

ISSN 1346-7328  
国総研資料第 511 号  
平成 21 年 1 月

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No. 511

January 2009

地震時の急傾斜地崩壊危険箇所危険度評価マニュアル（案）  
（個別箇所における危険度評価手法）に関する研究

小山内 信智  
秋山 一弥  
松下 智祥

A study on manual for risk assessment of the danger of steep slope failure at earthquakes.

Nobutomo OSANAI  
Kazuya AKIYAMA  
Tomoaki MATSUSHITA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

地震時の急傾斜地崩壊危険箇所危険度評価マニュアル (案)  
(個別箇所における危険度評価手法) に関する研究

小山内信智\* 秋山一弥\*\* 松下智祥\*\*

A study on manual for risk assessment of the danger of steep slope failure of earthquakes.

Nobutomo OSANAI, Kazuya AKIYAMA, Tomoaki MATSUSHITA

概要

本研究は、地震の発生に伴う斜面崩壊の危険性について、斜面箇所毎に危険箇所カルテや基盤図等を利用した斜面崩壊の危険度評価が行なえるプログラムの開発及びマニュアル化を目的とした。評価手法としては、評価を行なう斜面に対し、斜面の上部・中部・下部に30m×30mメッシュを設定して斜面勾配・平均曲率を算出し、斜面に想定される最大地震加速度を算出して、判別得点式による計算値から斜面崩壊の危険度の評価を行なうものである。実際に斜面における危険度評価を行なったので、その時の評価手順と評価結果について説明する。

キーワード：地震、斜面崩壊、危険度評価

Synopsis

This study was aimed at the development of program and manual for the assessment of each slope with a potential risk of failure caused by earthquakes using charts of hazard place and geography and geology maps.

This assessment method is used to judge the relative value from the calculated slope gradient, slope average curvature and maximum earthquake acceleration at upper, middle, under slope. Additionally, we actually evaluated a potential risk on the lots of slopes to explain the evaluation procedure and the evaluation result.

Keywords : Earthquake, Slope failure, Risk assessment

\* 危機管理技術研究センター砂防研究室室長 Head, Erosion and Sediment Control Division Research Center for Disaster Risk Management

\*\* 危機管理技術研究センター砂防研究室 Erosion and Sediment Control Division Research Center for Disaster Risk Management

## はじめに

内閣府中央防災会議において、今後大地震の発生確率が高いと想定されている首都直下地震や東海、東南海・南海地震等における被害の規模や範囲など、各種の被害想定をもとに地震防災戦略が検討されている。

急傾斜地崩壊対策は、これまでは降雨によるがけ崩れ対策を主として施設整備が進められ、地震で発生する崩壊の発生危険度については特に考慮されてこなかった。兵庫県南部地震や新潟県中越地震では多数のがけ崩れが発生し、その特徴が明らかとなりつつあり、今後は積極的に地震に対する予防対策が必要となる。

国土交通省国土技術政策総合研究所では、兵庫県南部地震による斜面崩壊分布に関するデータを解析し、実際に発生した地震と斜面崩壊の関係から、斜面の勾配、斜面の曲率と地震動の加速度を説明変数として、地震による斜面崩壊の相対的な発生危険度を評価する手法を開発した（地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究、国総研資料第 204 号）。この手法は面的な数値地形データ（DEM）から地震による斜面崩壊危険度を広範囲に評価するものである。

今回提供する「地震時の急傾斜地崩壊危険箇所危険度評価マニュアル（案）（個別箇所における危険度評価手法）に関する研究」は、上記と評価の手法は同じであるが、急傾斜地崩壊危険箇所の範囲の図面等による地形データを用いて危険度を評価する手法で、将来発生すると予測されている規模の地震によって引き起こされる斜面崩壊危険度を急傾斜地崩壊危険箇所毎に評価することが可能である。具体的には、地震による崩壊危険度の評価は、急傾斜地崩壊危険箇所の範囲における地形データと、想定地震の最大加速度を用いて、地震時の斜面崩壊危険度の評価を行なう手法である。

本手法の活用が、地震による斜面崩壊の被害を防止・軽減できることに貢献できれば幸いである。

# 目次

はじめに

1. 地震時の急傾斜地崩壊危険箇所危険度評価	- 1 -
1.1. 評価を行う上での基本事項	- 1 -
1.2. 危険度評価作業のフロー	- 1 -
1.2.1. 全体のフロー	- 1 -
1.2.2. データ準備のフロー	- 2 -
1.2.3. 計算に必要なメッシュ作成フロー	- 3 -
1.2.4. 標高の読み取りフロー	- 4 -
1.2.5. 評価パラメータの算出フロー	- 5 -
1.2.6. 判別得点の算出フロー	- 7 -
1.2.7. 判別得点の評価について	- 8 -
1.3. 危険度評価作業のまとめ	- 10 -
1.3.1. フロー別のまとめ	- 10 -
(1) 全体	- 10 -
(2) データ準備	- 11 -
(4) 標高の読み取り	- 13 -
(5) 評価パラメータの算出	- 14 -
(6) 判別得点の算出	- 15 -
1.3.2. メッシュ作成が困難な事例	- 16 -
(1) コンターがないため標高が読み取れない例	- 16 -
住宅地図のような地域で、標高は各所にあるものの、コンターがなく斜面として取りにくい、 または取れない例。	- 16 -
(2) メッシュの取り方により勾配が大きく変わる例	- 17 -
棚田地形のため、メッシュの取り方により勾配が大きく変わる。また、実際の斜面勾配に合 わないデータとなる例。	- 17 -
(3) 斜面距離が短く、メッシュが取れない例	- 18 -
(4) 図面作成のミスにより、実際の標高・勾配が確認できない例	- 19 -
(参考資料)	
2. 地震時の急傾斜地崩壊危険箇所危険度評価	- 20 -
2.1. 地震関係資料収集・整理	- 20 -
2.1.1. 都道府県別の箇所数	- 20 -
2.2. 対象箇所のメッシュ作成と代表断面の検討	- 21 -
2.3. 評価パラメータの算出	- 26 -
2.3.1. 標高の読み取り	- 26 -
(1) 斜面勾配の読み取り標高の一覧表	- 27 -

