



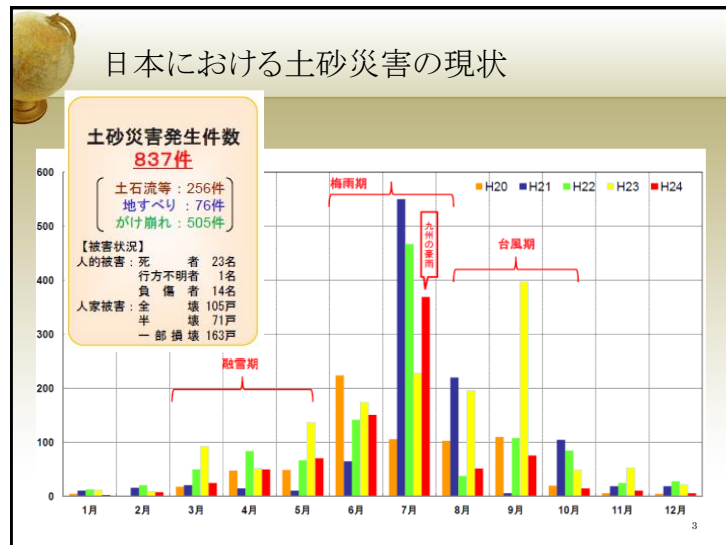
1

### 土砂災害面から見た高知の地理的特性

- 高知は北部に四国山地が存在
  - ⇒ 太平洋高気圧からの湿った気流が流入しやすく雨が多い
  - ⇒ 台風の接近により暴風雨にさらされやすい
- 地質的な脆さ
  - ⇒ 三波川帯、秩父帯は岩盤が脆く、割れやすい特性
- プレート境界型地震
  - ⇒ 地震による津波のみならず、強い揺れが予想されている

⇒ 土砂に関連する災害が多発する傾向

2



3

### 土砂災害の種類

知る防災

土石流  
山麓や川底の石、土砂が長雨や集中豪雨などの影響で、下方へ一気に押し流される

がけ崩れ  
急な斜面が雨水の浸透や地震などの影響で、突然崩れ落ちる

地すべり  
比較的緩やかな斜面が地下水などの影響で、下方へ移動する

日本気象協会HPより

4

## 斜面崩壊 (Slope failure)

- 豪雨・地震などによって山腹・崖などの短時間に破壊し、すべり落ちる現象



紀伊半島大水害における大規模斜面崩壊(2011.09発生)

5

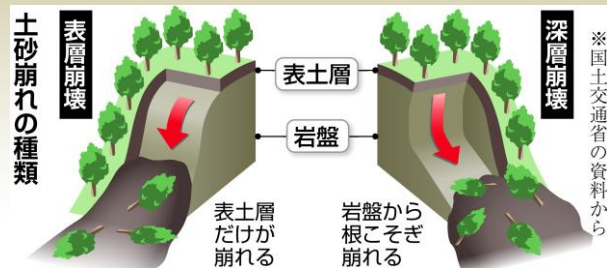
## 斜面崩壊のタイプ

| 区分            | 発生原因                   | 特徴                                   |
|---------------|------------------------|--------------------------------------|
| 雨水集中型         | 雨水の集中による表土中の含水量・表面流の増加 | 比較的小規模の表層崩壊が多い                       |
| 湧水型<br>(地下水型) | 長雨、融雪による地下水の増加と湧水の発生   | 中大規模                                 |
| 溪岸侵食型         | 溪流の縦横侵食による崩壊           | 縦侵食: 若い山地に多い<br>横侵食: 満壮年期以降の山地に比較的多い |
| 地質性崩壊         | 地質の振動による崩壊             | 大小様々                                 |
| なだれ性崩壊        | 積雪の移動、なだれによる表土の剥離      | 比較的小規模                               |

6

## 表層崩壊、深層崩壊

- 表層崩壊
  - 山地の**表土層と岩盤の境界(すべり面)**に沿って土塊が滑落する現象
- 深層崩壊
  - すべり面が表層崩壊よりも深部で発生**し、表土層だけでなく深層の地盤までもが崩壊土塊となる比較的大きな崩壊現象



産経新聞HPより

7

## 表層崩壊の特徴

- 比較的小規模な崩壊が多い
- 比較的小規模な崩壊が多い
- 土砂移動の速度が速い
- 地質や基盤岩の種類を問わず発生する
- 森林の根系により発生を抑止できることがある



