

# 地震時の急傾斜地の 崩壊危険箇所

Aug.27,'04

水山高久・京都大学農学研究科

# 地震に伴って発生する土砂災害と その危険箇所

-平時の点検のためのガイドライン-  
地震時に危険な斜面を点検するための留意点

平成14年

(社)砂防学会第26期研究開発部会

芸予地震土砂災害緊急調査団

大雨によって発生する崩壊や土石流については、雨水が集まりやすい凹地形を対象に勾配が急で、集水面積が大きい斜面が危険度が高いと判定されてきた。

しかし、地震の時には、むしろ凸地形の斜面が崩れやすく、勾配が急であることが崩れる大きな要因であることが分ってきた。つまり、降雨時に危険な斜面と地震時に危険な斜面は必ずしも同じではない。

ガイドラインは、従来認識が薄かった地震時に危険な斜面について、平時の調査、点検、地震後の対応やその留意点を解説するものであり、斜面近傍の住民、砂防ボランティアの方々を主な対象として記述されている。

（執筆には、社団法人砂防学会第26期研究開発部会の芸予地震土砂災害緊急調査団のメンバーが担当した。）

# 1 . 地震時に発生する土砂災害

落石と岩盤崩落

人工崖の変形（亀裂・崩壊）

表層崩壊

大規模な崩壊と地すべり

地震時に発生する土砂災害には、落石、岩盤の崩落、人工がけの変形（クラックの発生・崩壊など）、自然斜面の表層崩壊、比較的規模の大きい崩壊または地すべりが挙げられる。また、余震によって、本震で不安定になっていた斜面上の石が落下することや斜面が崩壊することがある。頻度は高くないが、特に成層火山では、地震時に大規模な崩壊が発生することもある。

## 落石

急崖や急勾配の斜面上にある石や岩盤の一部が地震動で落下する。もともと不安定な形態で存在していたものが多い。1995年の兵庫県南部地震や、2001年の芸予地震で多く見られた。また、余震でも落石・崩落は発生する。



国道432号を閉塞した落石（芸予地震，2001年3月）



斜面から転動した落石（芸予地震，2001年3月）

## 岩盤崩落

丈夫そうで安全に見える岩盤が、地震時に崩落することがある。地表からは見えないクラックなどの弱線にそって壊れるものと考えられる。

これらのクラックは、風化や応力解放等とともに岩盤中に形成された節理面の発達とも関係が深いと判断される。



六甲山山腹の岩盤崩壊（兵庫県南部地震，1995年2月）

## 人工がけの変形（クラックの発生・崩壊）

道路や住宅の人工がけは、地震時には崩れることがある。人工のがけは、盛土と切土に分けて見る必要がある。法面工などが施された切土は、比較的安定であるが、盛土は比較的危険と言える。

コンクリートを使っていない空石積みは地震時に壊れる可能性があり、すでにクラックやはらみ出しなどの変状がある場合には特にその可能性が高い。

しかし、城や寺の古いしっかりした石垣は地震時でも安定しているものも多い。

六甲登山道に現れた亀裂（兵庫県南部地震，1995年2月）



コンクリート面の亀裂

空石積擁壁の変形（芸予地震，2001年4月）



空石積擁壁の孕出し

## 自然斜面の表層崩壊

自然斜面の表層の土層厚さは約1～1.5m程度で，降雨時には，表層土の崩壊部全体が滑り落ち流動化して土石流となるケースもある。

一方，地震時には表層土砂のうち表面に近い部分のみが滑り落ちる場合が多く，斜面上に樹木が残っていることも多い。また，落石をきっかけとして発生する表層崩落も少なくないと推察される。