(2)平均曲率の読み取り標高の一覧表.....	- 31 -
2.3.2. 勾配および平均曲率の算出.....	- 34 -
(1)斜面勾配.....	- 34 -
(2)平均曲率.....	- 35 -
2.3.3. 勾配および平均曲率の頻度.....	- 36 -
(1)斜面勾配.....	- 36 -
(2)平均曲率.....	- 37 -
2.4. 最大地震加速度の検討.....	- 39 -
2.4.1. 震源情報.....	- 39 -
2.4.2. 震源位置から崩壊危険箇所的位置までの斜距離の算出.....	- 42 -
2.4.3. 震源位置から崩壊危険箇所的位置までの斜距離の一覧.....	- 43 -
2.4.4. 最大地震加速度の算出.....	- 46 -
2.4.5. 最大地震加速度の一覧.....	- 48 -
2.4.6. 最大地震加速度の頻度.....	- 51 -
2.5. 危険度評価.....	- 52 -
2.5.1. 危険度評価基準による対象箇所の危険度評価結果の概要.....	- 53 -
(1)都道府県別の危険度評価結果.....	- 53 -
(2)判別得点の頻度分布の概要.....	- 57 -
2.5.2. 危険度評価基準による対象箇所の危険度評価の詳細.....	- 59 -
(1)判別得点別の一覧表.....	- 59 -
(2)都道府県別の一覧.....	- 62 -
2.5.3. 頻度分布.....	- 66 -
(1)判別得点の頻度分布の詳細.....	- 66 -
(2)最大加速度の頻度分布.....	- 67 -
(3)勾配の頻度分布.....	- 69 -
(4)平均曲率の頻度分布.....	- 71 -
2.6. 資料収集についての補足.....	- 73 -
2.6.1. 概況.....	- 73 -
2.6.2. 地形・地質状況.....	- 75 -
2.6.3. 急傾斜地の基本データの一覧表.....	- 78 -

# 1. 地震時の急傾斜地崩壊危険箇所危険度評価

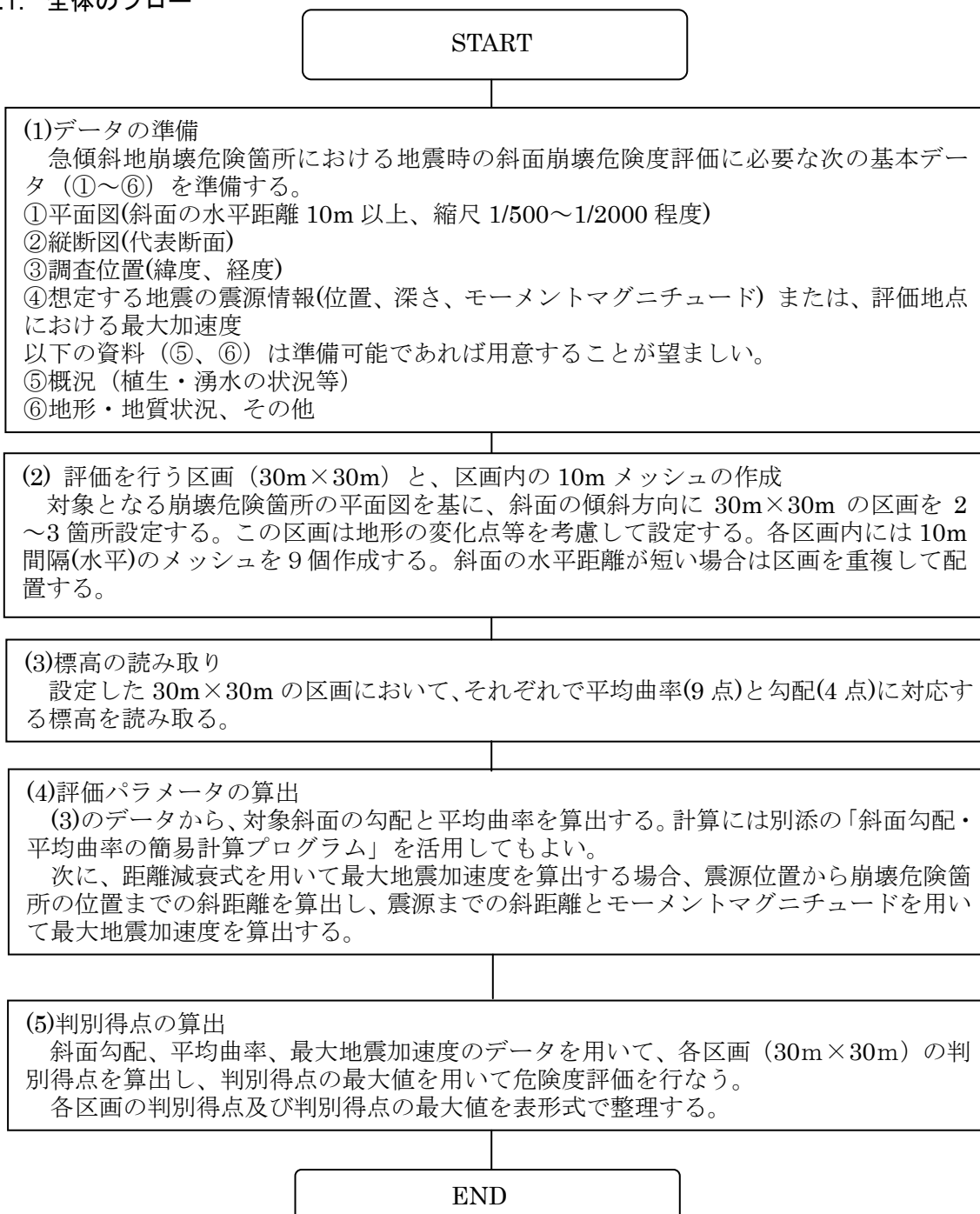
## 1.1. 評価を行う上での基本事項

本マニュアルは、急傾斜地崩壊危険箇所における斜面の勾配、平均曲率の地形要素と、想定される地震加速度のデータを用いて、地震時の斜面崩壊危険度を評価する場合に適用する。なお、判定方法は 10m メッシュレベルの地形データを用いるため、対象とする斜面は縦断および横断方向に 10m 以上（水平）の大きさを有する箇所とする。

