

# 香川県地震・津波被害想定調査 の概要

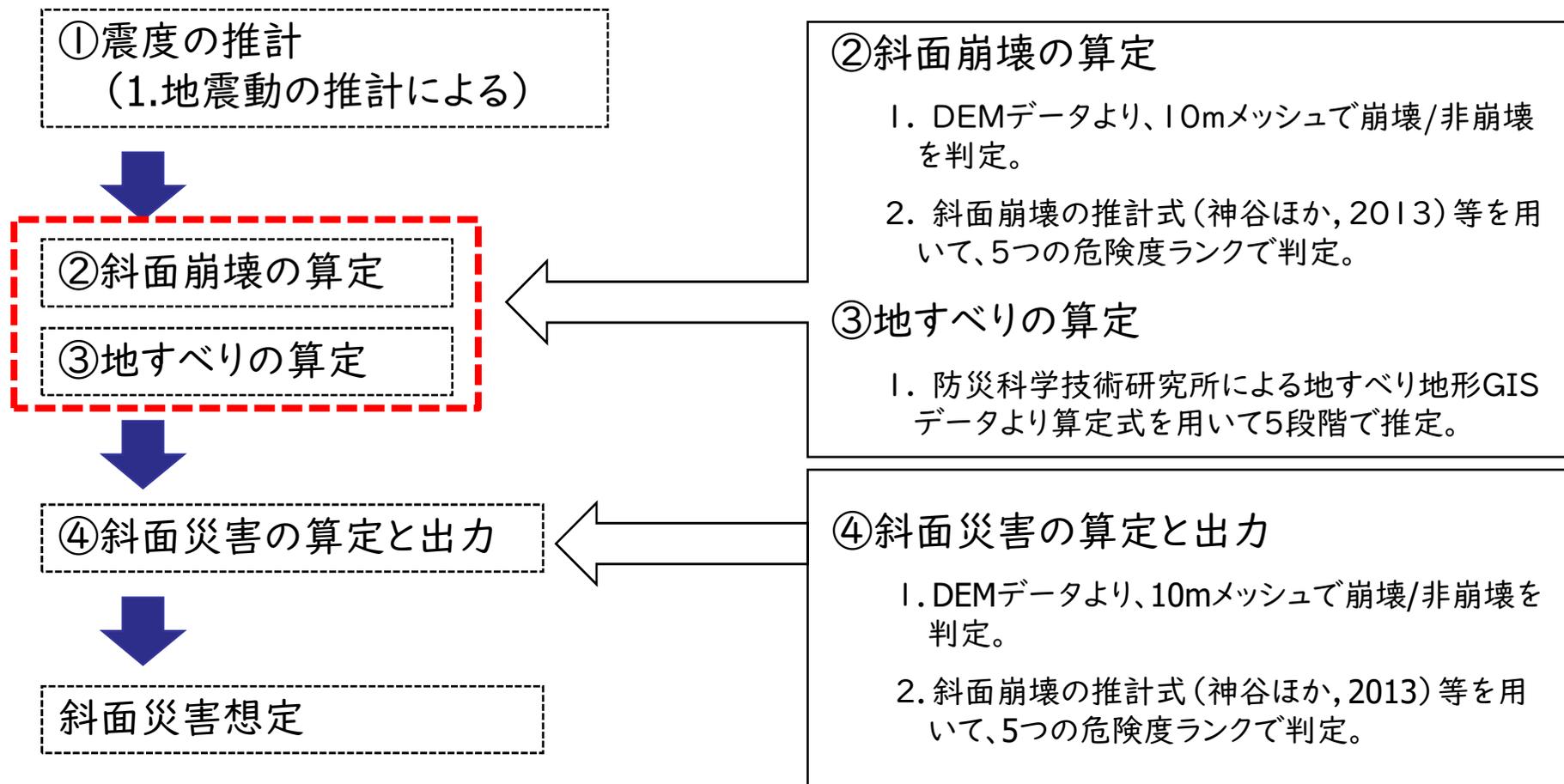
## 4. 土砂災害の推計



# 4. 土砂災害の推計

## ○検討方法

- 土砂災害の推計は、国土地理院地震時地盤災害推計システム(SGDAS)の手法(中埜・大野(2021))に基づき実施する。
- また、前回調査と同様に急傾斜地崩壊による建物被害についても算定を行う。