**山腹尾根に発生した崩壊（兵庫県南部地震，1995年2月）**



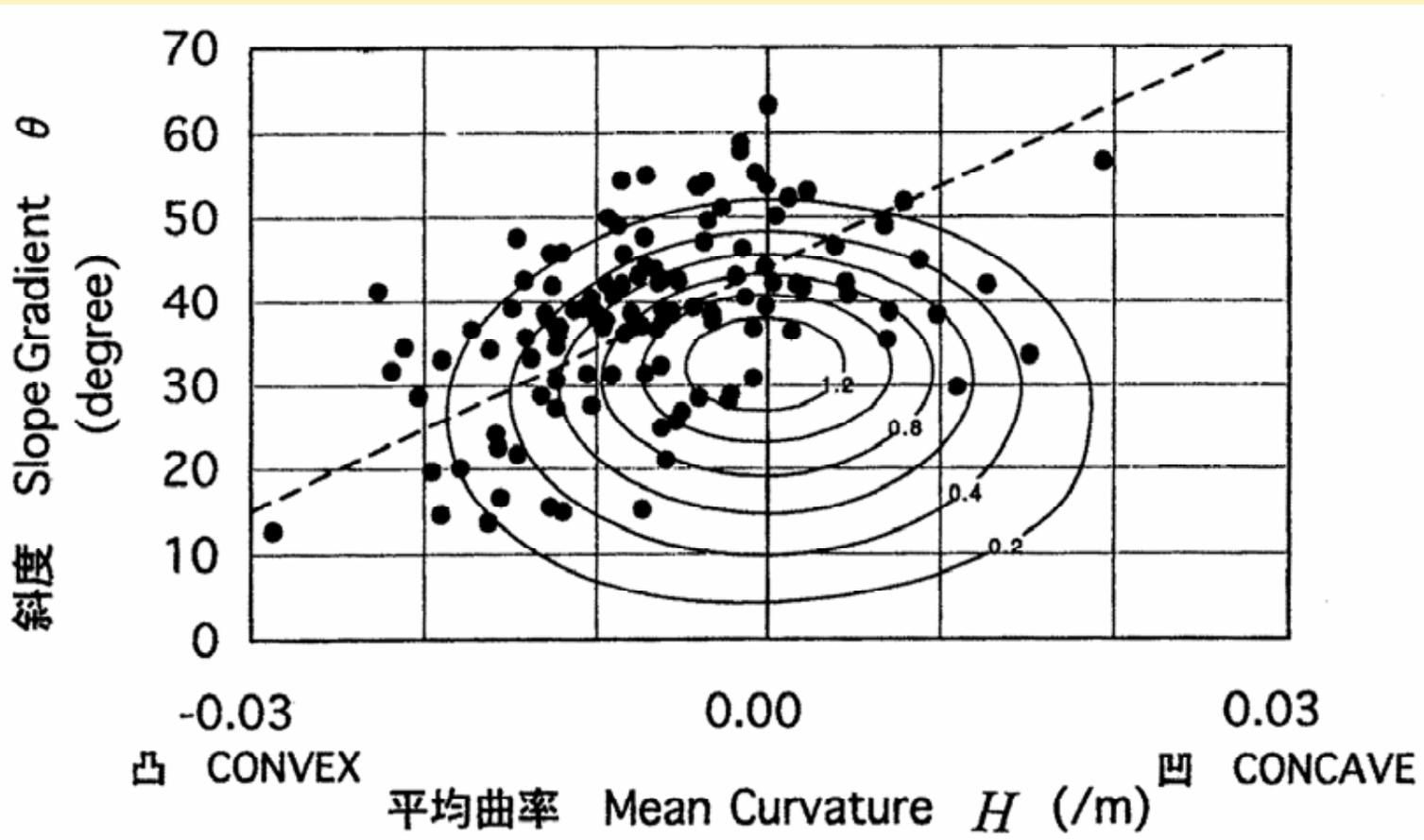
**山脚部の急傾斜面に発生した崩壊（兵庫県南部地震，1995年2月）**



### 斜面崩壊が発生した斜面の平均曲率とその傾斜の対比

(兵庫県南部地震, 対象域: 六甲東部山地) 黒点: 崩壊地, 等高線: 全斜面, 破線: 近似式

崩壊の発生は傾斜40~50度の斜面で多く, 凸型斜面に多く分布することがわかる。



## 大規模崩壊

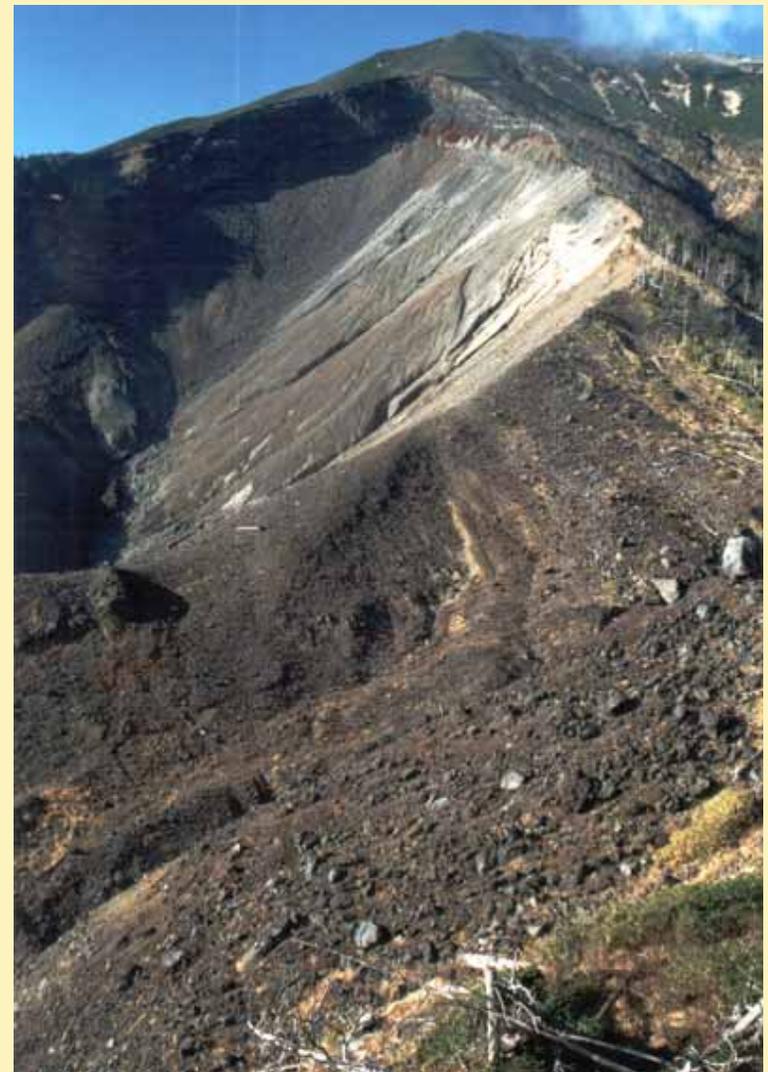
成層火山では規模の大きな崩壊が発生することがある。

地下水状況や崩壊土砂の特性あるいは崩壊形態によっては、崩壊土砂が流動性をもって長距離にわたり移動する場合がある。

長野県西部地震（1984年9月14日，M 6.8）では，御岳山の南東斜面で約3400万 $m^3$ 大規模崩壊が発生し，約14 kmにわたり流下し，王滝川合流点で河川を閉塞し天然ダムをつくった。



長距離にわたり流動化し王滝川に流出した崩壊土砂（長野県西部地震，王滝村役場農林建設課提供）



御嶽山南東斜面に発生した御岳崩れ（長野県西部地震，木曾郡王滝村，1998年11月）

## 2 . 地震後の土砂災害とその対応

地震で斜面には多くの**クラック**が入る。これらの一部は**地震後の降雨で崩壊**することがある。地震時に発生した崩壊の縁は不安定で、降雨によって侵食されたり崩れたりして**崩壊地が拡大**することがある。

また、地震時に崩壊した土砂で河道が塞ぎ止められ、**天然ダム**が**形成**されていたものが満水し越流する際に急激な侵食等が発生すると下流に洪水災害を引き起こすことがある。さらに、崩壊土砂が**降雨時に土石流として流出**することがある。地震で不安定になっていた**斜面が崩壊し土石流**となることもある。

## 斜面崩壊

地震時には斜面上部にクラックが生ずる場合が多く、そのいくつかは地震後の降雨で崩壊している。

クラックから雨水が浸入し土塊が不安定になることを防ぐため、クラックを土やモルタル等で埋めたり、ビニールシートなどでクラックを覆う応急処置が取られることが多い。

一方、地震時に発生した崩壊がその後の降雨で拡大する事例は少なくない。このような事例として兵庫県南部地震で発生した神戸市灘区鶴甲団地上流域の山腹崩壊が挙げられる。

雨水が亀裂に浸入するのを防止するシート覆い（芸予地震，2001年4月）



地震後の降雨により拡大した崩壊（兵庫県南部地震，1997年8月，国土交通省六甲砂防工事事務所提供）

## 天然ダムの決壊

地震時に発生した崩壊で河道が閉塞されて天然ダムが形成された場合、徐々に湛水し、満水して越水する。ただし、集水面積が小さい場合、浸透水と流入水がバランスして越水しない場合もある。

