、第50号、P96 17

Q12 かけ崩れの現象を教えて

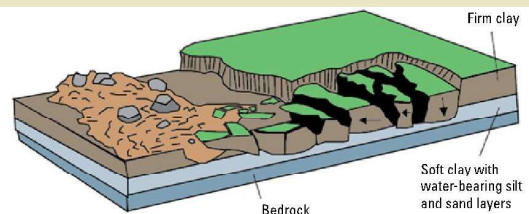
▶ 並進(Translational)と伸張((lateral) Spread)



Translational landslide



Photograph of Translational landslide



Lateral spread



Photograph of lateral spread

Q12 かけ崩れの現象を教えて

▶ new version of the Varnes classification system(2014)

Table 5 Summary of the proposed new version of the Varnes classification system.
The words in italics are placeholders (use only one)

Type of movement	Rock	Soil
Fall	1. <i>Rock/ice</i> fall ^a	2. <i>Boulder/debris/silt</i> fall ^a
Topple	3. <i>Rock block</i> topple ^a 4. <i>Rock flexural</i> topple	5. <i>Gravel/sand/silt</i> topple ^a
Slide	6. <i>Rock rotational</i> slide 7. <i>Rock planar</i> slide ^a 8. <i>Rock wedge</i> slide ^a 9. <i>Rock compound</i> slide 10. <i>Rock irregular</i> slide ^a	11. <i>Clay/silt</i> rotational slide 12. <i>Clay/silt</i> planar slide 13. <i>Gravel/sand/debris</i> slide ^a 14. <i>Clay/silt</i> compound slide
Spread	15. <i>Rock slope</i> spread	16. <i>Sand/silt</i> liquefaction spread ^a 17. <i>Sensitive clay</i> spread ^a
Flow	18. <i>Rock/ice</i> avalanche ^a	19. <i>Sand/silt/debris</i> dry flow 20. <i>Sand/silt/debris</i> flowslide ^a 21. <i>Sensitive clay</i> flowslide ^a 22. <i>Debris</i> flow ^a 23. <i>Mud</i> flow ^a 24. <i>Debris</i> flood 25. <i>Debris</i> avalanche ^a 26. <i>Earth</i> flow 27. <i>Peat</i> flow
Slope deformation	28. <i>Mountain slope</i> deformation 29. <i>Rock slope</i> deformation	30. <i>Soil slope</i> deformation 31. <i>Soil</i> creep 32. <i>Solifluction</i>

For formal definitions of the landslide types, see text of the paper.

^a Movement types that usually reach extremely rapid velocities as defined by Cruden and Varnes (1996).

The other landslide types are most often (but not always) extremely slow to very rapid

(一部加筆着色)

(参考文献) Hungr, O., Leroueil, S. and Picarelli, L. (2014) : The Varnes Classification of Landslide Types, an Update. Landslides, 11, 167–194.

19

Q13 かけ崩れと土砂崩れの違いはなんですか？

▶ 急傾斜地とは

「急傾斜地の崩壊による災害の防災に関する法律」では、傾斜度30度以上の土地が急傾斜地と定義

▶ かけ崩れ

上記のような急な斜面で発生する地盤の崩壊を総じてかけ崩れという

▶ 土砂崩れとは

明確な定義はないが一般的には土砂災害と同じで、かけ崩れ、土石流や地すべりなどの災害

▶ かけ崩れと土砂崩れ

かけ崩れとは、土砂崩れのうち急斜面が崩れ落ちる現象に限定した呼び方と捉えられる



図13-1(左)土砂災害防止法による「かけ崩れ」の対象となる急傾斜地¹⁾

1)国土交通省:土砂災害防止法の概要

Q13 かけ崩れと土砂崩れの違いはなんですか？

▶ かけ崩れの特徴

かけ崩れは、土砂災害（土砂崩れ）の中で、突発的に比較的高速で発生するケースが多いことが特徴

▶ 近年の特徴

山の麓の宅地開発がすすんだことで、土砂災害が発生するおそれのある危険な箇所が増加

▶ 宅地開発の影響

がけに隣接する宅地も増加しており、宅地背後のがけが突然崩壊することが問題となっており、かけ崩れは山間部だけでなく、都市域でも注意しなければならない災害の一つで、ハザードマップや避難警戒体制の整備等が進められている



図13-1(右)
都市域で発生したかけ崩れの例

21

Q14 かけ崩れの発生の仕組みを教えてください

▶ かけ崩れ(斜面崩壊)の発生の仕組み

かけ崩れを含んだ土砂災害の原因は**素因**と**誘因**に分けられ、これらが組み合わさることにより発生

▶ 素因(地盤自体の状態、土砂災害の発生のしやすさ)

- がけを構成する地盤の軟らかさ、勾配(急なほど崩れ易い)など
- 地盤内部の地質構造(斜面内の軟らかい層の分布、割れ目状況)
- 地下水の動き方(地盤にしみ込んだ地下水の流れ方)

▶ 誘因(かけ崩れを引き起こす外的要因)

