

講 座

「地域防災計画」のための調査(5)

今村遼平・足立勝治

5 防災アセスメントの実際

風水害に関する災害現象は(1)土砂災害と(2)水災害であり、おののの次に示す災害現象に対する土地の危険性を明かにし、地域防災計画をたてていきます。

1) 土砂の災害

- (1) 地すべり
- (2) 斜面崩壊
- (3) 土石流

2) 水災害

- (1) 内水災害
- (2) 外水災害
- (3) 高潮災害

風水害に対する基礎アセスメントは地形をベースに地盤条件を明かにすること、すなわち、土砂災害や水災害に対する土地のもつ潜在的な性質を明かにし、土地の安全性を評価することに重点がおかれます。一般的にみた土砂災害や水災害と地形との関係は表-1のようになり、災害の程度は表-2のようになるでしょう。このようなことから、土砂災害や水災害に対する危険度の予測も、地形をよく読むことが最も重要となります。

5. 2 土砂災害

5. 2. 1 地すべり

地域防災計画では、まず(1)地すべり防止区域（地すべり防止法他）や地すべり危険箇所など、法的に危険地域が設定されている地すべり地と、(2)その他の地すべりに分けて分布を明らかにし、図示していきます。

1) 国土保全事業によって指定された地すべり地の調査

治山事業・砂防事業・地すべり対策事業・農地保全整備事業などの国土保全事業で指定されている地すべり危険箇所は、表-3のようになります。

表-1 地形分類と受けやすい災害*

地 形		地 盤	地 盤 高	受けやすい災害の種類	利 用 上 の 注 意
山 地 斜 面	極・急斜	谷 型	やや不良	高 い 土石流、土砂崩壊	防災設備が必要
		屋根型	や や 良	高 い ほとんどなし	防災施設がほとんど必要なし
		直線型	やや不良	高 い 特別な場合に土砂崩壊	場合により防災設備必要
山 地 斜 面		緩斜谷型	や や 良	高 い 一般になし 上流部の状況により土石流	特別な場合以外はなし
		緩斜屋根型	良	高 い なし	特別な場合以外はなし
		緩斜直線型	や や 良	高 い ほとんどなし	特別な場合以外はなし
台 地 (段丘)	上 位 面		良	高 い ほとんどなし	水利条件に注意する
	中 位 面		良	高 い ほとんどなし	水利条件に注意する
	下 位 面		良	や や 高 い 特別な場合のみ冠水	水利条件に注意する
山麓堆積地形		大 部 分 良	か な り 高 い	特別な場合に土石流	場合により防災施設が必要
低 地 微 高 地	扇 状 地	大 部 分 良	や や 高 い	上流部の状況により土石流、河川洪水、一部で内水氾濫	場合により防災施設が必要
	自然堤防 砂州・砂堆	や や 良	や や 高 い	河川洪水、一部で内水氾濫、一部で高潮洪水	場合により防災施設が必要
	砂 丘	大 部 分 良	や や 高 い	ほとんどなし	場合により防災施設が必要
低 地 一 般 面	谷 底 平 野 氾 濫 平 野	や や 不 良	低 い	河川洪水、内水氾濫、一部で高潮洪水、一部で地震	一部で洪水、地震に対する防災施設が必要
	海 岸 平 野 三 角 洲	不 良	き わ め て 低 い	河川洪水、内水氾濫、高潮洪水、地震、地盤沈下等	洪水、地震、地盤沈下等に対する防災施設が必要
	後 背 低 地 旧 河 道	き わ め て 不 良	き わ め て 低 い	河川洪水、内水氾濫、高潮洪水、地震、地盤沈下等	洪水、地震、地盤沈下等に対する防災施設が必要
頻 水 地 形		き わ め て 不 良	き わ め て 低 い	河川洪水、内水氾濫、高潮洪水、地震、地盤沈下等	洪水、地震に対する防災施設が必要
人 工 地 形		工法によつ て異なる	工法によつ て異なる	工法によって異なる	場合により一定でない