写真は、台湾921集集地震（1999年、M7.3、台湾）により濁水溪支流である清水溪上流の草嶺で発生した大規模崩壊とここを塞ぎ止めた天然ダムの様子を示したものである。写真の左側、草嶺山から崩落した約1億2000万 $m^3$ の土砂が清水溪流を塞ぎ止め、長さ約1500m、貯水量4600万 $m^3$ の塞止湖を形成した。



台湾集集地震で発生した草嶺大規模崩壊と天然ダム（台湾921集集地震，清水溪上流草嶺，2000年12月）

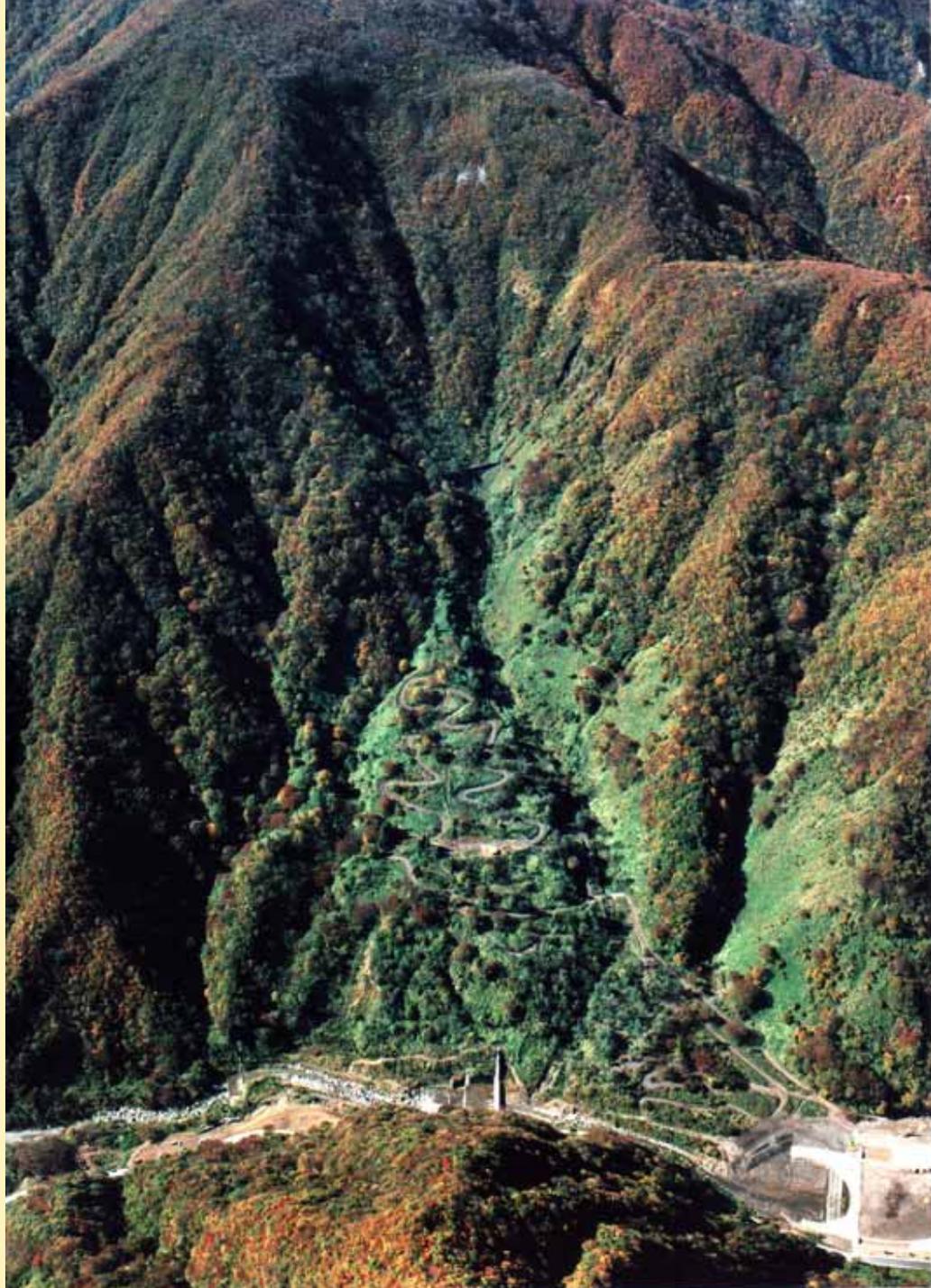
写真左側の草嶺山から崩壊した土砂が写真下方に約5 km流下した。上方に見えるのが崩壊土砂による塞止湖で，下方は越流した流水による湛水湖

## 大規模な崩壊の発生

地震から何年も経て、その影響範囲内で大規模な崩壊が発生すると、地震で山腹斜面が不安定になっていたと言われる（写真-2.6，例えば，岐阜県揖斐郡坂内村のナンノ崩壊は濃尾地震の4年後に豪雨で発生した大規模崩壊である）。岩盤斜面と土砂からなる斜面では，状況が異なると考えられるが，詳しく議論することは現状では難しい。

**ナンノの大崩壊（国土交通省越美山系工事事務所提供）**

**明治28年8月5日，坂内村ナンノ谷で大雨により崩壊土量約150万 $m^3$ の崩壊が発生した。**



# 3 . 地震時危険な斜面等の特徴と点検の留意点

## 急勾配の尾根部

遷急線付近から表層土砂が，崩落する可能性がある。

## 斜面上の石

地震時の振動により落石する可能性がある。落石した場合の被害有無について，斜面上や斜面末端に対策がなされている場合，防止可能か否かを判定する。

## 盛土斜面

宅地造成時に谷を埋めたり，土砂を撒き出した盛土斜面は，盛土部が滑ったり，盛土部が沈下して地山と盛土の境にクラックが入ったりする可能性がある。これは，造成前の古い地形図と現在の地形を比較するとわかる。また，古い造成地では，空石積石垣で地山と盛土の境界付近にクラックが入っている場合は地震時に崩壊する可能性がある。