- 地盤の水分の増加(集中豪雨等の降雨、豪雪地帯での春先の雪解け水、降雨時のがけ上にある道路や水路等からの溢れた水の地盤への浸透)
- 地震(地盤が揺れることにより地盤が崩れる、みず道の変化)
- その他の誘因(都市域などの工事による人工的な斜面掘削など)

22

Q14 がけ崩れの発生の仕組みを教えて

▶ がけ崩れの発生形態の例

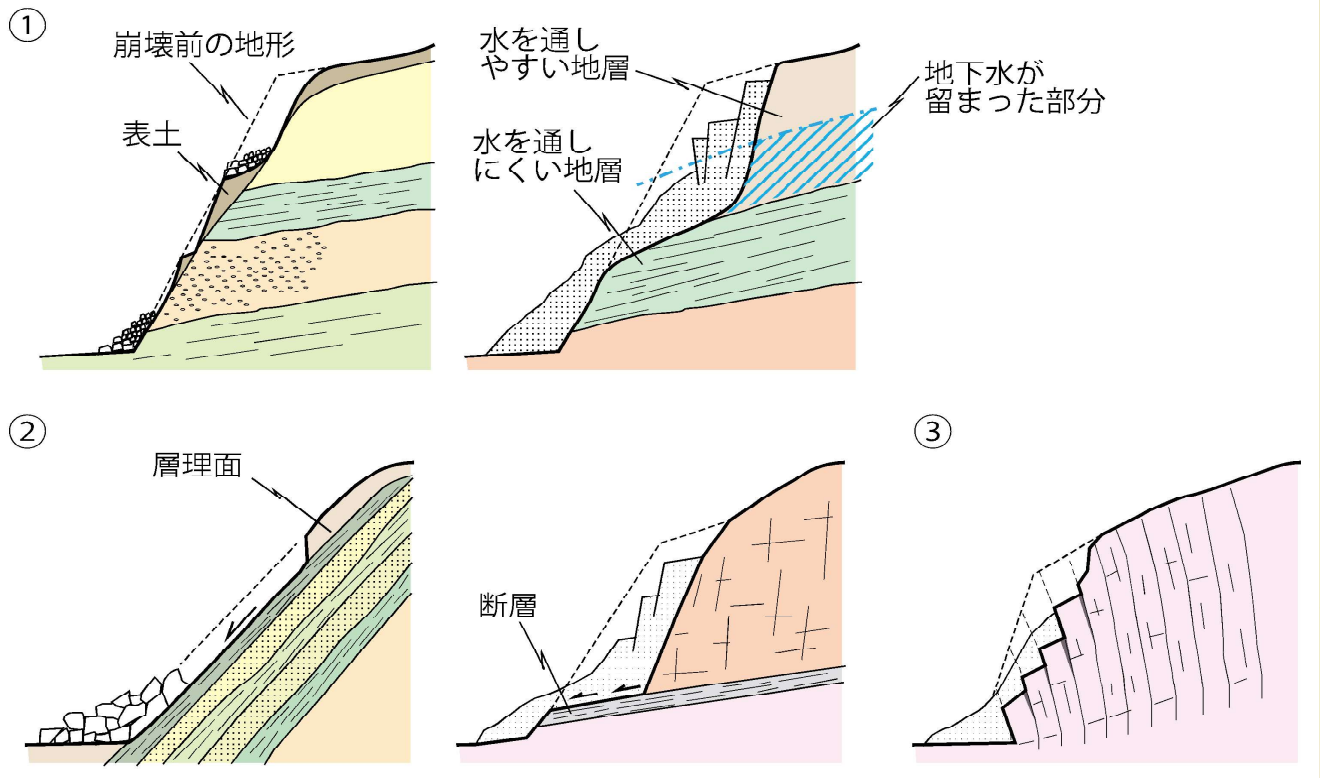


図14-1 がけ崩れの発生形態

23

Q16 がけ崩れを防ぐための対策はありますか？

▶ がけ崩れの災害の特徴

がけ崩れは斜面の岩盤や土砂が集中豪雨や地震などにより安定を失って突発的に速い速度で斜面下方に落下する現象

→崩れるスピードが速いのであつという間に住宅が押しつぶされてしまい、人家の近くで起きると逃げ遅れる人も多く、被災した場合には死傷者の割合が高い

▶ がけ崩れの前兆への注意と迅速な避難行動

豪雨時などには住んでいる近くの斜面(がけ)に、ひび割れ、がけから小石が落ちてくる、がけからの湧き水、地鳴(じなり)・山鳴り(Q15)などの兆候が見られた場合

→がけ崩れの発生の危険性が非常に高いため斜面に近づかない、斜面から十分な距離をとって退避するなどの迅速な避難行動を第一に心がける(必ず予兆があるとは限らないので、危ないと思ったら、がけ(斜面)から離れ、安全な場所に避難する)