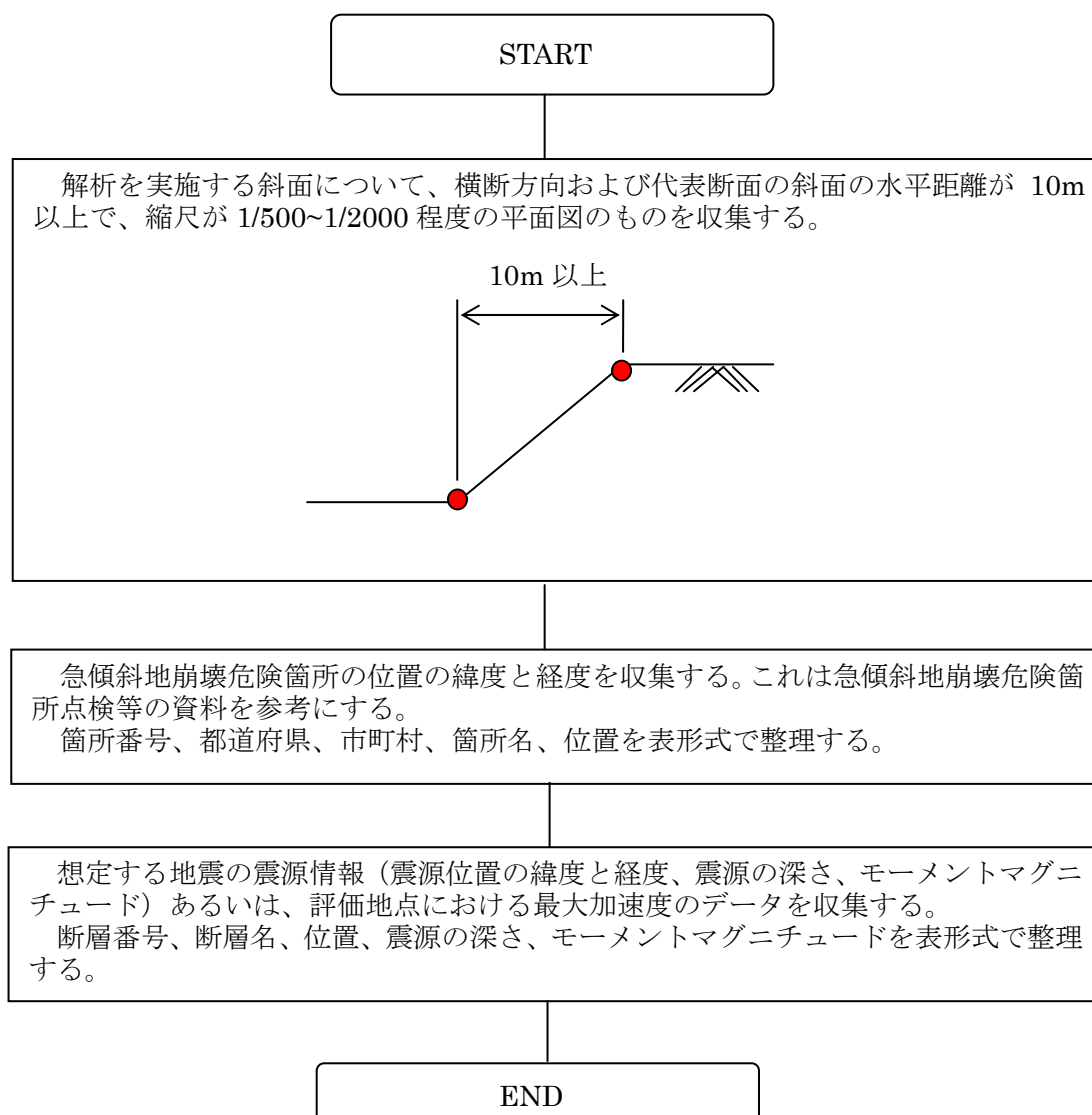
## 1.2. 危険度評価作業のフロー

危険度評価作業のフローは、次のとおりである。

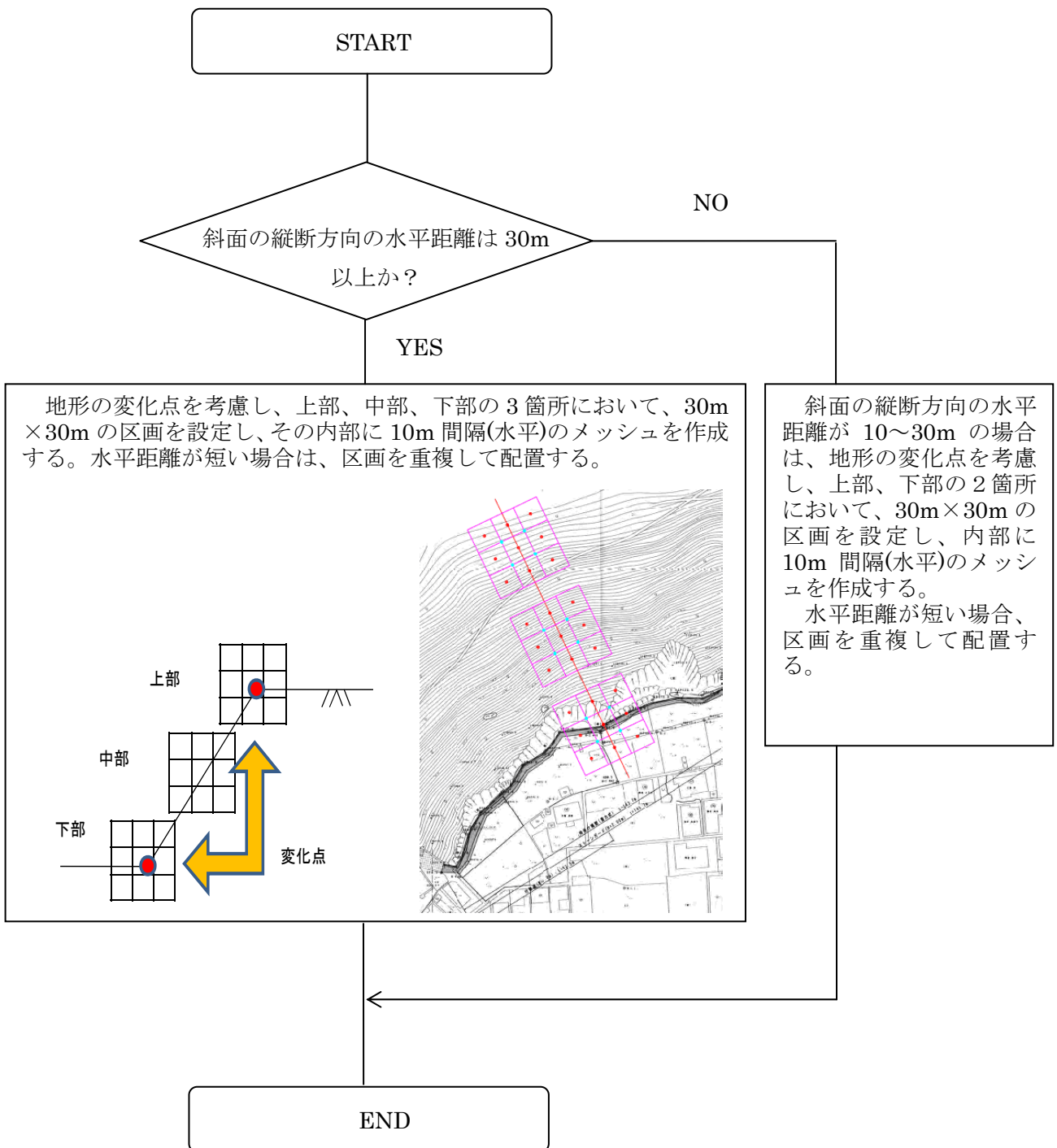
### 1.2.1. 全体のフロー



## 1.2.2. データ準備のフロー



### 1.2.3. 計算に必要なメッシュ作成フロー

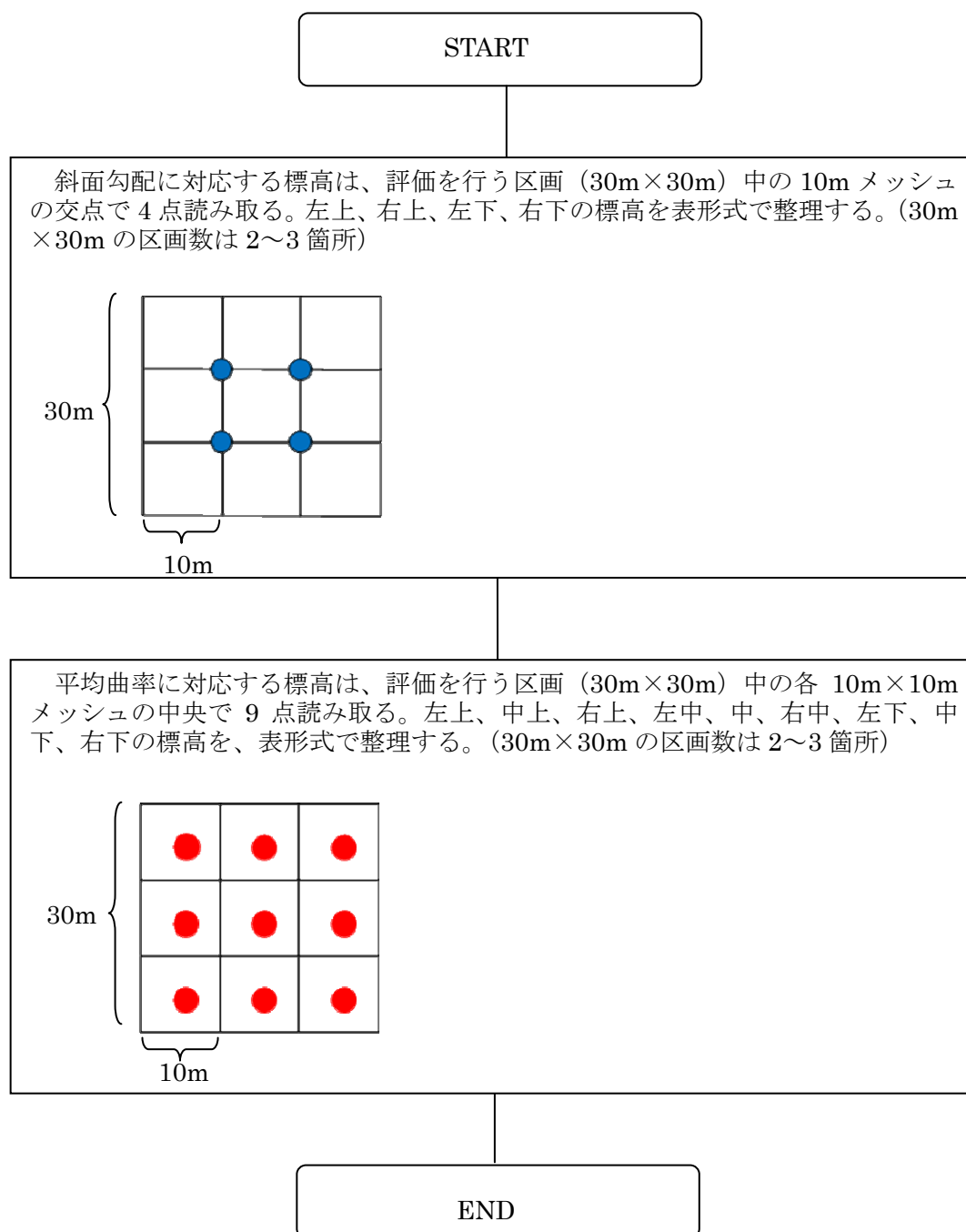


※評価を行う区画 (30m×30m) 作成の留意点

- ①区画の中心が指定区域内に入るように作成する。
- ②区画の中心が地形の変化点と重なるように作成する。
- ③区画の中心線が等高線と直交するように作成する。
- ④急勾配となる位置で区画を作成する。



#### 1.2.4. 標高の読み取りフロー



### 1.2.5. 評価パラメータの算出フロー

START

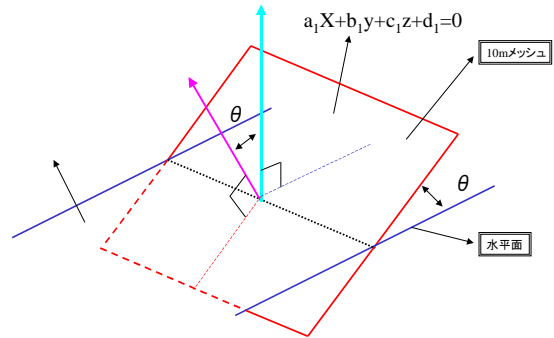
#### ① 斜面勾配の計算

1.2.4 で読み取った 4 点からの距離が最小となる平面を決定し、それと水平面がなす角を斜面勾配  $\theta$  として算出する。上記平面の方程式を(1)式、水平面の方程式を(2)式とすると、それら 2 つの平面がなす角が斜面勾配となり、斜面勾配は(3)式で表される。

$$a_1x + b_1y + c_1z + d = 0 \quad (1)$$

$$a_2x + b_2y + c_2z + d = 0 \quad (2)$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{a_1a_2 + b_1b_2 + c_1c_2}{\sqrt{(a_1^2 + b_1^2 + c_1^2)(a_2^2 + b_2^2 + c_2^2)}} \quad (3)$$