# 4-1. 計算条件の設定

## ○震度の推計

「1. 地震動の推計」に示した想定地震を対象に、予測された地表震度を用いる。

### 【概要】

- 最大加速度を用いる場合は、震度と加速度の関係式を用いて計算する。

## ○斜面崩壊の算定

修正六甲式と呼ばれる斜面崩壊危険度算定の手法により危険度を判定する。

### 【概要】

- DEMデータをもとに10mメッシュ単位で崩壊/非崩壊を「修正六甲式」により判定し、これを積算して250m(一部50m)メッシュごとの危険度を0~4の5段階で判定する。
- 修正六甲式は、兵庫県南部地震時(阪神淡路大震災時)の六甲地域における斜面崩壊のデータから斜面崩壊の発生可能性を算定した推計式(六甲式)を改良したものである。
- 脆弱な地質については、神谷他(2013)が作成したモデルに基づき、斜面崩壊の危険度を1ランク高くする。

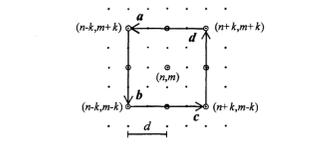


図-5 傾度の計算に用いた節点配置  
(n, m) は節点の座標番号。黒点は節点の位置。白点は近傍節点。d は近傍節点との距離。k はそのメッシュ数(この図の場合は2)。a, b, c, d は近傍節点同士を結ぶベクトル。

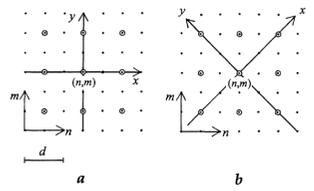


図-6 平均曲率の計算に用いた節点配置  
記号は図-5と同じ。

傾度  $\theta$  は、図-5に示すように、対象節点を取り囲む4つの節点の標高値から算出した。具体的には、この4節点を2つの3角形に分けて、それぞれの3角形の単位法線ベクトルを計算し、その平均を斜面の法線ベクトルとみなした。この法線ベクトルが鉛直方向となす角が、傾度である。すなわち、

$$\theta = \cos^{-1} \left[ \frac{(\mathbf{a} \times \mathbf{b} + \mathbf{c} \times \mathbf{d}) \cdot \mathbf{e}_z}{|\mathbf{a} \times \mathbf{b} + \mathbf{c} \times \mathbf{d}|} \right] \dots\dots\dots(2)$$

$\theta$ : 傾度 (度)  
 $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}, \mathbf{d}$ : 4節点を結ぶベクトル (図-5参照)  
 $\mathbf{e}_z$ : 鉛直上向き単位ベクトル  
 平均曲率  $H$  は、次の式によって、斜面の一階微分量と二階微分量から計算できる。

$$H = \frac{h_{xx}(1+h_y^2) + h_{yy}(1+h_x^2) - 2h_{xy}h_xh_y}{2(1+h_x^2+h_y^2)}$$

$$h_x = \frac{\partial h}{\partial x}, h_y = \frac{\partial h}{\partial y}, h_{xx} = \frac{\partial^2 h}{\partial x^2}, h_{yy} = \frac{\partial^2 h}{\partial y^2},$$

$$h_{xy} = \frac{\partial^2 h}{\partial x \partial y} \dots\dots\dots(3)$$

実際の計算においては、精度を高めるために、図-6 a, bに示すような2通りの節点配置で各微分量を計算し、それぞれの結果で  $H$  を求め、それを平均した。 $h(n, m)$  を節点  $(n, m)$  における標高値、 $d$  を近傍節点との距離、 $k$  を近傍節点との間のメッシュ数として、図-6 aの節点配置では、各微分量は、

$$\frac{\partial h}{\partial x} = \frac{h(n+k, m) - h(n-k, m)}{2d}$$

$$\frac{\partial h}{\partial y} = \frac{h(n, m+k) - h(n, m-k)}{2d}$$

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = \frac{h(n+k, m) - 2h(n, m) + h(n-k, m)}{d^2}$$

$$\frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = \frac{h(n, m+k) - 2h(n, m) + h(n, m-k)}{d^2}$$