24

Q16 かけ崩れを防ぐための対策はありますか？

▶ かけ崩れを防ぐための対策・対策工の例

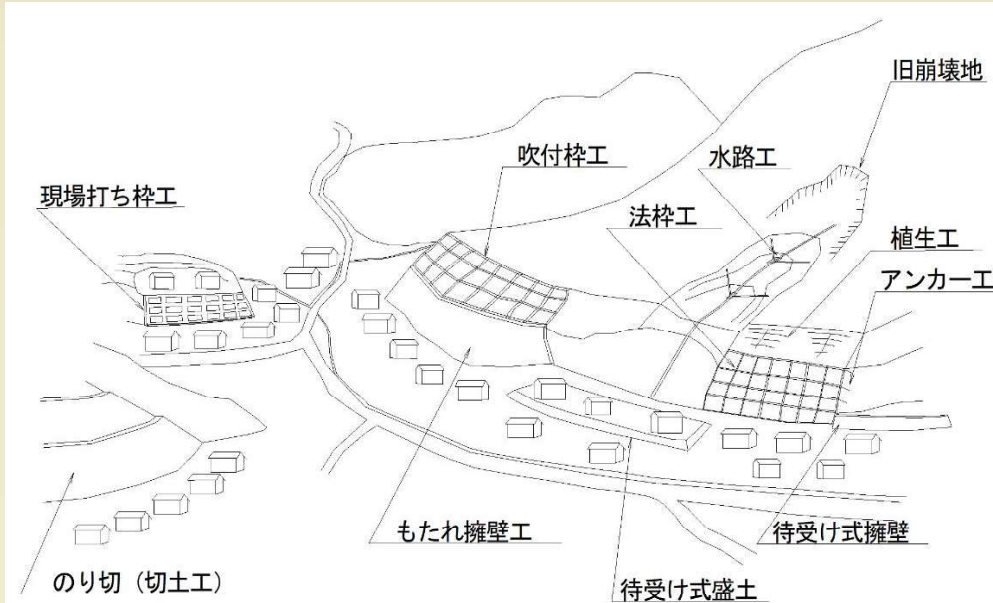
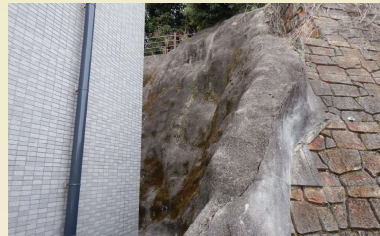


図16-1 かけ崩れ(急傾斜地)に対する
対策工設置例の概要

吹付工



切土工及び法枠工



ブロック積擁壁工



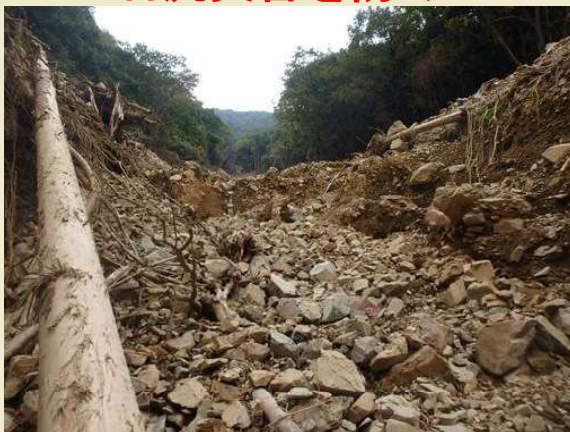
もたれ擁壁工

25

6.Section3

土石流

- ▶ Q17 土石流とはどのような現象ですか？
- ▶ Q18 土石流の発生前の現象を教えてください
- ▶ Q19 土石流と火砕流の違いは？
- ▶ Q20 土石流の仕組みを教えてください
- ▶ Q21 土石流災害を防ぐためにはどうしたらいいの？



土石流で運搬された巨礫や流木



透過型砂防堰堤の例

最近の話題: 国土交通省は土砂と泥水が一体となって移動する「土砂・洪水氾濫」に対応したハザードマップを全国で整備する方針を固める(2025.5.20読売新聞朝刊より) 26

Q17 土石流とはどのような現象ですか？

▶ 土石流とは

地表水あるいは地下水が、粘土や岩石片とまじりあって泥水状になり、山の斜面や溪流などに一気に流れ下る現象、多くは長雨や豪雨によって発生するが、戦後の例では一番豪雨が多く、この他、発生頻度が低いものの火山、地震、融雪などで発生している

表17-1 日本で第二次大戦後に発生した主要な土石流災害

豪 雨	火 山	地 震	融 雪
1945年（広島）	1993年（鹿児島）	1955年～（鹿児島県・桜島）	2008年（岩手・宮城内陸地震）
1953年（福岡・熊本・和歌山・京都）	1997年（鹿児島）	1977～78年（北海道・有珠山）	1978年（新潟）
1957年（長崎・熊本）	1999年（広島）	1991～94年（長崎県・雲仙岳）	1996年（長野）
1966年（山梨）	2003年（熊本）	2000年（東京都・三宅島）	
1967年（兵庫・広島・新潟）	2009年（山口）		
1972年（熊本・愛知）	2011年（和歌山・三重）		
1974年（香川）	2012年（熊本）		
1975年（高知）	2014年（広島）		
1976年（香川・徳島）	2017年（福岡）		
1982年（長崎）	2018年（広島・愛媛）		
1983年（島根）	2019年（宮城）		
1990年（熊本）			