(ただし、地盤高はその付近の河床との比高とする。)

*国土地理院：土地条件調査報告書（遠州地区）、1982

表-2 地形と災害条件

地形			水害に対する条件		土砂災害に対する条件		地盤災害に対する条件		
低地	低水敷		×	洪水(外水)氾濫がおきやすい(水質部は破堤しやすい)	○ ほとんど問題ない	△ 洪水氾濫にともなう土砂堆積があることがある	× 地震動が大きい 液状化の可能性もある	△ 地震動が大きい	
	高水敷 (旧高水敷含む)		△	洪水氾濫がおこることがある					
	旧河道 (旧河跡)		×	洪水氾濫や内水氾濫がおきやすい					
	氾濫平野	II	×	内水氾濫がおきやすい					
	谷底平野 など	I	△	谷底平野の合流点附近では内水氾濫がおきやすい					
平地	扇状地(沖積扇)		×	洪水氾濫がおきやすい	△	△ 地震動は大きい	△ 地震動が大きい	△ 地震動は大きい	
	扇状地(沖積錐)		△	洪水氾濫がおこることがある	×	土石流の氾濫堆積がおきやすい			
	段丘(低位) (一部侵食斜面を含む)		△	問題は少ない	△	問題は少ない	△	△ 地震動が大きい	
	台地	侵食凹地	△	問題は少ないが豪雨時に水が集中しやすい	△	△ 地震動は比較的小さく問題は少ない	○	△ 地震動は比較的小さく問題は少ない	
段丘		段丘面			○	ほとんど問題はない			
		段丘崖(緩)			△	問題は少ない			
		段丘崖(急)			×	豪雨時に崖崩れがおきやすい (一帯の崖下や崖上地は特に危険性あり)	△	△ 地震動は比較的小さいが、急崖は崩落しやすい	
屋根・山稜部		○	ほとんど問題はない	△	問題は少ない	○	△ 地震動は比較的小小さく、問題は少ない		
山地	中腹・山麓		×		×	斜面崩壊や地すべりが発生することがある	△	△ 地震動は比較的小さいが、斜面崩壊が発生することがある	
	谷あい		△	内水氾濫や洪水氾濫がおこることがある	×	土石流災害が発生することがある			

地 形			水害に対する条件		土砂災害に対する条件		地盤災害に対する条件	
人 工 地 盤	盛 土 地 (低 地 部)	△	破堤すれば冠水する ことがある	○	ほとんど問題はない	×	地震動が大きい、 液状化の可能性もある	
	埋 盛 土 地 (台 地 部)	○	ほとんど問題はない	△	問題は少ない	△	地震動がやや大きい。 地盤にクラックができやすい	
そ の 他	湧 水 地 点 ()は旧湧水地	○	ほとんど問題はない	×	旧崖部では豪雨時に 崖崩れをおこしやすい	×	地震動で、急崖部で は崩落しやすい	
	水 衡 部	×	増水時に側方侵食を 受けて破堤しやすい	○	問題はない	△	震動や液状化により 破堤することがある	

*一部下位面を含むが狭い

(注) ○: ほとんど問題のないところ

△: 問題の少ないところ

×: 問題のおきやすいところ

表-3 土砂災害危険箇所の整備状況（国土庁、1994）

土砂災害危険箇所	箇 所 数	4年度末整備率等
土石流危険渓流	79,318 渓流	約20%
地すべり危険箇所		
建設省所管分	11,042 か所	約20%
農林水産省所管分 (構造改善局分)	9,752 か所	
(林野庁分)	4,136 か所	着手率約41%
急傾斜地崩壊危険箇所	5,616 か所	着手率約54%
山腹崩壊危険箇所	81,850 か所	約22%
崩壊土砂流出危険地区	97,435 か所	着手率約30%
	101,623 か所	着手率約45%