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x \partial y} = \frac{1}{4d^2} (h(n+k, m+k) - h(n-k, m+k) - h(n+k, m-k) + h(n-k, m-k)) \dots\dots\dots(4)$$

となり、図-6 bの節点配置では、

$$\frac{\partial h}{\partial x} = \frac{h(n+k, m+k) - h(n-k, m-k)}{2\sqrt{2}d}$$

$$\frac{\partial h}{\partial y} = \frac{h(n-k, m+k) - h(n+k, m-k)}{2\sqrt{2}d}$$

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = \frac{h(n+k, m+k) - 2h(n, m) + h(n-k, m-k)}{2d^2}$$

$$\frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = \frac{h(n-k, m+k) - 2h(n, m) + h(n+k, m-k)}{2d^2}$$

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x \partial y} = \frac{h(n, m+k) - h(n-k, m) - h(n+k, m) + h(n, m-k)}{2d^2} \dots\dots\dots(5)$$

となる。

斜面崩壊の算定における  
傾度、曲率の計算方法(西田他(1997))

修正六甲式による手法における  
危険度ランク(中埜他(2013))

危険度ランク	0(小)	1	2	3	4(大)
$G_1$ の平均値	0.0~0.2	0.2~0.4	0.4~0.8	0.8~1.6	1.6~

## 4-2. 計算条件

### ○地すべりの算定

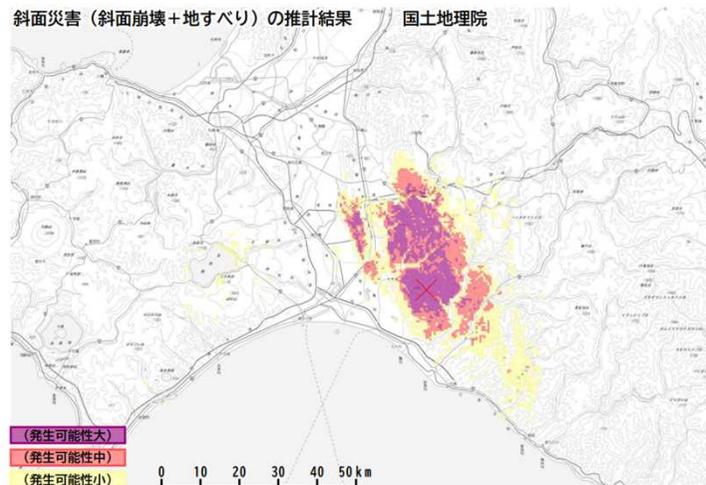
防災科学技術研究所の地すべりデータベースによる地すべり面積率をもとに、250mメッシュごとの危険度を判定する。

#### 【概要】

- メッシュ内のすべり地形の占める面積と算定式によって、メッシュごとの地すべり発生可能性を判定する。

### ○斜面災害の算定と出力

想定地震における斜面崩壊と地すべりの発生可能性を斜面災害の発生可能性として算定する。



国土地理院地震時地盤災害推計システム(SGDAS)の手法による胆振地方中東部を震源とする地震による斜面災害の発生可能性推計結果(国土地理院資料より抜粋)

# 土砂災害の推計について

新規箇所  
更新箇所

項目		H26年公表時	今回
想定地震		タイプの異なる4つの地震を想定 ① 南海トラフの最大クラスの地震(L2) ② 南海トラフの発生頻度の高い地震(L1) ③ 長尾断層で発生する地震 ④ 中央構造線で発生する地震	タイプの異なる4つの地震を想定 ① 南海トラフの最大クラスの地震(L2) ② 南海トラフの発生頻度の高い地震(L1) 過去に発生した地震と「半割れ(西側、東側)」地震を臨時情報を踏まえて設定 ③ 長尾断層で発生する地震 ④ 中央構造線で発生する地震
推計手法	土砂災害発生可能性		国土地理院地震時地盤災害推計システム(SGDAS)の手法(中埜・大野(2021))に基づき実施
	急傾斜地崩壊	急傾斜地崩壊危険箇所の耐震性危険度ランクと、震度階より急傾斜地崩壊の地震時危険度ランクを算出	同左
推計結果		急傾斜地崩壊による建物被害	同左 土砂災害発生可能性マップ