27

Q18 土石流の発生前の現象を教えて

▶ 土石流の発生前の前兆現象(前兆がない場合も多いので注意)

● 川が異常に濁る、流木が多く流れる

上流で斜面崩壊によって土砂や立木が谷筋に流入し、沢が流木を混じえて濁りだし、その後、流入土砂が急激な流木を含む土石流(濁流)となり流下する

● 川の水が減る、なくなる

斜面崩壊により上流の谷筋が閉塞する(河道閉塞)し、その後天然ダムが越流崩壊することにより、下流側に大規模な土石流が流下する

● 山鳴りがする

山が唸るような「山鳴り」、斜面の移動・崩壊、倒木・岩のぶつかり合う現象

● 土のにおい、モノが焼けるにおい

このような異様なにおいが感じられたら、土石流が近づいていると考え避難する



✓ 川の流れが濁ったり、流木が混じっている時



✓ 雨が続けているのに、川の水が減っている時



✓ 「山鳴り」といって、山全体がうなっているような音がする時

図18-1 土石流の前兆現象¹⁾

1) 関東地方整備局: 災害の前兆と避難のしかた

28

Q19 土石流と火砕流の違いは？

▶ 土石流の例

土石流は、主として豪雨や地震などを契機に起こりますが、崩壊土砂や河床部の不安定土砂が溪流を下り、谷出口からいっきに家や畑、道路などを襲う現象です。温度は低温ですが、大きな石を先頭にして溪流を下るので、下の写真のような被害が発生します。



写真19-1 2018年7月西日本豪雨災害時の土石流被害

29

Q19 土石流と火砕流の違いは？

▶ 火砕流の例と土石流との違い

火砕流とは火山噴火によって高温の火山噴出物と火山ガスが混じり合い速いスピードで火山斜面を流れ下る現象です。

特に、火砕流の前面には圧縮された熱風が走りますので、災害規模が火砕流堆積物の前面や周囲に拡大する特徴があります。

火砕流堆積物は溶岩片、軽石、スコリア、火山灰などからなり、気体部は火山ガスと空気が混ざったもので、流下途中に火山噴出物が破碎されるとそこからガスが供給され、流動体の運動が促進されると考えられています。



図19-2 火砕流堆積物の例(北海道屈斜路火砕流) 30

Q19 土石流と火砕流の違いは？

▶ 火山噴火後の土石流の発生

火山噴火により斜面や溪流に堆積した不安定な土砂が、その後の降水(豪雨)によって地下浸透ができなくなり、降水が地表に流出しやすくなるため、火山噴火後に副次的に土石流が多く発生する場合があります

このような土石流は、火山灰や火砕流堆積物に含まれる微細な粒子や火山噴出物の巨礫を含み「火山泥流(かざんでいりゅう)」または「ラハール」と呼ばれることがあります。

噴火直後にはしばしば火砕流堆積物に近い比較的高温状態のものも含まれます。



図19-4 雲仙普賢岳復興後の土石流被災遺構の保存例

31

Q20 土石流の仕組みを教えて

▶ 土石流は何処で起こるの、起こり始めは？

- 土石流の発生地点は谷の源流部にあたることが一般的
- 土石流が発生した溪流沿いは木がなぎ倒され、岩や倒木が溪流を埋めており、さらに溪流を登っていくと、山の斜面が崩れた場所に行きつき、山の斜面が崩れて土砂や流木が溪流沿いを流下したことがわかります



写真1(C6)
平成30年西日本豪雨災害
東広島市で発生した土石流

32

Q21 土石流災害を防ぐためにはどうしたらいいの？

▶ 土石流災害の軽減のために？

土石流は土砂や岩塊、流木を巻き込みながら時速20～40 kmほどの速度で流れるため、土石流災害を防ぐためには事前の避難や土石流を受け止めたり、抑制する施設(構造物など)が重要となり、これらを組み合わせることで被害を軽減させることができます



2014年広島豪雨災害で発生した土石流 安佐地区(国際航業・パスコ)

33

Q21 土石流災害を防ぐためにはどうしたらいいの？

▶ 主な土石流対策

溪流で土石流が発生する恐れがある場合、土砂の流出を止める、もしくは土砂を受け止め市街地へ流れ出ていかないようにするため砂防堰堤(さぼうえんてい)や遊砂地(ゆうさち)があります