(注) 土砂災害危険箇所の調査時期

土石流危険渓流 平成4年

地すべり危険箇所

建設省所管分 平成5年

農林水産省構造改善局所管分 平成3年

林野庁所管分 平成4年

急傾斜地崩壊危険箇所 平成4年
 山腹崩壊危険地区 平成4年
 崩壊土砂流失危険地区 平成4年

資料：農林水産省及び建設省調べ

これらのうち約9割程度が、地域防災計画などで住民に周知されています。（表-4）。

表-4 市町村における土砂災害危険箇所の周知状況（国土庁、1994）

土砂災害危険箇所	箇所数 ※
土石流危険渓流	71,499 か所
地すべり危険箇所	18,755
急傾斜地崩壊危険箇所	82,029
山地に起因する災害危険箇所	167,368

※市町村において地域防災計画等で明示している災害危険

箇所で法律指定の区域とそれ以外の危険箇所の計である。

資料：消防庁「地方防災行政の現況」（平成5年10月）

これらは次の部署のもつ資料によって調査し、「法的に指定された地すべり地」として、図示します。

- (1) 建設省分……………国土木部砂防課
- (2) 農林水産省（構造改善局）分……県農林水産部耕地整備課
- " (林野庁) 分……県農林水産部造林課

2) その他の地すべり地の調査

- (1) 空中写真判読による抽出

その他の地すべり地は、次のように空中写真判読（地すべり地の判読方法について

※武田裕幸・今村遼平（1976）、建設技術者のための空中写真判読、共立出版

日本測量調査技術協会（1984）、空中写真による地すべり調査の実際、鹿島出版会など

は、判読の専門書を参照してください)によって抽出し、現地調査を加味して危険度を評価します。

- (1) 既往の地すべり地を見落すことなく抽出し、その各々について移動ブロック区分を行います。
- (2) 抽出された地すべり地を現地で確認してその性状を正しく把握するとともに、その地質状況や湧水状況、構造物の変状の実態など、現地でないと観察できない事項を明確にします。
- (3) これらと保全対象の実状などをふまえて、各々の地すべりの「すべりやすさ」を評価します。

(2) 現地調査による実態の明確化

判読して抽出された地すべり地のうち、すべりやすさのランクの高い主な地すべり地あるいは、判読時に不明確であった地すべり地について現地でチェックします。そのほか、現地で明確にすべき点は次のような事項です。

- (1) 地形・地質状況：地すべり地の岩質・地質構造・風化程度、表層構成物の固結度・性状・厚さ・破碎と変質状況、地すべり地内とその周辺の地すべりに起因した微地形、背後地形の特徴など。
 - (2) 湧水：位置、量、にごりの有無など。
 - (3) 滑動履歴の聞き取り：滑動時期（年月）・速度・被害状況・移動こん跡・降雨との関係・井戸のにごりなど。
 - (4) 植生・土地利用の状況：地すべり地上の植生の種類・密度・樹高・土地利用などを、周辺部と比較しつつ把握しておきます。
 - (5) 地すべりの変動徵候：空中写真で判読した動きの確認作業のひとつとして、地すべりブロック中やその周辺部の建物・構造物等にあらわれた変状の徵候（表-5）を明かにします。
- ## (3) 地すべりの危険度評価（すべりやすさのランク区分）

空中写真判読で抽出された各々の地すべり地が、すべりやすいものかどうか（危険度）をランク区分しておくことが大切です。ランク区分はあくまでも技術者の経験と主觀にもとづきますが、次のステップをふんで行うのがいいでしょう。

(1) 写真判読したかぎりでのすべりやすさのランク区分を、次のように3～4区分します。

ランクA：非常にすべりやすい

ランクB：かなりすべりやすい

ランクC：現状ではかなり安定

ランクD：現状では安定

(2) 上述した現地調査でチェックした現地情報を加味して、ランク区分を修正します。

写真判読による地すべり地の「すべりやすさ」のランク区分の目安は、表-6のとおりです。同じ判読にもとづく主観的なランク区分も、表-7のような手法も考えられます。表-8は建設省における採点方式の例（大工原、1974）です。