## 過去の地震時に発生したと思われる崩壊の痕跡，地形

記録にない古い地震によって崩壊が発生した地形が残っている場合がある。その周辺で類似の現象が発生しそうな斜面がないか注意深く調べる。

## 斜面上のクラック

地震に限らず，豪雨によっても斜面にクラックが入る場合がある。この部分には雨水や流水が直接流れ込んで斜面が不安定になりやすい。



### 台湾南投縣の九九峰域の崩壊状況

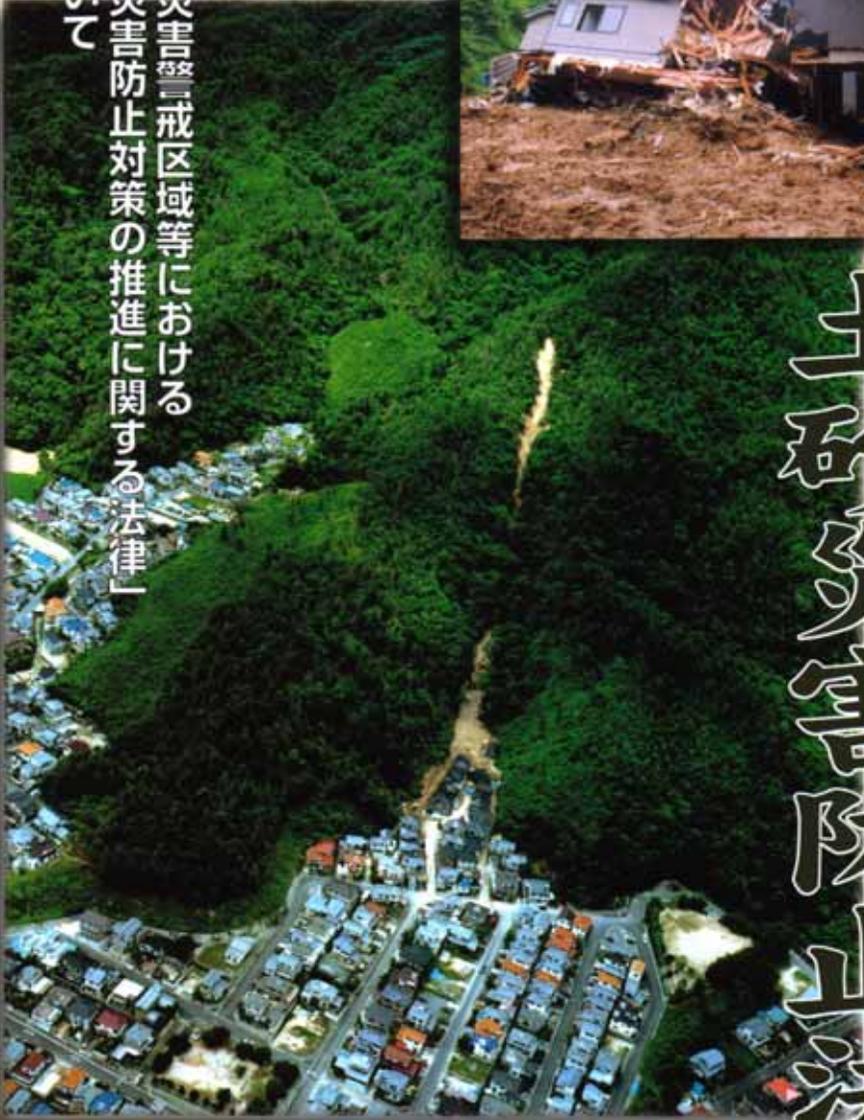
第四紀の礫岩で構成された急崖を有する地帯では、山頂部を中心に多発した表層崩壊によりハゲ山化した。



### ハゲ山化した九九峰地区の尾根

尾根一帯は地震により飛び出した多数の石礫がある。地震前も，松などは点在する程度で背丈の低い笹などにより被覆されていたという。

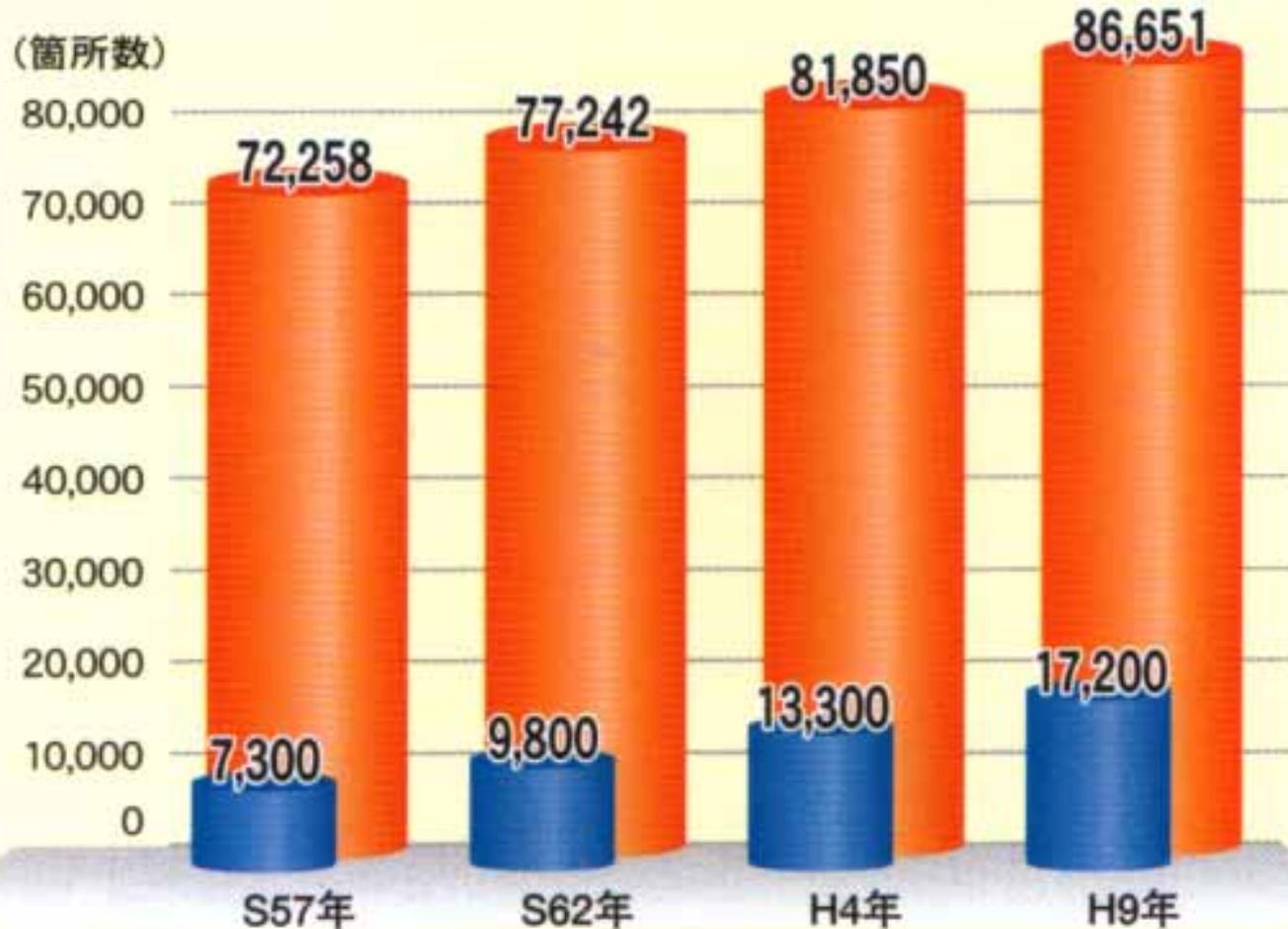
「土砂災害警戒区域等における  
土砂災害防止対策の推進に関する法律」  
について