天狗高原 表層崩壊現場(2014.08)



松山城 表層崩壊現場(2024.07)

8

## 深層崩壊の特徴

- 表土層の下部にある岩盤(深さ数十m)部分までが崩れる
- 岩盤内部に割れ目が多く、風化が進行し、脆弱化した箇所が発生しやすい ⇒
- 崩壊土砂の量のはるかに多く、土石流や河道閉塞など2次災害を引き起こすことがある



紀伊半島大水害における深層崩壊(2011.09発生) 耳川深層崩壊(2005.09発生)

9

## 繁藤災害

- 大規模な深層崩壊
- 昭和47年7月4日
- 24時間降水量・・・742mm
- 1時間降雨強度・・・95mm以上
- 死者60名、電車も流される



繁藤駅の現在(2022)  
高知新聞HPより



繁藤地区 地形地質図  
いさぼりネットHPより



繁藤災害(1972)  
高知新聞HPより

10

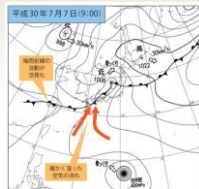
## 平成30年7月豪雨災害(四国)

- 崩壊幅90m、崩壊長320mの大規模深層崩壊
- 1イベント降水量(6/28-7/9):1694mm
- 災害前日降水量(7/7):602mm
- 四国4県の災害状況
- 土石流・・・102
- 斜面崩壊・・・499
- 地すべり・・・25

高知県大豊町立川 深層崩壊写真  
四国山地砂防事務所HPより



高知自動車道の崩落現場  
完全復旧まで焼く1年



11

## 土砂災害の発生

- 災害が発生しやすい 場所
  - 地形や地質、地質構造、水文地質条件などの
- 斜面勾配、土壌、地質、地形・・・
- としての何らかの作用が生じて発生
  - 人為的誘因に区分される 自然誘因と人為的誘因
- 降雨・強風・地震・火山噴火、道路敷設、ダム建設・・・



12

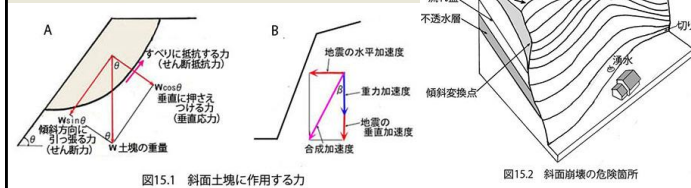
12



## 斜面崩壊の地形的素因

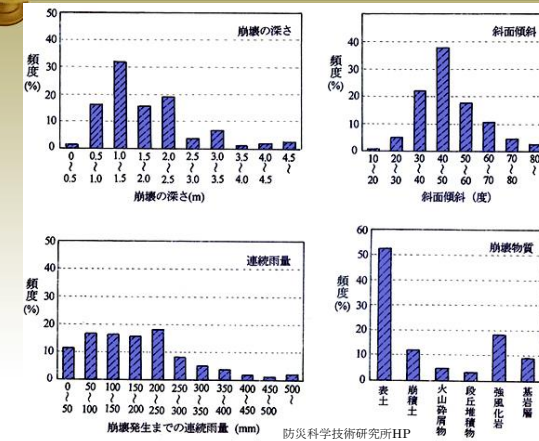
### ● 地形条件

- 斜面の傾斜が急なところ(傾斜角 $30^{\circ}$  ～)
- 斜面の途中で傾斜が突然急になるところ(遷急点)がある斜面
- 谷型(凹型)の斜面
- 上方に広い緩傾斜地がある斜面