▶ 遊砂地のやくわり

遊砂地は大量の土砂が流れ込んできたときに広い流路を確保することにより土砂を一時的に溜め、下流側にある市街地などへの被害を軽減させます

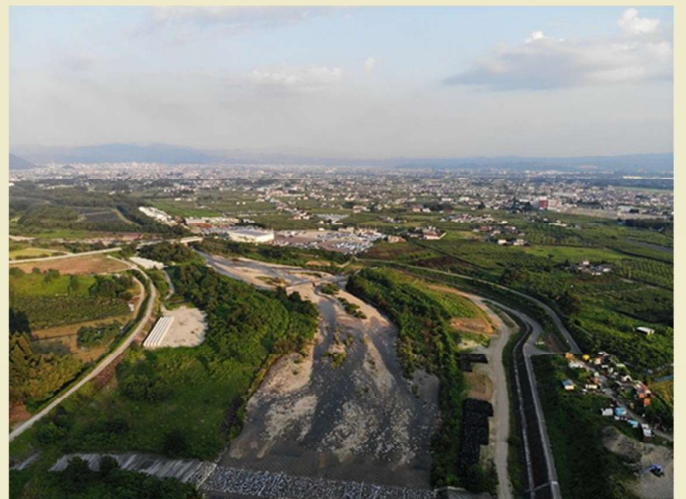


図21-1 遊砂地の例

34

Q21 土石流災害を防ぐためにはどうしたらいいの？

▶ 砂防堰堤のやくわり

砂防堰堤は、溪流の上流側に堰を配置することで土砂の流出を抑えるほか、溪流の勾配を緩やかにし、溪流の侵食を緩和させる他、下流側に砂防堰堤を配置することにより、土石流などで流出した土砂を受け止め、市街地などへの被害を軽減させます

▶ 砂防堰堤の種類

砂防堰堤は不透過型と透過型に分けられます

▶ 不透過型砂防堰堤(右図)

開口部がないため土砂を受け止め、土砂が溜まり満杯になった状態でも豪雨など大規模な出水時には一時的に土砂を貯める効果があり、土砂の堆積で溪流の勾配を緩やかにし、川底の侵食や兩岸斜面の崩壊を防ぎます

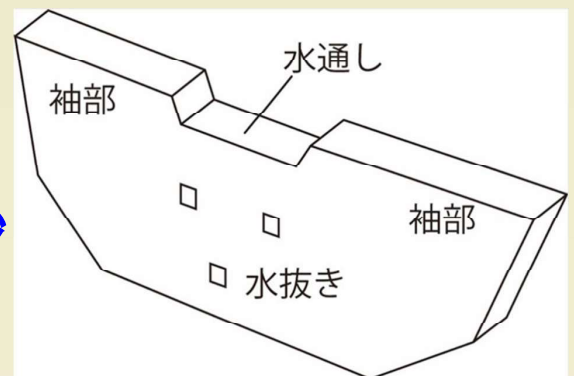


図21-2 不透過型砂防堰堤の構造と各名称
35

Q21 土石流災害を防ぐためにはどうしたらいいの？

▶ 透過型砂防堰堤

開口部があり大規模な出水時に土砂を受け止め、通常時は水や土砂を下流に流し、川底の連続性を保つほか土砂を下流側に流すことで海岸線の後退を防ぎます

不透過型よりも流木の受け止める機能も高く、市街地への流木被害の低減も期待される

▶ 施設設置

国土交通省の砂防事務所等や地方自治体によって建設されることが多く、災害の形態やどの程度の土砂が発生するのかなど、様々な条件のもとで施設を配置する計画が立てられている



図21-3 透過型砂防堰堤の例

- ▶ Q22 地すべりとはどのような現象ですか？
- ▶ Q23 地すべり発生の仕組みはどうなっていますか？
- ▶ Q24 地すべりが発生する前にはどんなことが起こりますか？
- ▶ Q25 雪崩と地すべりは違う？
- ▶ Q26 地すべり災害はどのように防ぎますか？



国川地すべりの全景(C10)
(新潟県上越市)



上百瀬地すべりの滑落崖(2017年)(C9)
(富山県南砺市利賀村)

37

Q22 地すべりとはどのような現象ですか？

- ▶ **地すべりとは？**
- 地すべりは比較的緩傾斜の斜面の広い範囲が重力の作用により、斜面下方に一体となってゆっくりとすべり落ちていく現象
- 典型的な地すべりでは、斜面の上部側にはすべり面の移動によってできた滑落崖(かつらくがい)がみられる
- 斜面の下部側では上からの土塊の重力による土砂の押し出しがみられる

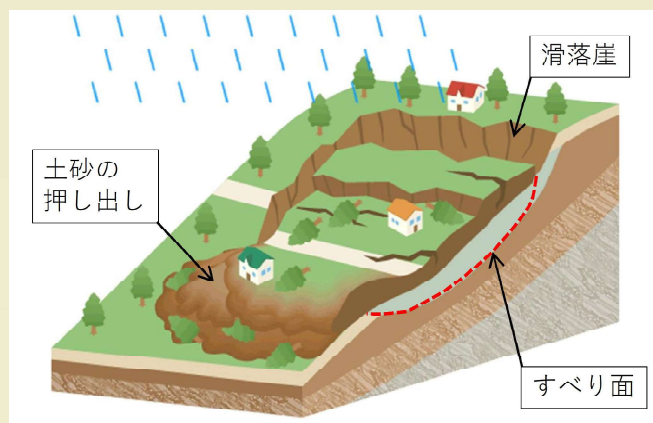


図22-1 典型的な地すべり地形の模式図¹⁾

1) 奈良県県土マネジメント部 砂防・災害対策課, 地すべりによる被害

38

Q22 地すべりとはどのような現象ですか？

▶ 地すべりの移動速度

- 地すべりの移動速度はがけ崩れや土石流に比べて土砂の移動速度が遅い傾向にあります
- 平均的な移動量は1日に数mm、1ヶ月に数cm程度のことが多い
- 大地震の時には動きの速い