#### ② 平均曲率の計算

平均曲率は地形の凹凸を表す指標であり、曲面上のある点を通るすべての測地線（曲面上で 2 点間を結ぶ最短距離の曲線）の曲率の最大値と最小値の平均値である。これは、1.2.4 で読み取った 9 点の標高データと平面座標データを用いて、下記の偏微分方程式により平均曲率  $H$  を算出する。

$$H = \frac{h_{xx}(1+h_y^2) + h_{yy}(1+h_x^2) - 2h_xh_yh_{xy}}{2(1+h_x^2+h_y^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$h_x = \frac{\partial h}{\partial x}$$

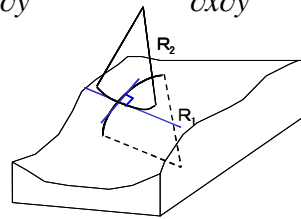
$$h_y = \frac{\partial h}{\partial y}$$

$$h_{xx} = \frac{\partial^2 h}{\partial x^2}$$

$$h_{yy} = \frac{\partial^2 h}{\partial y^2}$$

$$h_{xy} = \frac{\partial^2 h}{\partial x \partial y}$$

ここに、 $H$  : 平均曲率  
 $h$  : 標高  
 $R$  : 曲率半径  
 $K$  : 曲率  
 である。



$$K_1 < 0$$

$$K_2 < 0$$

$$H < 0$$



$$K_1 < 0$$

$$K_2 > 0$$

$$H \approx 0$$



$$K_1 > 0$$

$$K_2 < 0$$

$$H \approx 0$$



$$K_1 = 1/R_1$$

$$K_2 = 1/R_2$$

$$K_1 > 0$$

$$K_2 > 0$$

$$H > 0$$

(続く)

(続き)