13

## 斜面崩壊が発生しやすい場所



勾配**30～70度**の斜面を覆う厚さ**1～2m**ほどの表土層が滑り落ちるのが大部分

14

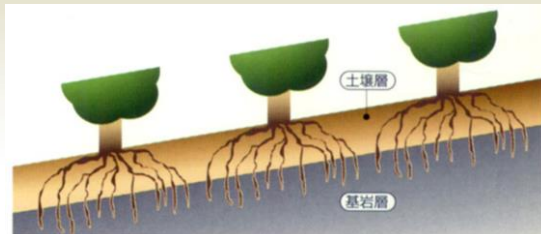
## 森林の表層崩壊防止効果

### ● 杭効果

- 樹木の根が基岩層に根を張り巡らせることにより、そのとなつて上部の土壌層の下方への移動を抑制する

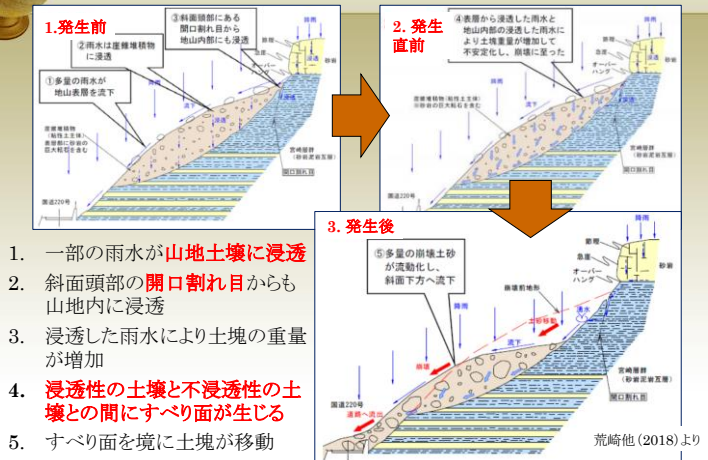
### ● ネット効果

- 森林の根系がことで、土塊を捕捉し、下方への流出を防ぐ



15

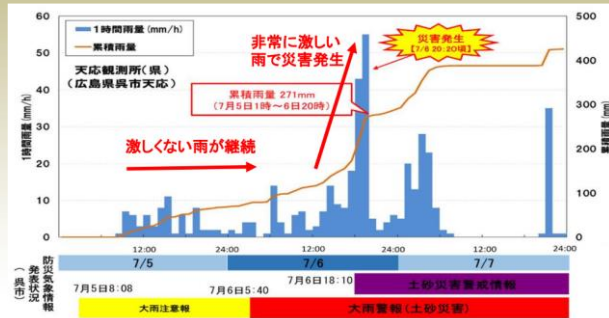
## 斜面崩壊の発生メカニズム(雨水集中型)



16

## 土砂災害と降水量

- 土砂災害は、台風や前線の停滞などにより降雨が続いた後、非常に激しい降雨が降ると発生する危険性が高い



2018年7月広島豪雨災害時の累積降水量と土砂災害発生時間との関係(広島県呉市)  
国土交通省HPより

17

## 斜面崩壊(地震性崩壊)

- 地震の揺れによって斜面を構成する土や岩が滑り落ちる
- 地震動の加速度が大きいほど、規模の大きい崩壊が発生



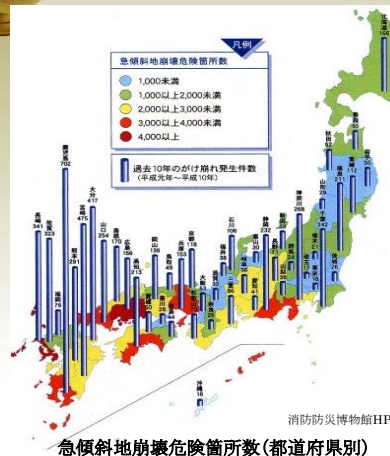
新潟県中越地震 妙見の大崩落(2004)  
2004年に発生した新潟県中越地震(M6.8、最大深度7)により、各地で斜面崩壊が発生。鉄道・道路が約6,000か所で分断される。



帰雲山 山体崩壊跡(1586)  
天正の大地震(M7.8)により、帰雲山が山体が大規模に崩壊。内ヶ島氏が城主だった帰雲城とその城下町がすべて埋没

18

## 斜面崩壊が発生しやすい場所



急傾斜地崩壊危険箇所数(都道府県別)

- 高知はなぜ斜面崩壊が多いか？
- 素因
  - 急峻な山岳地が多い
  - 地質構造が脆い
  - 手入れされていない人工林が多い
- 誘因
  - 降雨強度が大きいこと
  - 大規模地震の発生
  - 山地の近くまで開発が行われていること。

19

19

## 地すべり(Landslide)

- 斜面を形成する土塊が、地下の地層中に存在する「すべり面」を境にして、**ゆっくりと**下方に移動する現象



20

## 地すべり



国際航業、バスコ 撮影

大規模地すべり(宮城県栗原市荒砥沢ダム上流部)