2016年の熊本地震で発生した地すべり

地すべり(高速地すべり)が発生することがあり、1秒間に数m程度の速さで流れ落ちるように移動すると考えられています

▶ 地すべりの規模(発生条件で様々)

- 一般的には幅が数10m～数100m、深さは20m程度が多い
- 大きい地すべりでは斜面長さ2km、幅1km、深さ150m以上もある
- 海底に堆積した砂や泥が地震等によって発生する地すべりもあり、体積は数千～数万km³と陸上の地すべりの100倍以上の規模あり

39

Q23 地すべり発生仕組みはどうなっていますか？

▶ 地すべりの発生は地下水がポイント

- 斜面は、性質の違う土砂や岩盤から構成されていて、重力の作用で斜面下方の低い場所へ移動しようとしませんが、同時に土砂間の摩擦で、くっついて落ちないようにバランスを保って斜面を形成
- 長雨や豪雨により、地表からの浸透水や斜面周辺からの地下水流入により、普段よりも斜面内の地下水が増え、人が浴槽につかると浮力が働くように、地盤が浮き上がろうとして地盤が崩れないように耐えようとする力が小さくなり地盤が動きやすくなり、地すべりが発生

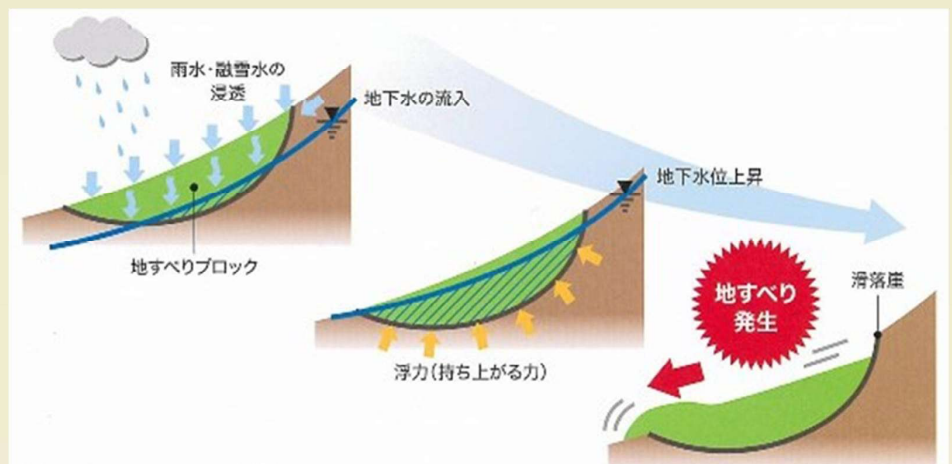


図23-1 地すべり発生のイメージ¹⁾: 1) 新潟県:地すべり対策事業40

Q24 地すべりが発生する前にはどんなことが起こりますか？

▶ 地すべりの発生前には何が起こるか？

- **地面にひび割れや段差ができる**：地すべりが動くことにより地面に亀裂が発生し、動き続けた場合、亀裂が拡大し、段差が発生
- **樹木が傾く**：斜面上にある樹木も傾くことがあり、末端部では斜面の盛り上がりや、樹木の傾きが認められたりします