①、②の計算は区画毎の計算となるが、標高データを作成した後、別添の「斜面勾配・平均曲率の計算プログラム」を活用して計算してもよい。

### ③最大地震加速度算定のための距離の計算

想定地震の最大加速度の設定については、次の3通りが考えられる。

- (1)震源が点
- (2)震源が面 (断層面)
- (3)(1)あるいは(2)を想定して、別途算出してある最大加速度のデータ等

なお、(2)については国土技術政策総合研究所資料第204号「地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究(平成16年11月)」を参考とする。(3)については、想定地震の加速度がメッシュ単位(1km×1km等)などで既に算定されている場合は、対象とする斜面の最大加速度値を適宜設定し加速度値として利用する。ここでは、(1)の点震源を想定した方法について示す。まず、震源位置から崩壊危険箇所の位置までの斜距離  $R$  を算出する。

$$R = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 + d^2}$$

ここに、 $R$  : 震源位置から崩壊危険箇所の位置までの斜距離

$x_1, y_1, z_1$  : 崩壊危険箇所の位置の座標     $x_2, y_2, z_2$  : 震源位置の座標

$d$  : 震源の深さ

### ④距離減衰式による最大地震加速度の計算

福島美光(2002)の距離減衰式および地盤補正により最大地震加速度  $A$  を算出する。

$$\log_{10} A_{org} = 0.42 M_w - \log_{10} (R + 0.025 \cdot 10^{0.42 M_w}) - 0.0033 R + 1.22$$

ここに、 $A$  : 地震加速度 (cm/s<sup>2</sup>)

$R$  : ③で求めた震源位置から崩壊危険箇所の位置までの斜距離 (km)

$M_w$  : モーメントマグニチュード

$C$  : 地盤補正係数

距離減衰式による加速度は、工学的基盤 (S波速度 400m/sec) の値であり、加速度は地盤によって増幅、減衰するため、補正係数を乗じる。福島(2002)によれば、岩盤で 0.6、洪積層で 0.9 であり、軟弱地盤では大きくなる。平野部斜面崩壊は山地や丘陵の斜面の表層土が崩壊するが、このような場所での加速度設定は一般に困難であるため、「地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究(平成16年11月)」では  $C=0.6$  としている。

以上で求めた斜面勾配、平均曲率、斜距離、最大地震加速度を表形式で整理する。

END

### 1.2.6. 判別得点の算出フロー



### 1.2.7. 判別得点の評価について

判別得点については、得点が正方向に大きいほど崩壊が起こりやすいと予測し、得点が負方向に小さいほど崩壊が起こりにくいと評価するが、これは相対的な評価方法であることから、対象とする範囲や評価を行った危険箇所における判別得点の上下限値を参考に危険度を評価する。

過去に発生した地震（兵庫県南部地震）で作成した判別得点式を用いて、兵庫県南部地震、神津島地震、宮城県北部地震、鹿児島県北西部地震、新潟県中越地震における判別得点と、各地震によって発生した崩壊の発生率との傾向について図 1.1 に示す。ここでは、崩壊発生率は、地震によって影響を受けた一定の範囲において、各判別得点の範囲にある 10mメッシュの全数に対する崩壊した範囲の 10mメッシュ数で評価している。

一方、本マニュアルでは、急傾斜地崩壊危険箇所ごとに危険度を評価（判別得点を算定）することになるが、図 1.1 の評価結果については、危険箇所の有無に関わらず、地震によって影響を受けた一定の範囲全てを 10mメッシュで分割し、メッシュごとに判別得点を算定するとともに、崩壊の有無を整理しているため、分析方法が一部異なっている（図 1.1 では崩壊発生率は低めにでる）ことに注意が必要である。

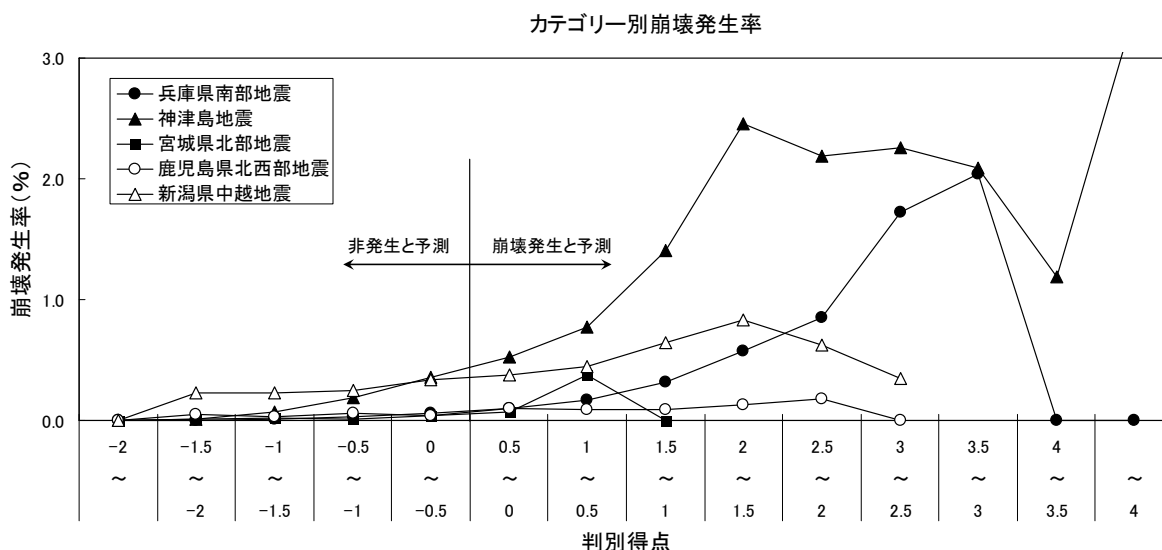


図 1.1 過去の地震による崩壊と判別得点の関係(兵庫県南部地震で作成した判別得点式

10mメッシュ数での評価)

なお、以下に兵庫県南部地震により斜面崩壊が発生した六甲山系を対象に、地震による実崩壊データ及び急傾斜地崩壊危険箇所のポリゴンデータを使用した斜面崩壊危険度評価の結果を示す。図 1.2 は六甲山系全体の判別得点頻度分布についてのグラフである。ここでは、崩壊メッシュの数え方について比較を行うために、評価対象のメッシュは傾斜角が 10 度以上のメッシュとし、崩壊メッシュは①斜面崩壊頭部を含む 1 メッシュとして数えた場合と、②メッシュの重心に崩壊地ポリゴンがかかる複数のメッシュを数えた場合としての頻度分布の比較、及び崩壊地ポリゴンがどのメッシュの重心にもかからない場合の崩壊メッシュの数え方における比較を行った。その結果、崩壊・非崩壊メッシュの分布はともに同様の傾向を示し、崩壊メッシュは非崩壊メッシュと比べ判別得点の正側にシフトしている結果が得られた。図 1.3 は崩壊頭部の崩壊メッシュ時と複数の崩壊メッシュ時における崩壊発生率の違いについてのグラフである（ここでも図 1.2 と同様に崩壊メッシュの