表-5 建物・構造物等の地すべりによる変動状況（今村、1984）

建物・構造物	変動・変状・破壊の状況	
建 物	①壁にクラックの発生 ②壁の剥落 ③床下やタタキにクラックや段差（落差）の形成 ④建物の傾動 ⑤建物の土台（地盤）に段差	
擁 土 止 壁	①縦方向クラックの形成 ②縦方向段差の形成 ③水平方向クラックの形成 ④水平方向段差の形成 ⑤壁面全体の傾動（脚部の動く方向が地すべりの動きの方向） ⑥壁面全体の沈下	
側 溝	①横断方向にクラック形成 ②横断方向に段差形成 ③側溝の圧損*	
道 路	①路面がある幅にわたって帯状に隆起もしくは沈降（起伏形成） ②路面横断方向にクラック形成 ③切土のり面にクラック形成 ④路面の水平移動（線形のはらみ出し） ⑤切土のり面から湧水 ⑥山側端部舗装のもり上り	
ト ネ ネ ル	①横断方向にクラック形成 ②横断方向に段差（落差）形成 ③側溝の圧損 ④水路トンネルからの水もれ	
	} 圧縮によるもの } (地すべり末端付近に多い) } 圧縮によるもの } (地すべり先端付近に多い)	

建物・構造物	変動・変状・破壊の状況
電柱	①電線の弛緩——地盤の圧縮による（地すべり末端部に多い） ②電線の緊張——地盤の引張による（地すべり頭部に多い） ③電柱の傾動——ふつう地すべりの移動方向と反対に傾動
耕地	①棚田の分布 ②畦畔にクラック ③畦畔の移動 ④水田の傾斜 ⑤湧水田 ⑥水ぬけ田 ⑦荒地化 ⑧ヨシ等湿生植物の侵入
井戸	①井戸にクラック形成 ②井戸の切断 ③井戸の傾動 ④地下水位の変動（急増や急減） ⑤井戸水の濁り（白濁、赤褐色、臭気）
その他	①砂防ダムの袖部にクラック形成 ②砂防ダムの破損 ③溜池の減水 ④墓石の傾動 ⑤用水の濁り ⑥局地的降起・陥没

・寒い地方では、凍土によって側溝が圧損をうけることがあるので、注意を要する。

表-6 写真判読による地すべりのすべりやすさランク区分の目安
(武田・今村、1976にもとづく)

地形的な条件	地質的な条件
① 明瞭な地すべり地形を示すものは、不明瞭なものよりもすべりやすい ② 山腹傾斜が急なものは、緩いものよりもすべりやすい ③ 地すべりの平面形が舌状で末広がりのものは、紡錘形で末端部が閉じたものよりもすべりやすい ④ 地すべりブロックが上下に重複・連続して分布する場合、下位のものよりすべりやすい ⑤ 溪・河岸に位置する場合、攻撃斜面（水衝部の斜面）のものは滑走斜面*のものよりもすべりやすい ⑥ 地すべり地内あるいは周辺部に崩壊地がある場合は、ないものよりもすべりやすい	① 流れ盤側の傾斜に位置する地すべりは受け盤のものよりもすべりやすい ② 地すべり地内およびその周辺部に断層や破碎帯が分布するものは、ないものよりもすべりやすい ③ 破碎や風化・変質の著しい岩盤上の地すべりは、健岩のものよりもすべりやすい
植生的な条件	
	① 植生の被覆状況が不均一でうすい場合草生地や灌木地などで密なものよりもすべりやすい ② 水田などに人口改変されているものは自然斜面のものよりもすべりやすい ③ 竹林など水とかかわりのある植生がみられるものは、そうでないものよりもすべりやすい