21

21

## 168号線地すべり

22

22

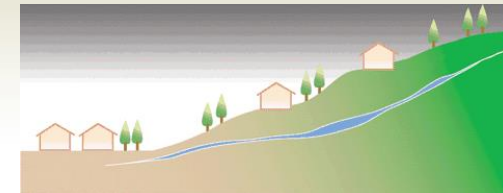


23

23

## 地すべりの発生メカニズム

1. すべり面の形成
  - ・ 地盤の弱い部分(すべり面)に地下水が浸透し、**地下水位が上昇すると、地盤の摩擦抵抗が低下し、すべり面が形成される**
2. 地下水の影響:
  - ・ 地下水が、地盤を押し上げる**浮力として作用し**、斜面を不安定させる
3. 移動開始:
  - ・ **地盤の重力と、すべり面での摩擦抵抗のバランスが崩れると**、斜面がゆっくりと動き出す



地すべりの発生メカニズム(群馬県砂防課HPより)

24

24



## 地すべりの特徴

- 比較的緩斜面での発生が多い
  - ・ 斜面勾配 $20^{\circ}$ 以下の斜面が発生件数のほぼ半分を占める
- 地すべり発生時の移動速度は $0.1\sim 10\text{mm/日}$ 程度の場合が多く、地下水の上昇により活発化する
- 比較的大規模な土塊が地質的・構造線弱線に沿って緩慢に滑るように動く
- 広い面積( $0.1\sim 100\text{ha}$ )の土地が局所的に乱されるが、深さが深い(数 $\text{m}\sim$ 数十 $\text{m}$ )のため、全体としては原形を保って長時間にわたり、緩慢に移動する
- 特定の地域に集中し、すべり面に粘土が存在する。

25

25

## 地すべりの種類

- 第三紀層地すべり
  - ・ 河川が運んだ泥や砂、火山灰などが海底に積もってできた地層
  - ・ この地層はもろくて粘土化しやすい性質
  - ・ 雪解け水や集中豪雨などで大量の水を吸収し、粘土化した層を境に地すべりを引き起こしやすい
- 破碎帯地すべり
  - ・ 大きな断層があるところでは、断層の動きによって周囲の岩石が大きな力を受け、くだけたり、変質して粘土になっていたりしているため、地すべりの滑り面になりやすい
  - ・ 結晶片岩は容易に風化され、薄い鱗片状の岩石へと分解される
  - ・ 高知県嶺北地方など、三波川変成帯、秩父帯で多く見られる
- 温泉地地すべり
  - ・ 地層が、温泉の熱やガスの影響で変質し、粘土状になったところで発生しやすい

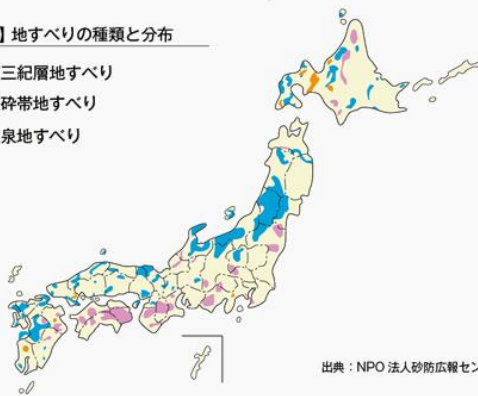
26

26

## 地すべりの分布

【図2】地すべりの種類と分布

- 第三紀層地すべり
- 破碎帯地すべり
- 温泉地すべり



出典：NPO 法人砂防広報センターより

27

27

## 土石流(Debris flow)

- 山腹、川底の石や土砂が、  
現象
- 「山津波」「てっぽう水」「蛇抜け」
- 流下速度は $20\text{km/h}\sim 40\text{km/h}$
- 斜面崩壊や地すべりのような土砂災害だけでなく、長期間河床に堆積した土砂も流動源になる
- 流動経路にある巨石や大木を巻き込む場合があり、破壊力が大きくなる  
⇒ 人的被害、経済的被害が大きい



28

28

## 土石流 実際の映像

- <https://www.youtube.com/watch?v=KEHXiAqUPe8>  
・ (桜島)
- [https://www.mlit.go.jp/river/sabo/movie\\_library.html](https://www.mlit.go.jp/river/sabo/movie_library.html)  
・ 国土交通省 動画ライブラリー
- <https://www.hrr.mlit.go.jp/kanazawa/hakusansabo/03history/saigai04.html>  
・ 白山砂防