# 土砂災害防止法

平成11年6月の6.29土砂災害  
(広島県)を契機に平成12  
年5月に成立

## ●急傾斜地崩壊危険箇所数と整備箇所数の推移



- 急傾斜地崩壊危険箇所**  
(傾斜度30度以上、斜面高さ5m以上の急傾斜地で5戸以上の家屋がある箇所)
- 整備済箇所**  
(崩壊防止施設などにより整備された箇所)

対象となる土砂災害：急傾斜地の崩壊、土石流、地滑り

## 土砂災害防止対策基本指針の作成 [国土交通大臣]

- ・土砂災害防止のための対策に関する基本的事項
- ・基礎調査に関する指針
- ・土砂災害特別警戒区域等の指定方針
- ・特別警戒区域内の建築物の移転等の方針

この法律は、  
豪雨による土砂災害を  
対象としている。

## 基礎調査の実施 [都道府県]

- ・土砂災害警戒区域及び土砂災害特別警戒区域指定等のための調査

## 土砂災害警戒区域の指定 [都道府県知事]

〈土砂災害のおそれがある区域〉

- 情報伝達、警戒避難体制の整備
- 警戒避難に関する事項の住民への周知

〈警戒避難体制〉

- ・市町村地域防災計画  
(災害対策基本法)

## 土砂災害特別警戒区域の指定 [都道府県知事]

〈建築物に損壊が生じ、住民に著しい危害が生じるおそれがある区域〉

- 特定の開発行為に対する許可制  
対象：住宅宅地分譲、社会福祉施設等のための開発行為
- 建築物の構造規制 (都市計画区域外も建築確認の対象)
- 土砂災害時に著しい損壊が生じる建築物に対する移転等の勧告
- 勧告による移転者への融資、資金の確保

〈建築物の構造規制〉

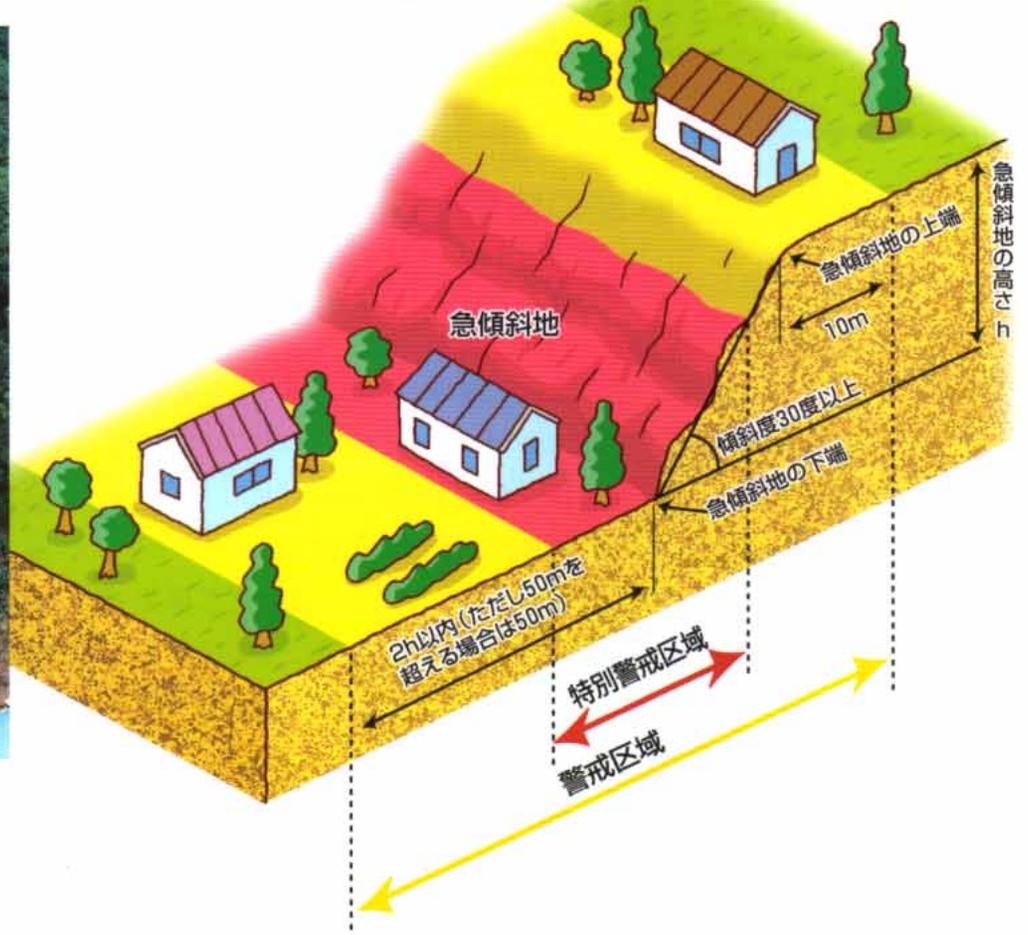
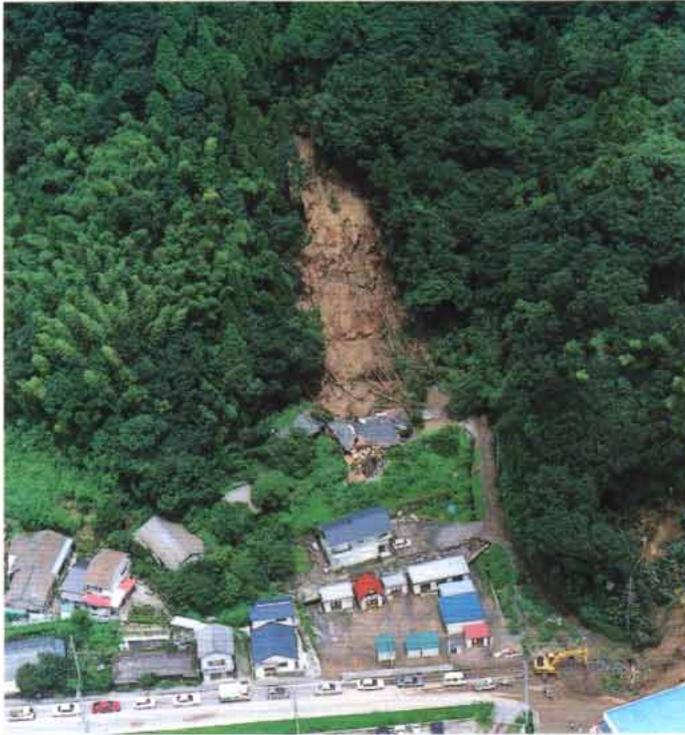
- ・居室を有する建築物の  
構造基準の設定  
(建築基準法)