数え方における比較を行った)。崩壊頭部メッシュ時と複数メッシュ時とともに崩壊発生率は判別得点の増加に伴い大きくなる傾向であった。また、複数メッシュ時は頭部メッシュ時よりも崩壊発生率の立ち上がりは明確であった。このことから、崩壊地の複数メッシュ・頭部メッシュのどちらを使っても危険性を評価することは可能である。図 1.4 は六甲山系にある急傾斜地崩壊危険箇所における判別得点の頻度分布のグラフである。急傾斜地崩壊危険箇所は元々傾斜が急であるために、判別得点の値も正側でピークを迎えている。また急傾斜地崩壊危険箇所の中でも、実際に兵庫県南部地震で斜面崩壊した危険箇所の判別得点はピークよりも更に高い値に含まれている。上記の検討結果から急傾斜地崩壊危険箇所は降雨を誘因とする斜面崩壊に対しての危険箇所であるが、地震でも斜面崩壊が起こりやすく、判別得点の大きいところでより斜面崩壊が発生しやすいことが確認できた。なお、本検討において急傾斜地崩壊危険箇所の施設整備状況は考慮せず一律に評価を行っている。

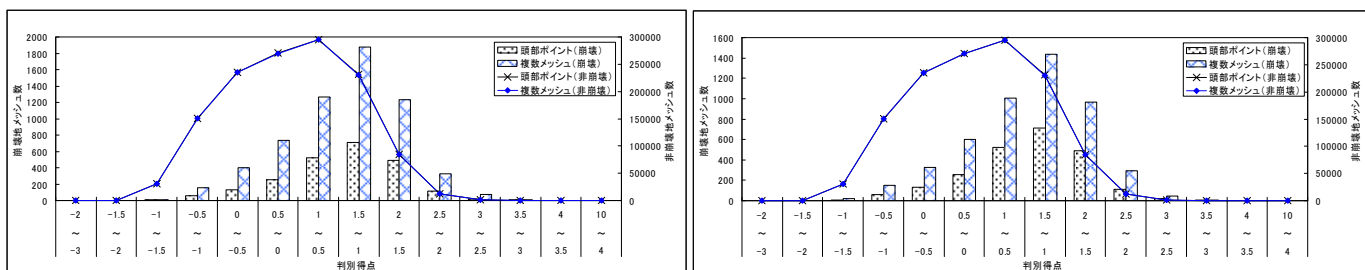


図 1.2 六甲山系全体の判別得点頻度分布図

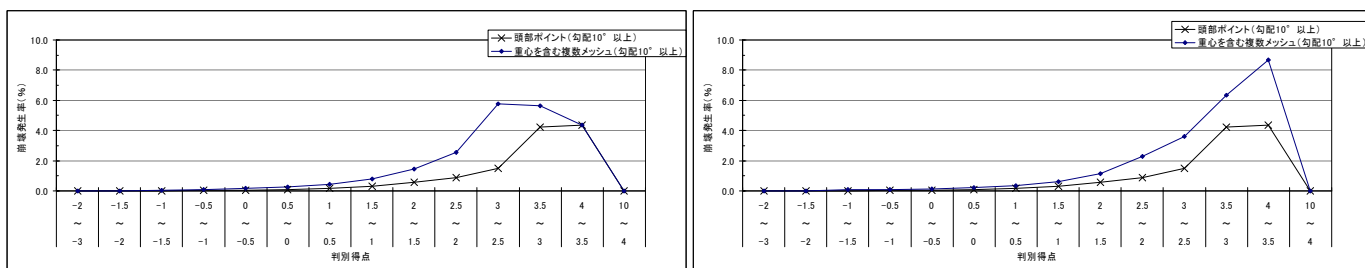


図 1.3 重心を含む複数メッシュと頭部メッシュの崩壊発生率の関係

\* 図 1.2・1.3 において、左図は崩壊地ポリゴンがメッシュの重心を含まない時は崩壊頭部が含まれる 1 メッシュを崩壊メッシュとした場合であり、右図は崩壊地ポリゴンが重心にかかるメッシュのみを崩壊メッシュとした場合である。