29

29

## 土石流の流動メカニズム

- ① 大雨による山崩れの土塊が、
- ② 砕けながら谷間をすべり落ち、
- ③ 増水した谷からの水と混じりあって、
- ④ 谷底を高速で流下する

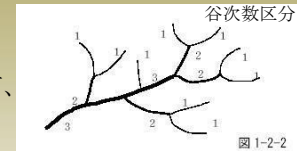


図 1-2-2

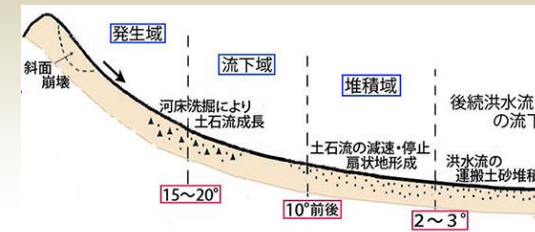


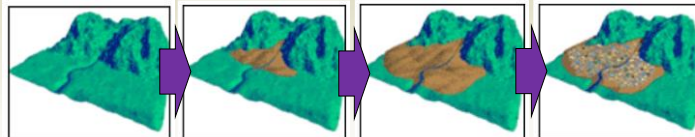
図 16.1 土石流の発生・流下・停止の勾配領域

30

30

## 土石流と扇状地

- ・ 扇状地とは、河川が山から平地へ流れ出るところを頂点として、土砂などが扇を広げたように堆積してできた地形
- ・ 山から平地へ出ると、川の勾配が急に小さくなり、  
ため、上流から流れてきた土砂が堆積



急峻な山岳地帯を流れる川が山麓の平地に出る

その出口を中心に、はこばれてきた土砂が堆積する

洪水が発生する度に多量の土砂が堆積

土砂が扇形にどんどん広がっていく

31

31

## 土砂災害対策(ハード対策)



神通川水系砂防工事事務所HPより

32

32



## 土砂災害対策:ハード対策1 砂防堰堤(砂防ダム)

- 上流からの土砂を受け止め、貯まった土砂を少しずつ流すことにより、下流に流れる土砂の量を調節する施設
- 河床勾配の低減・山腹の固定
- 土砂量の調節

### ● 不透透型砂防堰堤

土砂の移動を抑制し、河道の安定や山脚の固定を目的として設置される構造物



### ● 透過型砂防堰堤

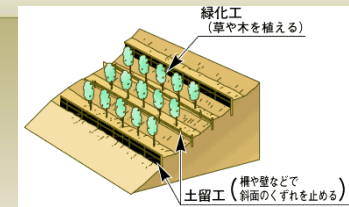
平常時には水と土砂をそのまま下流に流し、土石流や洪水のピーク時に土砂や流木を捕捉する機能を持つ砂防堰堤



33

## 土砂災害対策:ハード対策2 山腹工

- 崩壊した山腹の安定化を図り、土砂災害を防ぐための工事



### ● 法枠吹付工



### ● 山腹緑化工



34

34

## 土砂災害危険区域の指定

- 急傾斜地崩壊危険区域
  - 急傾斜地の崩壊による災害から国民の生命を保護すること
- 砂防指定地
  - 土砂災害の危険がある土地を砂防指定地として指定し、土砂の流出や崩壊を防止することで、人命や財産を守ること
- 地すべり防止区域
  - 地すべりによる被害を防止・軽減し、公共の利害に密接な関連を有する地域を保護すること

⇒ 土砂災害を発生させる立木の伐採や斜面の切盛土等の開発行為の制限

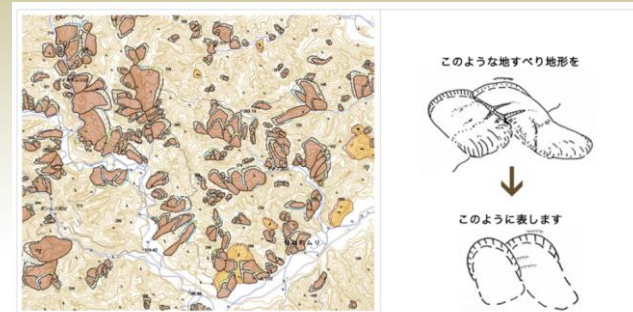


35

35

## 地すべり地形分布図

- J-SHISマップ : 防災科学技術研究所
- <https://www.j-shis.bosai.go.jp/map/>
- 日本全国に分布する地すべり地形が地質図上に表示