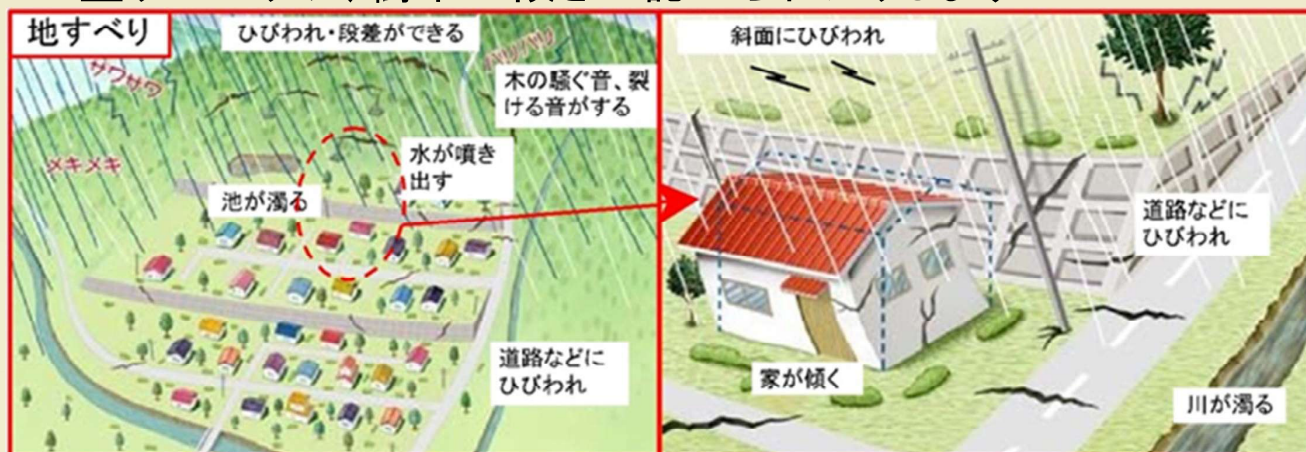


図24-1 地すべりの前兆現象¹⁾

1) 土砂災害警戒避難に関わる前兆現象情報検討会(2006):
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

41

Q25 雪崩と地すべりは違う？

▶ 雪崩とは

- 雪崩は斜面上に積もった雪が重力の作用により移動する現象
- 傾斜約30度以上の積雪斜面のどこでも雪崩の発生の可能性あり

▶ 雪崩発生形の形

- 点発生型と面発生型に区分
- 点発生型は一点からくさび状に雪が動き出す
- 面発生型はかなり広い面積の雪が一斉に動き出す

▶ 雪崩の乾湿による区分

- 水気を含まない乾雪型
- 水気を含む湿雪型



図25-1 雪崩地形の例
(植生が少なく幅の狭い直線的な筋状の地形)

42

Q25 雪崩と地すべりは違う？

▶ すべり面の位置による区分

- 雪崩層のすべり面が積雪内部にある場合は表層型崩れ
- 雪と地面の境界にある場合は全層型

▶ 雪崩の移動速度、距離

- 全層型では毎秒10～30m、表層型では新幹線並みの速さ
- 移動距離も数kmに及ぶことがある

表25-1 雪崩の分類¹⁾を参考に作成

		雪崩発生形の形			
		点発生		面発生	
雪崩（始動積雪）の乾湿	乾雪	点発生 乾雪表層雪崩	点発生 乾雪全層雪崩	面発生 乾雪表層雪崩	面発生 乾雪全層雪崩
	湿雪	点発生 湿雪表層雪崩	点発生 湿雪全層雪崩	面発生 湿雪表層雪崩	面発生 湿雪全層雪崩
		表層 (積雪の内部)	全層 (地面)	表層 (積雪の内部)	全層 (地面)
		雪崩層（始動積雪）のすべり面の位置			

1) 日本雪氷学会（1988）：日本雪氷学会雪崩分類，雪氷，Vol.60，No.5，pp.437-444.43

Q25 雪崩と地すべりは違う？

▶ 雪崩と地すべりの類似点

- どちらも重力の作用により移動する現象である
- 雪崩地形，地すべり地形と呼ばれる特徴的な地形を形成
- 地震により発生する可能性があること
- 発生地点内やその下方に人家や道路などがあった場合には大きな被害が発生すること

▶ 雪崩と地すべりの相違点

- 雪崩は雪が積もった約30度以上の斜面であればどこでも発生する可能性があるのに対し，地すべりは特定の地質で発生する
- 雪崩の移動速度は場合によっては新幹線並みと速いのに対し，地すべりの移動速度は一般に1日0.01～10mm程度でとてもゆっくりであり，移動速度に大きな差があること
- 雪崩の発生は積雪時期であるのに対し，地すべりは融雪時期である3～5月頃や梅雨時期や台風来襲時などの大雨があった後