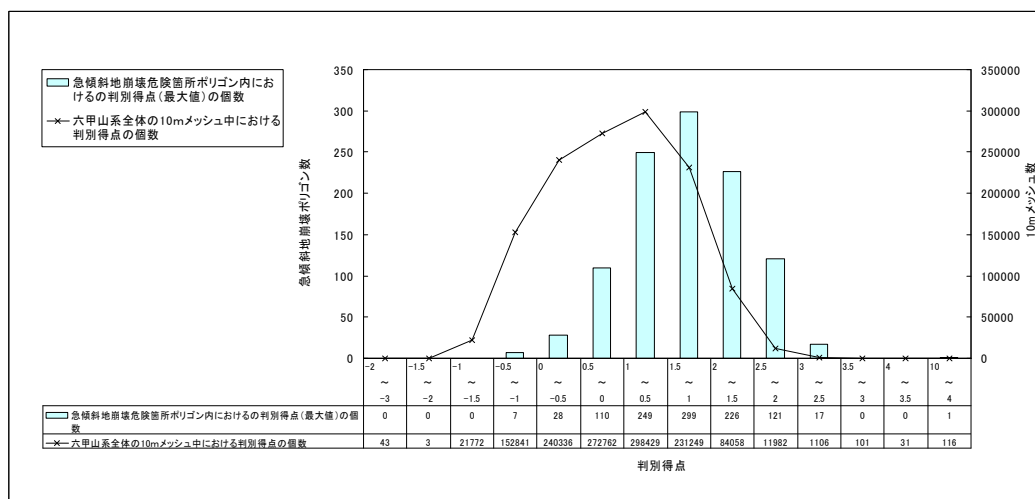


図 1.4 急傾斜地崩壊危険箇所における判別得点(平均値と最大値)の分布

### 1.3. 危険度評価作業のまとめ

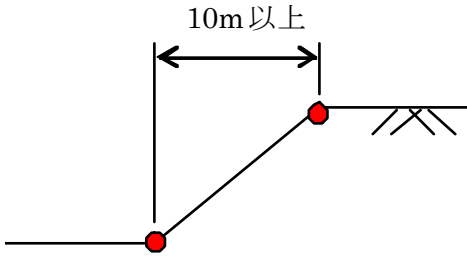
危険度評価作業の内容および課題等を、以下に整理した。

#### 1.3.1. フロー別のまとめ

##### (1) 全体

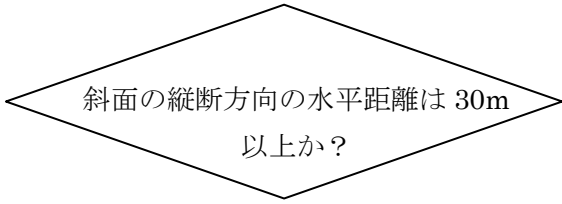
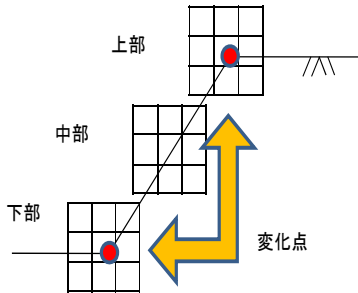
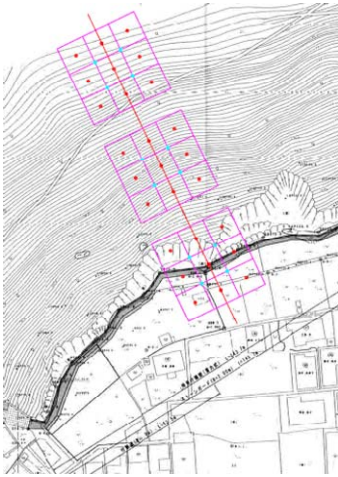
評価フロー	まとめ
<p>(1)データの準備 次の基本データを準備する。 ①平面図(斜面の水平距離 10m 以上、縮尺 1/500~1/2000 程度) ②縦断図(代表断面) ③想定する地震の震源情報(位置、深さ、モーメントマグニチュード)または、評価地点における最大加速度 ④調査位置(緯度、経度) 以下の資料 (⑤~⑥) は準備可能であれば用意することが望ましい。 ⑤概況 (植生・湧水の状況等) ⑥地形・地質状況</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>平面図は、等高線の間隔が小さな物 (1~2m 程度)が良い。(10m メッシュに対し、10m 間隔のコンターでは、誤差が大きくなる)。</li> <li>緯度経度は、測地系(日本、世界)により、位置に違いが出る。このため、計算にあたっては測地系を統一することが必要である。</li> <li>概況、地形地質状況は、斜面カルテ等があれば基本データは揃えることが可能である。</li> </ul>
<p>(2) 評価を行う区画 (30m×30m) と区画内の 10m メッシュの作成 対象となる崩壊危険箇所の平面図を基に、斜面の傾斜方向に 30m×30m の区画を 2~3 箇所設定する。この区画は地形の変化点等を考慮して設定する。各区画内には 10m 間隔(水平)のメッシュを 9 個作成する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>評価する斜面の測線選定の基準を明確にしておくことが必要である。(例：最大傾斜、対策工施工位置、尾根地形であるなど。)</li> <li>①区画の中心が指定区域内に入るように作成する。</li> <li>②区画の中心が地形の変化点と重なるように作成する。</li> <li>③区画の中心線が等高線と直交するように作成する。</li> <li>④急勾配となる位置で区画を作成する。既に斜面において 10mメッシュの標高データがある場合にはそのまま活用することもできる。</li> </ul>
<p>(3)標高の読み取り 設定した 30m×30m の区画において、それぞれ平均曲率(9点)と勾配(4点)に対応する標高を読み取る。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>目視による読み取りの場合には、コンター間隔の 1/10 程度まで読み取りを行なう。</li> <li>1 区画 (30m×30m) 当たりで 13 点の標高データを読み取る。</li> </ul>
<p>(4) 評価パラメータの算出 (3)のデータから、斜面勾配と平均曲率を算出する。次に、距離減衰式を用いて最大地震加速度を算出する場合、震源位置から崩壊危険箇所の位置までの斜距離を算出し、震源までの斜距離とモーメントマグニチュードを用いて最大地震加速度を算出する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>斜面勾配と平均曲率の算出には別添の「斜面勾配・平均曲率の簡易計算プログラム」を活用してもよい。</li> </ul>
<p>(5)判別得点の算出 斜面勾配、平均曲率、最大地震加速度のデータを用いて、各区画 (30m×30m) の判別得点を算出し、判別得点の最大値を用いて危険度評価を行なう。各メッシュの判別得点及び判別得点の最大値を表形式で整理する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>判別得点の算出および危険度評価は、表計算ソフトの基本機能で対応可能である。</li> </ul>
<p>(6)地震時の斜面崩壊危険度の評価 地震時の斜面崩壊危険度については、(5)の評価と、現地の状況から総合的に判断して決定する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>判別得点は相対的評価のため、現地の状況 (植生や湧水など) を踏まえて総合的に危険度を評価することが望ましい。</li> </ul>

(2) データ準備

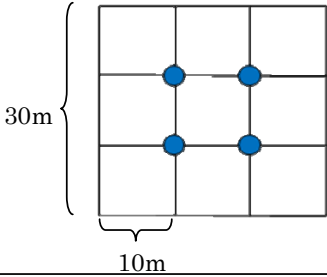
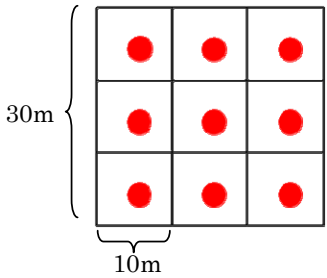
評価フロー	まとめ
<p>解析を実施する斜面について横断方向及び代表断面の斜面の水平距離が 10m 以上で、縮尺が 1/500~1/2000 程度の平面図のものを収集する。</p> 	<p>平面図は、等高線の間隔が小さなもの(1~2m 程度)が良い(10m メッシュに対し、10m 間隔のコンターでは、誤差が大きくなる)。</p> <p>既に斜面において 10m メッシュの標高データがある場合にはそのまま活用することもできる。</p>
<p>崩壊危険箇所の位置の緯度と経度を収集する。 箇所番号、都道府県、市町村、箇所名、位置を表形式で整理する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>緯度経度は、測地系(日本、世界)により、位置に違いが出る。このため、計算にあたっては測地系を統一することが必要である。</li> <li>斜面カルテ等があれば基本データは揃えることが可能である。</li> </ul>
<p>想定する地震の震源情報(震源位置の緯度と経度、震源の深さ、モーメントマグニチュード)あるいは、評価地点における最大地震加速度のデータを収集する。 断層番号、断層名、位置、震源の深さ、モーメントマグニチュードを表形式で整理する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域防災計画などを参考に、都道府県ごとに想定地震を設定する。</li> </ul>



(3) 評価を行う区画 (30m×30m) と区画内の 10m メッシュの作成

評価フロー	まとめ
<div style="text-align: center;">  <p>斜面の縦断方向の水平距離は 30m 以上か？</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・斜面の水平距離が 30m 程度ないと、30m×30m の区画を 3つ作成できない。</li> <li>・水平距離が短い場合、区画を重複して配置する。</li> </ul>
<p><b>YES</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p>地形の変化点を考慮し、上部、中部、下部の 3 箇所において、30m×30m の区画を設定し、その内部に 10m 間隔(水平)のメッシュを作成する。水平距離が短い場合は、区画を重複して配置する。</p> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;">  </div>  </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上部、下部の変化点を決定し、30m×30m の区画を設定した後に、その中心に中部の区画を置く。</li> </ul>
<p><b>NO</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>地形の変化点を考慮し、上部、下部の 2 箇所において、30m×30m の区画を設定し、10m 間隔(水平)のメッシュを作成する。 水平距離が短い場合、区画を重複して配置する。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最低 10m の縦断および横断方向の斜面水平距離がないと、変化点に中心を置いた場合に、斜面上にその他の計測点が入らない(斜面形状を捉えられない)ため、水平距離が 10m に満たない斜面は評価できない。</li> </ul>