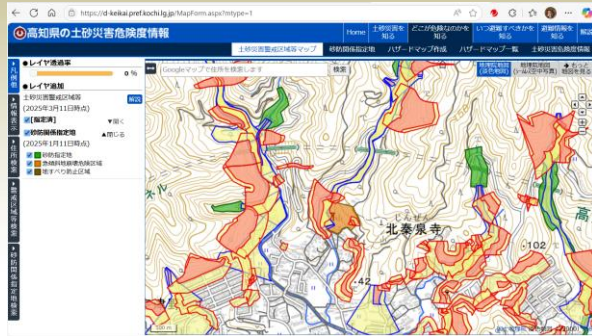


36

36

## 高知県の土砂災害危険度情報

- 土砂災害のおそれの高い箇所や避難所等の位置を表示
  - 土砂災害危険度情報、ハザードマップ、砂防指定地
- <https://d-keikai.pref.kochi.lg.jp/MapForm.aspx?mtype=1>



37

## 土砂災害の前兆現象

- 災害対策の基本は自助。
- 土砂災害の発生前には必ず前兆現象を伴う
  - 崖からの水が濁る
  - 急に川の水が濁る
  - 小石がバラバラ落ちてくる
  - 山鳴りがする
  - 木の根が切れる音がする
  - 腐った土のにおいがする
  - 崖に亀裂が入る
- 1時間雨量20mm、降り始めから100mm以上の場合が危険

38

## 災害危険ゾーン

福山市HP



39

## 棚田

- 過去に地すべりのあった場所
  - 今後、再発する可能性が少ない
  - 住宅、農地が開発されていった
- 水は豊富に湧き出る
  - 地下水位が高い
- 土が肥沃である
  - もとは森林土壌で、ミネラル分が豊富
  - 崩れたことにより、耕された状態に
- 過去からの言い伝えが現在に生きる



神在居の棚田 (梶原町)

中山間地の棚田で生産される米に品質がとりわけ高い

40

40

## 土砂災害と地名

| 地形特性 | 意味・読みなど    | 関連漢字                | 意味                 |
|------|------------|---------------------|--------------------|
| 谷    | シン         | 獅子、穴、鹿、猪            | 水気の多い所、地崩れが多い。     |
|      | 窪地、谷       | 窪、久保                | 窪地                 |
| 斜面   | がけ、斜面      | 坂、崖、垂、欠、岸、傾、崩、刈、峡、柿 | 崩壊地                |
|      | クラ         | 倉、蔵、鞍、暗             | がけ、深い谷、絶壁          |
| 崩壊地形 | アズ、アツ      | 小豆、厚、熱、篤、安土         | 土砂流出のある場所          |
|      | ウメ、ウマ      | 梅、埋、宇目、馬            | 埋め立てた所、地すべりで埋まった場所 |
| 災害地名 | じゃぬけ       | 蛇抜、蛇退               | 土石流（鉄砲水）災害地        |
|      | おしだし       | 押出、おったし、牛出          | 同上                 |
|      | そり         | 反、剃、返、櫓、曾利          | 崩壊地、土砂の流出による傾斜地    |
|      | ぞうれ、そうれ、ぞれ | 草連                  | 崩壊地、土砂の流出による傾斜地    |
|      | まま         | 増、儘、真々、まま           | 崖地、傾斜地、河岸段丘        |

先人たちは、その地の名前に危険性を後世に残す

長野県HPより

41

## 本日のまとめ

- 地表面では**流水の作用**により、様々な地形が形成される。
- 地形により自然特性に差異が生じる。このため、過去から人類は地形を利用して、**その地形にあった農業**を営んできた。
- 時には、流水の作用は**土砂災害**を起こすことがある。
- 特に、四国は、**急峻な地形(素因)**と**降雨の多さ(誘因)**により、土砂災害が発生しやすい環境にある。
- このため、土砂災害を防ぐ努力とともに、土砂災害と共存する知恵が、有史以来行われてきた。

42

ご清聴ありがとうございました

43