表-7 判読によるすべりやすさ判定のための得点配分例（今村・中筋、1984）

条件	判 定 要 因	点数	備 考
地 形	分布位置 渓・河岸の攻撃斜面部	2	
	それ以外の渓・河岸	1	
	山腹	0	
	分布斜面の勾配 急 $>\theta$	2	θ は地質によってかえる
		0	△ ◇ □
	地すべりの形状 末広がり(舌状)	2	
		1	
	水理地形 集水地形	2	凹型斜面
	平行、尾根、複合	0	
	滑落崖の状況 明瞭で亀裂がみえる	2	
		1	
		0	
地 質	岩種(岩相) 崖錐・地すべり土塊	2	
		1	
		0	
	成層状況 流れ盤	2	
		0	
	割目系 明確な断層あり	2	
		1	
		0	
	温泉変質 あり(写真上で白っぽい)	2	
		1	
植生土地利用など	棚田(千枚田)、伐採跡地	2	
	それ以外	0	

ランクA(危険度大) ; 15点以上

ランクB ; 10~14

ランクC ; 5~9

ランクD(危険度小) ; 4点以下

表-8 採点方式による地すべりの危険度評価方法（大工原、1974）

項目	得点
① 地すべり地帯（指定地、危険区域等）に位置する	1点
② 過去に地すべり災害を受けた地域	1点
③ 周辺構造物（道路、家屋等）に変状がある	3点
④ 陥没、隆起、きれつ、崩壊等の現象のあるもの	4点
⑤ 断層、破碎帶の確認できるもの、地山の風化・変質の強いもの	1点
⑥ 流れ盤構造の確認できるもの	1点
⑦ 溝水しやすい地形をなす	1点
⑧ 集水しやすい地形をなす	1点
⑨ 空中写真により地すべり地形が明瞭に識別できるもの	2点
上記区分による採点合計についてA、B、Cに区分する	
採点区分	5点以上…………… A（危険度大）
	4点・3点…………… B（〃 中）
	2点以下…………… C（〃 小）

5. 2. 2 斜面崩壊

1) 斜面崩壊のタイプ

「斜面崩壊」とひと口にいっても①自然斜面と②人工斜面（切土のり面）のちがいがあるし、自然斜面についていっても次のようなタイプ（図-1）があって、崩れの素因や崩れ方、影響域などがそれぞれにちがいます。

- (1)豪雨型（表層滑落型）崩壊
 - (2)岩盤型崩壊
 - (3)大規模崩壊（地すべり性崩壊）
 - (4)巨大崩壊
 - (5)崖崩れ（表-9）
- } ○印が地域防災の対象となる
と思われます。



図-1 崩壊地の分類（ただし巨大崩壊を除く）

表-9は崖崩れのタイプを分類したものです。

表-9 崖崩れのタイプ分類

種類	解説	模式図	代表地質
(I) 土砂の崩落	斜面上のオーバーハンギング状を呈する部分が崩落する。		シラス、段丘砂礫層、崩積土、火山碎屑物
(II) 岩の崩落	亀裂や節理に富んだ岩が崩落する。		中・古生層、火成岩
(III) 土砂の崩落	表土が崩壊する時には下層の強風化岩層を含んで滑落する。湧水が誘因となることが多い。		岩盤上に崖すい層、崩積土、砂礫、火山灰土などが厚く堆積している場合
(IV) 岩の滑落	流れ盤構造や、岩盤中の割れ目(節理、小断層、薄層)に沿って岩が滑落する。後者の場合、くさび状の崩壊も多い。		流れ盤構造を有する岩(互層、結晶片岩、粘板岩など)、層理・片理・節理等の発達した岩(粘板岩、結晶片岩、花崗岩、流紋岩、安山岩、チャートなど)
(V) その他落石等	岩石が個々に分かれて崩落する。		亀裂の多い岩、段丘礫層など

しかし、わが国における豪雨時の集中的な斜面崩壊に対する防災を念頭においた地域防災という点からみると、

- (1) 山腹斜面での①豪雨型崩壊や②岩盤型崩壊と
- (2) 人里での台地周辺や山脚部の急傾斜地・崖地での崖崩れ

などのタイプを対象にすればよいと思われます。

2) 急傾斜地法にもとづく“崖崩れ危険地”についての留意点

昭和44年に制定された「急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律」は、総合的な急傾斜地対策（崖崩れ対策）をおこなうためのものです。この法律が実際に適用される区域には、次のような基準がもうけられています。