〈移転支援〉

- ・住宅金融公庫融資等

# 急傾斜地の崩壊

※傾斜度が30度以上である土地が崩壊する自然現象



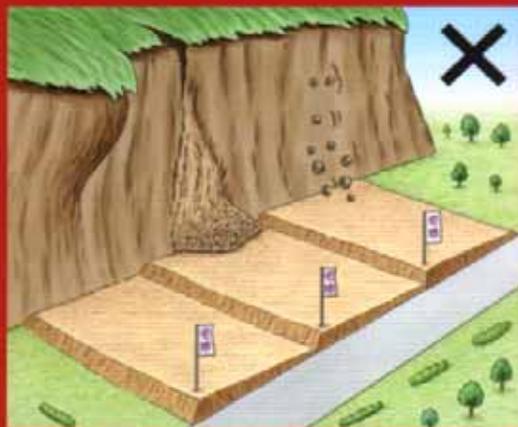
# 警戒区域では



## 警戒避難体制の整備

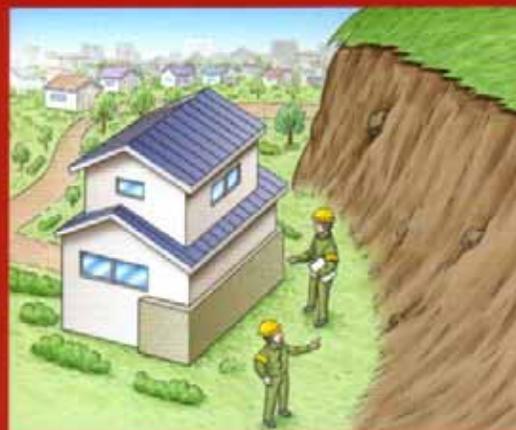
土砂災害から生命を守るため、災害情報の伝達や避難が早くできるように警戒避難体制の整備が図られます。【市町村】