Q26 地すべり災害はどのように防ぎますか？

▶ 地すべりを防ぐ方法

- 大きく分けて「抑制工」と「抑止工」という2種類の方法
- 抑制工：地形や地下水などの自然の状態を変化させる方法
- 抑止工：人工的な構造物の抵抗力で防ぐ方法

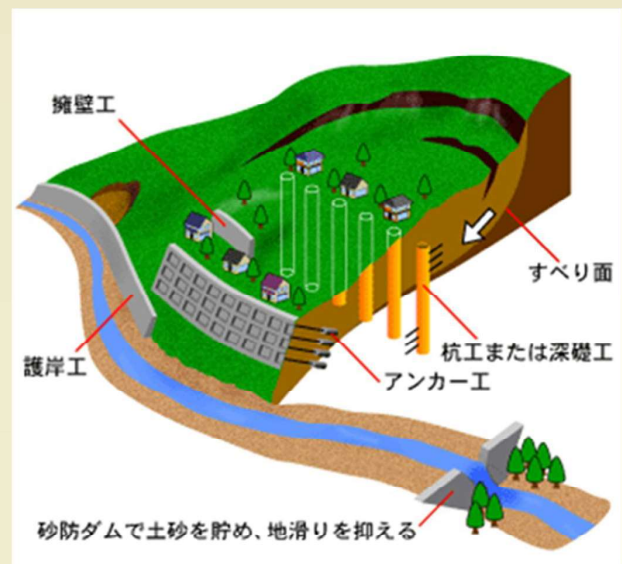
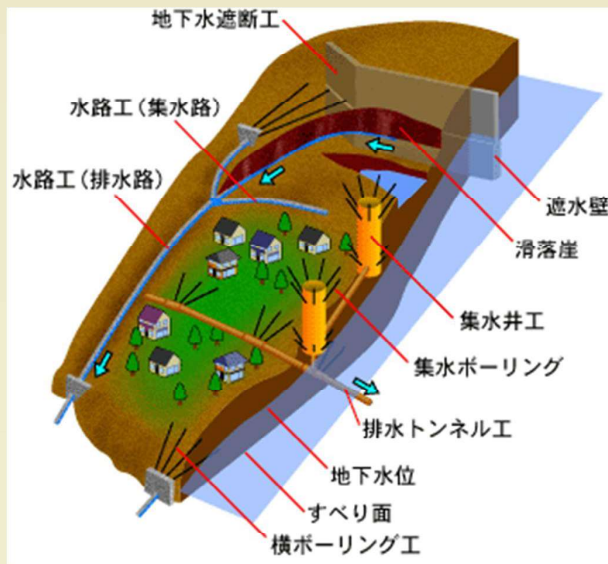


図26-1 左:抑制工, 右:抑止工の模式図¹⁾

1) 和歌山県河川・下水道局砂防課HP:ハード対策について

45

Q26 地すべり災害はどのように防ぎますか？

▶ 抑制工の代表的な工法

- 下側に土砂を置く「盛土(もりど)工」
上部の土砂排除する「排土(はいど)工」
- 地下水上昇を防ぐために地すべり
地内に横方向の穴をあけて地下水
を外に排出する「横ボーリング工」
- 大きな井戸で地下水を低下させる
「集水井(しゅうすいせい)工」やトンネルによる「排水トンネル工」

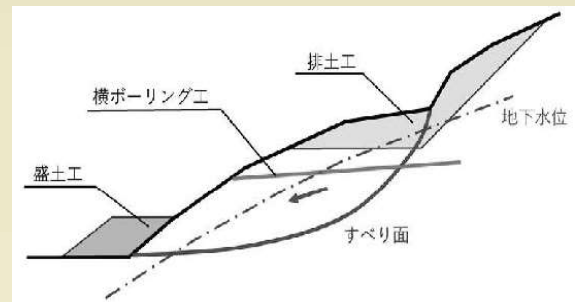


図26-2 盛土工と排土工の概念図

▶ 抑止工の代表的な工法

- 「抑止杭工」:鋼管やH鋼などの杭材をすべり面に挿しこむ方法
- 「アンカー工」:ワイヤー等の高強度の鋼材で変動に対抗する工法
- 「シャフト工」:直径3~6m程度の鉄筋コンクリートの柱を作る工法

地すべりの特徴を把握した地すべり対策

- 地質調査を行い地すべりの特徴を把握した効果的な対策工施工

46

- ▶ Q38 前兆現象を知るための方法がありますか？
- ▶ Q39 災害が発生した場所を知ることはできますか？
- ▶ Q40 土砂災害が起きたらどうすればいいのですか？
- ▶ Q41 普段からの備えを教えてください
- ▶ Q42 備蓄の心得として最低限必要なものは何でしょうか？
- ▶ Q43 外出先で土砂災害にあった場合どうすればよいですか？
- ▶ Q44 避難情報の種類はどのようなものがあるの？
- ▶ Q45 避難する際の注意点は？ (服装, 周囲の状況, 避難するタイミング)
- ▶ Q46 ハザードマップを利用して避難場所, 経路を確認するためにはどうすればいいのですか？
- ▶ Q47 土砂災害警戒区域(レッドゾーン, イエローゾーン)とはどのような区域ですか？
- ▶ Q48 土砂災害警戒区域の外でも油断は禁物ですか？
- ▶ Q49 土砂災害警戒情報は「いつ」「どのように」発表されるの？
- ▶ Q50 警戒レベルとは？
- ▶ Q51 マイ・タイムライン(自身の避難計画)の作成方法を教えてください
- ▶ Q52 垂直避難とはどのような避難方法でしょうか？
- ▶ Q53 知っておきたいサービス, ウェブサイトは何がありますか？
- ▶ Q54 個人としての対策方法がありますか？
- ▶ Q55 土砂災害の多い日本で暮らす工夫は何ですか？

Section6では土砂災害から身を守るとして、普段からの備え、備蓄の心得、避難情報の種類、避難する際の注意点、マイ・タイムライン作成、知っておきたいサービス・ウェブサイトなどについて記述。

8. おわりに

災害は近年多発しており、有事のときの備えや適切な対応がとても大切と思います
今回の講演内容が少しでも皆様のお役に立てることを願っております。

ご清聴ありがとうございました。