- (1) 急傾斜地の高さが5m以上のもの。
- (2) 地平面と角度が30°以上あるもの
- (3) 斜面上部または下部に人家が5戸以上あること。
- (4) 官公署・学校・病院・駅・旅館等のある場合は、5戸未満であっても該当する。

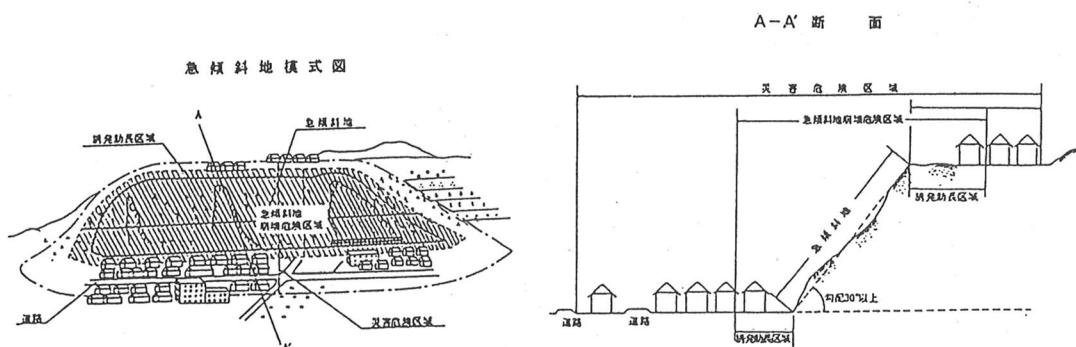


図-2 急傾斜地法の適用範囲

このうち、急崖の下では崖の下端から崖の高さの2倍程度、崖の上では上端から崖の高さ程度を「急傾斜地崩壊危険区域」（おおむね50mを限度とする）としています。しかしこの数値が明確に示されているわけではありません。（行政上では数値は意識的に外されています）。また、この指定では図-2に示すように危険区域を一括指定するだけであって、この地区内をさらに危険度をランクによって細区分するものではありません。このような急傾斜地法にもとづく指定地（「急傾斜地崩壊危険箇所」）が1992年末で全国に81,850箇所あり、その22%は未整備状態にあるようです。（表-4）。

3) 全国の急傾斜地崩壊の危険度ランクの区分

指定・未指定にかかわらず、建設省では全国に分布する急傾斜地崩壊の危険度（ただし、保全対象が5戸以上）を「急傾斜地崩壊危険箇所点検要領」にもとづく表-10の基準にしたがって点数づけし、崩壊の危険度をA、B、Cにランク区分しています。昭和62年まではこのような「点数法」が用いられましたが、平成4年から新たに「ファジー理論による方法」によってランク区分しています。

これらは市町村の地域防災計画等で明示している災害危険箇所で、法律指定区域とそれ以外の危険箇所の合計が、82,029箇所あります（1993. 消防庁「地方防災行政の現況」による）。これらの資料は、各々の市町村で入手します。

表-10 急傾斜地崩壊危険区域危険度判定基準

(a) 判定要因ごとの点数配分

要 因	点 数		備 考
	自然斜面	人工斜面	
1 高さ 10m以上 10m未満	7 3	7 3	
2 傾斜度 45°以上 45°未満	1 0	1 0	
3 オーバハング 有 無	3 0	3 0	
4 表上の厚さ 0.5m以上 0.5m以下	1 0	1 0	
5 湧水など 有 無	1 0	1 0	
6 周辺の崩壊 有 無	3 0	3 0	
7 急傾斜地崩壊防止工事の技術的基準 満不満足	0	0	3
8 構造物の異常 有 無		3 0	

注：人為的工事によって各要因による危険が消滅しているものについては、
その要因をないものとし0点とする。

(b) 急傾斜地危険度採点区分

ランク	点 数		備 考
	自然 斜 面	人 工 斜 面	
A	9 点 以 上	15 点 以 上	危険度 大
B	6 点~8 点	9 点~14 点	" 中
C	5 点 以 下	8 点 以 下	" 小