# 特別警戒区域ではさらに



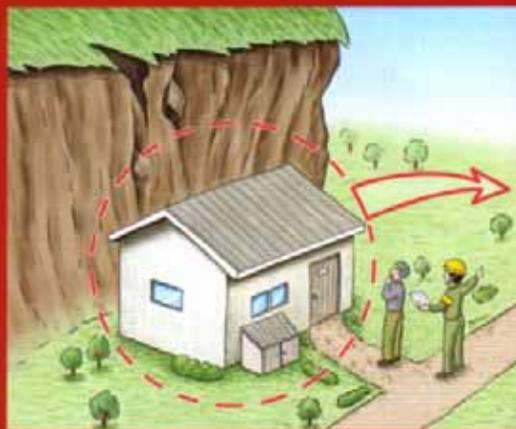
## 特定の開発行為に対する許可制

住宅宅地分譲や災害弱者関連施設の建築のための開発行為は、基準に従ったものに限って許可されます。【都道府県】



## 建築物の構造規制

居室を有する建築物は、作用すると想定される衝撃に対して建築物の構造が安全であるかどうか建築確認がされます。【建築主事を置く地方公共団体】

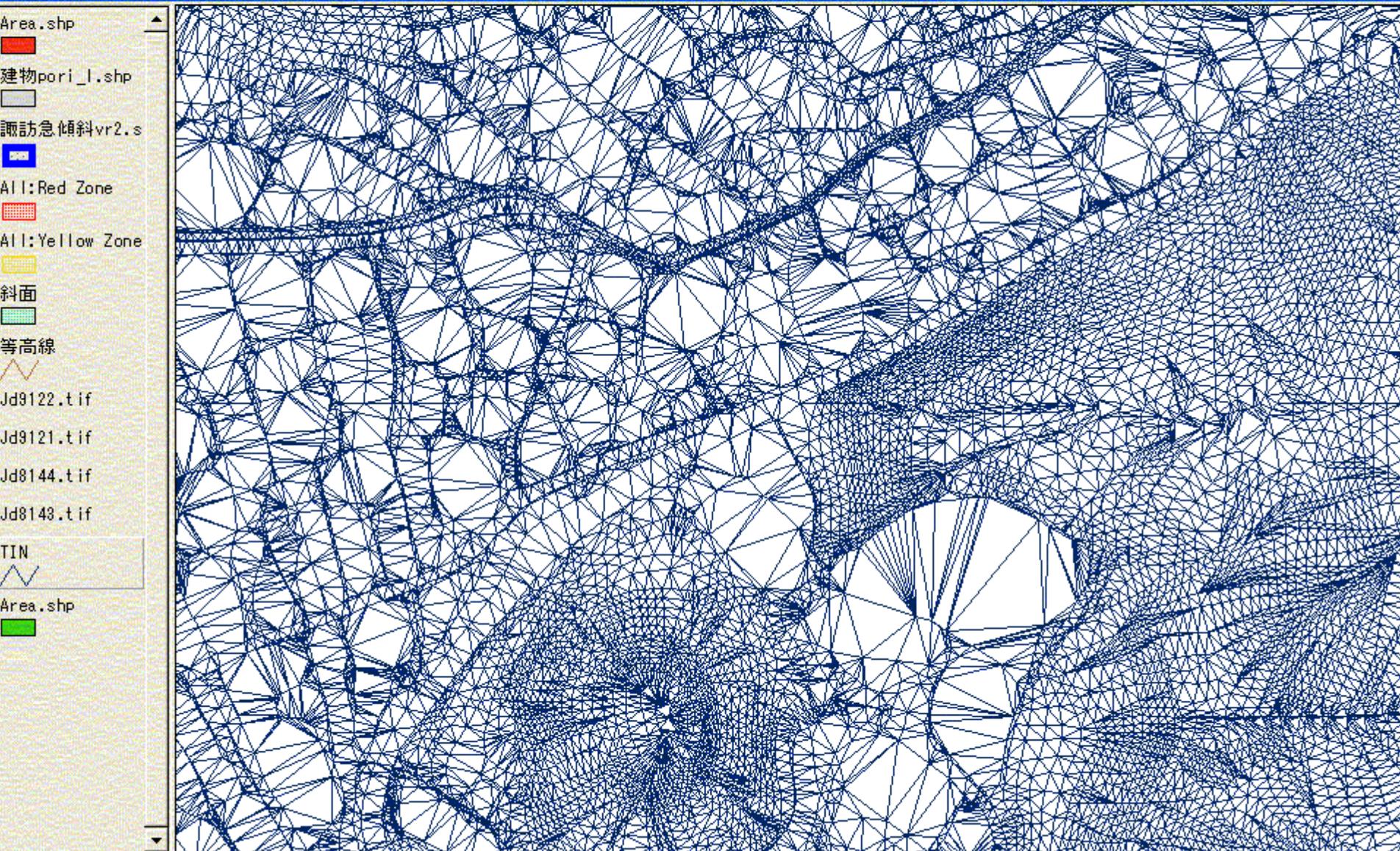


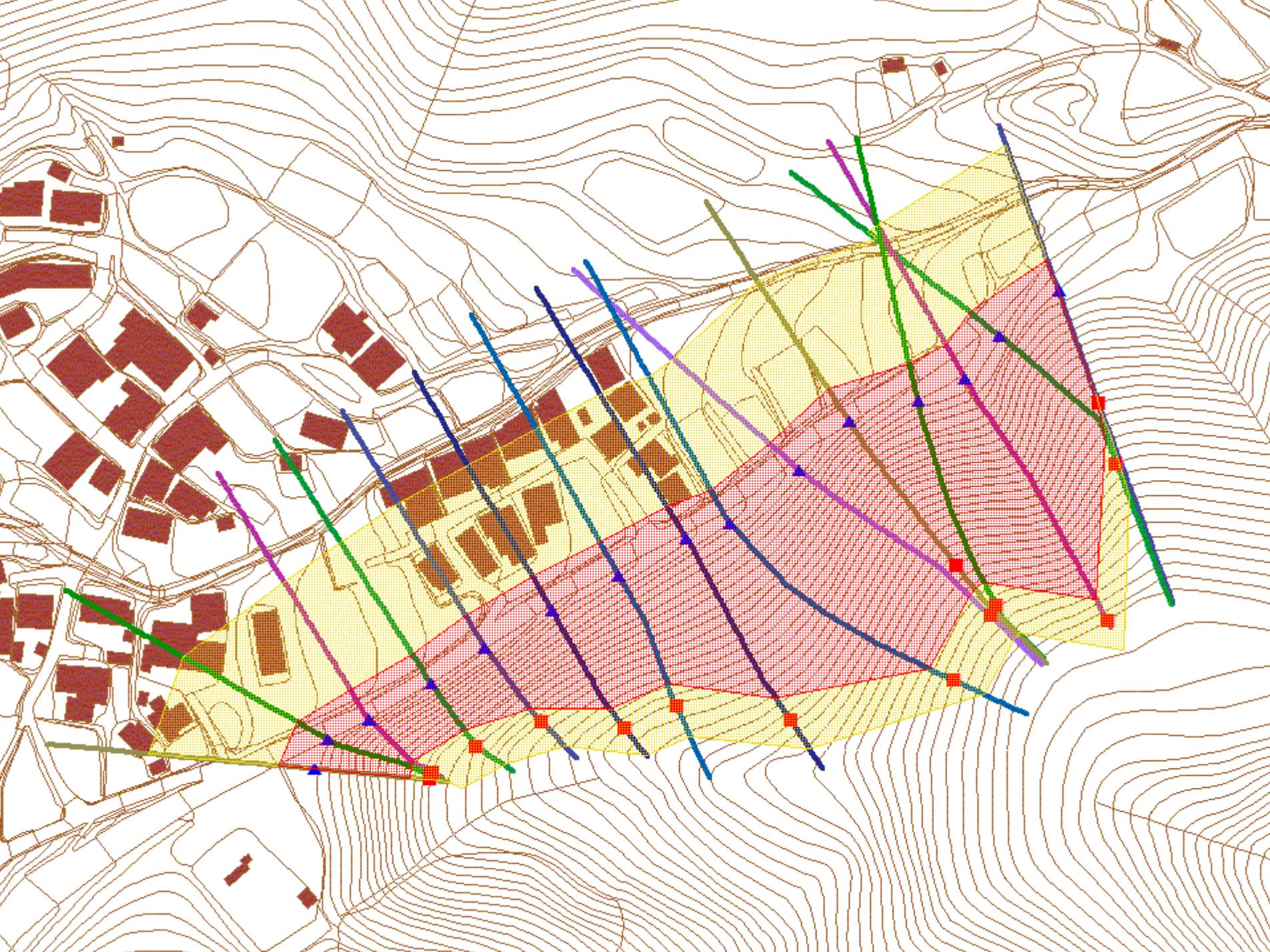
## 建築物の移転

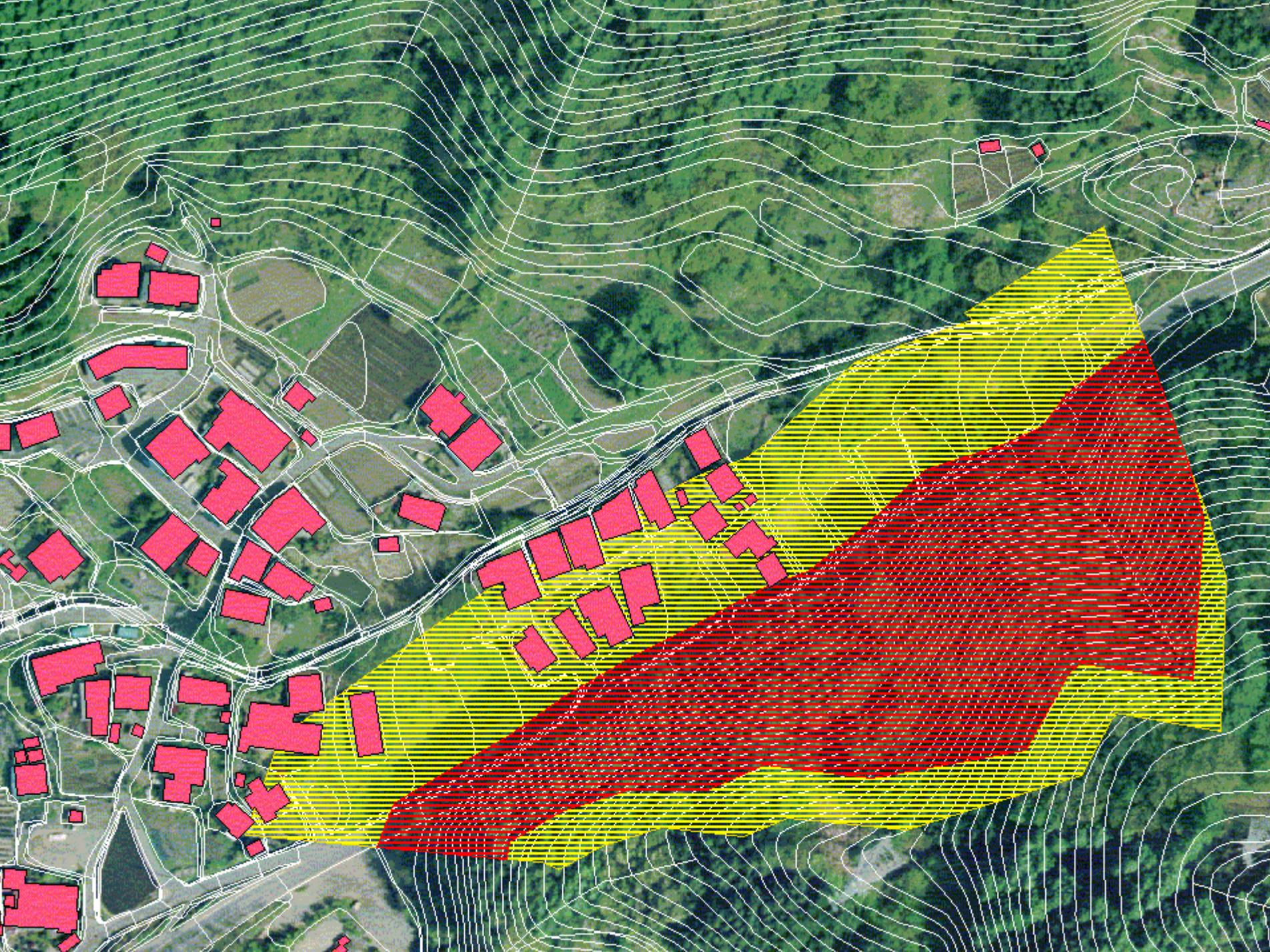
著しい損壊が生じるおそれのある建築物の所有者等に対し、移転等の勧告が図られます。【都道府県】



基図







# 急傾斜地の対策と景観、環境の保全





# 都市山麓グリーンベルト構想



六甲山系と麓に広がる市街地

# グリーンベルト範囲



- I : 砂防えん堤, 山腹工, 砂防設備たる樹林帯 (林相転換を目的) などの砂防本体事業
- II : 砂防事業者以外が行う林相転換などの手入れ作業 (基金や交付金の投入)