4) 崖地の危険度評価

市町村の地域防災計画における“崖崩れ”の危険度の評価手法はとくに決められていないわけではないので、現実的には前述した急傾斜地法にもとづく状態を基本に、たとえば次のような地域防災計画独自の基準をもうけてランク区分し、評価しているのが実態です。(その手法は担当コンサルタントの提案にもとづくものが多いようです)。

- | | |
|--|--------|
| (1) 急傾斜地法にもとづく既往の“指定地” | …ランク A |
| (2) 指定はされていないが、指定地と同等の条件をそなえ、崖面からの地下水湧出も多いところで、市町村として「急傾斜地崩壊危険箇所」としてあげておきたいところ | …ランク B |
| (3) 勾配30°以上だが、高さが5m未満のところ、あるいは高さは5m以上だが斜面勾配が30°未満のところ | …ランク C |

図表として表示するときは、急傾斜面をA、B、Cのランクごとに色わけ(A:赤、B:オレンジ、C:黄など)することはありますが、崖上下の危険域をZoneで明示することはないのが実情です。(自治体は示したがらない)。

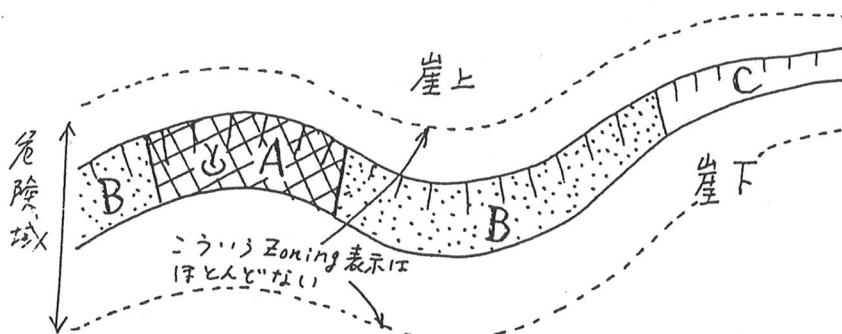


図-3 地域防災計画での崖崩れ危険地の評価

5) 山地斜面の危険度評価

山地斜面の危険度評価は難しいが、土地条件図の地形分類における斜面区分と崩壊危険との関係は、ほぼ表-11のようになり、この方式にもとづいて作成した評価図を図-4に示します。

ただ、山地地域は広域にわたることが多いこと、居住地から離れていて地域防災上の危険性は低いことなどのために、居住地から離れた山地は除外して計画されることもしばしばあります。

(アジア航測株)

表-11 斜面区分と崩壊危険度（自治省消防庁、1988）

斜面傾斜	屋根型	谷型	直線型その他	
0°～20° 緩斜面	C	B	B	危険度 A：大 B：中 C：小
20°～35° 急斜面	B	A	A	
35°以上 極急斜面	A	A	A	

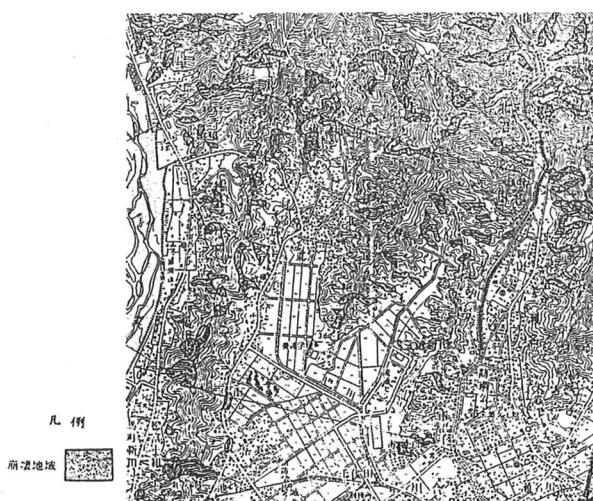


図-4 危険度評価図の例（国土地理院、1982）