- III : 市町村上位計画に基づく他事業との連携を意識して、砂防部局が行う砂防附帯施設 (砂防事業費の投入もしくはアロケーション)
- IV : 市町村が行う関連事業

## グリーンベルト範囲

# グリーンベルトの効果

主に5つの機能と効果を目指しています。レクリエーション等

機能③  
環境の場の保全・創出

機能①  
土砂災害の防止

機能②  
無秩序な市街化防止

機能④  
緑豊かな都市景観の  
保全・創出

機能⑤  
生物多様性環境の保全

効果①  
生命・財産の保全  
(安心・安全)

効果⑤  
生物環境の保全

目的  
良好で永続的な  
都市環境の確保

効果②  
良質で快適な  
生活基盤の形成

効果④  
やすらぎ・うるおいの  
環境確保

効果③  
健全で健康な  
暮らしの環境

グリーンベルトの効果



生駒山系と麓に広がる市街地

# 地震時に危険な急傾斜地のハザードマップを作成する必要がある。

- まず、危険な場所を知らせる、危険な所に住んでいることを知る。(影響の及ぶ範囲も)
- 盛土の分布図
- 重要な公共施設、避難地・避難路に関わる場所からハード対策を行う。(南海, 東南海を対象には行われ始めている? 雨の危険箇所に対して?)