(4) 標高の読み取り

評価フロー	まとめ
<p>斜面勾配に対応する標高は、評価を行う区画（30m×30m）中の10mメッシュの交点で4点読み取る。左上、右上、左下、右下の標高を表形式で整理する。（30m×30mの区画数は2～3箇所）</p> 	<p>30m×30mの1区画当たり4箇所（3区画設定した場合は12箇所）の標高データを読み取る。</p>
<p>平均曲率に対応する標高は、評価を行う区画（30m×30m）中の各10m×10mメッシュの中央で9点読み取る。左上、中上、右上、左中、中、右中、左下、中下、右下の標高を、表形式で整理する。（30m×30mの区画数は2～3箇所）</p> 	<p>30m×30mの1区画当たり9箇所（3区画設定した場合は27箇所）の標高データを読み取る。</p>

(5) 評価パラメータの算出

フロー	まとめ
<p>メッシュの交点から読み取った4点からの距離が最小となる平面と水平面がなす角(斜面勾配<math>\theta</math>)を算出する。</p> $a_1x + b_1y + c_1z + d = 0$ $a_2x + b_2y + c_2z + d = 0$ $\theta = \cos^{-1} \frac{a_1a_2 + b_1b_2 + c_1c_2}{\sqrt{(a_1^2 + b_1^2 + c_1^2)(a_2^2 + b_2^2 + c_2^2)}}$	<p>一次傾向面の勾配の算出は、行列計算で行なうことになり煩雑となるため、別添の「斜面勾配・平均曲率の簡易計算プログラム」を活用するのが便利である。</p>
<p>メッシュの中央から読み取った9点の標高データと平面座標データを用いて、偏微分方程式により平均曲率<math>H</math>を算出する。</p> $H = \frac{h_{xx}(1+h_y^2) + h_{yy}(1+h_x^2) - 2h_{xy}h_xh_y}{2(1+h_x^2+h_y^2)^{\frac{3}{2}}}$ $h_x = \frac{\partial h}{\partial x} \quad h_y = \frac{\partial h}{\partial y} \quad h_{xx} = \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \quad h_{yy} = \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} \quad h_{xy} = \frac{\partial^2 h}{\partial x \partial y}$ <p>ここに、<math>H</math> : 平均曲率  <math>h</math> : 標高</p>	<p>偏微分方程式を解くことになり煩雑となるため、別添の簡易計算プログラムを活用するのが便利である。</p>
<p>震源位置から崩壊危険箇所までの斜距離<math>R</math>を算出する。</p> $R = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 + d^2}$ <p>ここに、<math>R</math> : 震源位置から崩壊危険箇所までの斜距離  <math>x_1, y_1, z_1</math> : 崩壊危険箇所の位置の座標  <math>x_2, y_2, z_2</math> : 震源位置の座標  <math>d</math> : 震源の深さ</p>	<p>崩壊危険箇所毎に複数の震源までの斜距離を算出することになる。これは表計算ソフトの基本機能で算出可能である。</p>
<p>④距離減衰式による最大地震加速度の計算の場合</p> <p>福島美光(2002)の距離減衰式および地盤補正により最大地震加速度<math>A</math>を算出する。</p> $\log_{10} A_{org} = 0.42 M_w - \log_{10} (R + 0.025 \cdot 10^{0.42 M_w}) - 0.0033 R + 1.22$ $A = C \cdot A_{org}$ <p>ここに、<math>A</math> : 地震加速度 (cm/s<sup>2</sup>)  <math>R</math> : ③で求めた震源位置から崩壊危険箇所までの斜距離 (km)  <math>M_w</math> : モーメントマグニチュード  <math>C</math> : 地盤補正係数</p>	<p>崩壊危険箇所毎に複数の震源に対応した最大地震加速度を算出することになる。表計算ソフトの基本機能で算出可能である。</p>
<p>斜面勾配、平均曲率、斜距離、最大地震加速度を表形式で整理する。</p>	<p>斜面の上部、中部、下部で勾配と平均距離が異なるため、3つの表に分けて整理する。</p>

(6) 判別得点の算出

フロー	まとめ																						
<p>斜面勾配、平均曲率、最大地震加速度のデータを用いて、斜面の上部～下部に設定した区画の判別得点 <math>F</math> を算出する。震源が複数存在する場合、最大地震加速度は最大値を用いる。</p> $F = 0.075I - 8.9c + 0.0056A - 3.2$ <p>ここに、<math>F</math> : 判別得点  <math>I</math> : 斜面勾配 (°)  <math>c</math> : 平均曲率  <math>A</math> : 最大地震加速度 (cm/s<sup>2</sup>)</p>	<p>最大地震加速度の最大値の抽出や判別得点の算出は、表計算ソフトの基本機能で可能である。</p>																						
<p>上部～下部の判別得点と判別得点の最大値を表形式で整理する。</p>	<p>整理は、表計算ソフトの基本機能で可能である。</p>																						
<p>判別得点の最大値を用いて、危険度評価基準(5区分)により、崩壊危険箇所の崩壊発生の予測を行なう。</p> <table border="1" data-bbox="183 936 1077 1111"> <thead> <tr> <th>危険度</th> <th>色</th> <th>表現</th> <th>判別得点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>低い</td> <td>青</td> <td>崩壊が起こりにくい</td> <td>-3.0~-1.5</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">↑ ↓</td> <td>水色</td> <td>崩壊がやや起こりにくい</td> <td>-1.5~-0.5</td> </tr> <tr> <td>緑</td> <td>—</td> <td>-0.5~0.5</td> </tr> <tr> <td>黄色</td> <td>崩壊がやや起こりやすい</td> <td>0.5~1.0</td> </tr> <tr> <td>高い</td> <td>赤</td> <td>崩壊が起こりやすい</td> <td>1.0~10</td> </tr> </tbody> </table>	危険度	色	表現	判別得点	低い	青	崩壊が起こりにくい	-3.0~-1.5	↑ ↓	水色	崩壊がやや起こりにくい	-1.5~-0.5	緑	—	-0.5~0.5	黄色	崩壊がやや起こりやすい	0.5~1.0	高い	赤	崩壊が起こりやすい	1.0~10	<p>区分は、表計算ソフトの基本機能で可能である。</p>
危険度	色	表現	判別得点																				
低い	青	崩壊が起こりにくい	-3.0~-1.5																				
↑ ↓	水色	崩壊がやや起こりにくい	-1.5~-0.5																				
	緑	—	-0.5~0.5																				
	黄色	崩壊がやや起こりやすい	0.5~1.0																				
高い	赤	崩壊が起こりやすい	1.0~10																				

### 1.3.2. メッシュ作成が困難な事例

縮尺不明の図面は、メッシュ作成が不可能である。また、コンター間隔が大きなもの（10m コンターなど）はメッシュ作成は可能であるが、メッシュ作成者により大きな誤差がでたり、実際の斜面形状に合わないデータになり問題となる場合がある。以下に、メッシュ作成に問題がある事例を整理した。

#### (1) コンターがないため標高が読み取れない例

住宅地図のような地域で、標高は各所にあるものの、コンターがなく斜面として取りにくい、または取れない例。

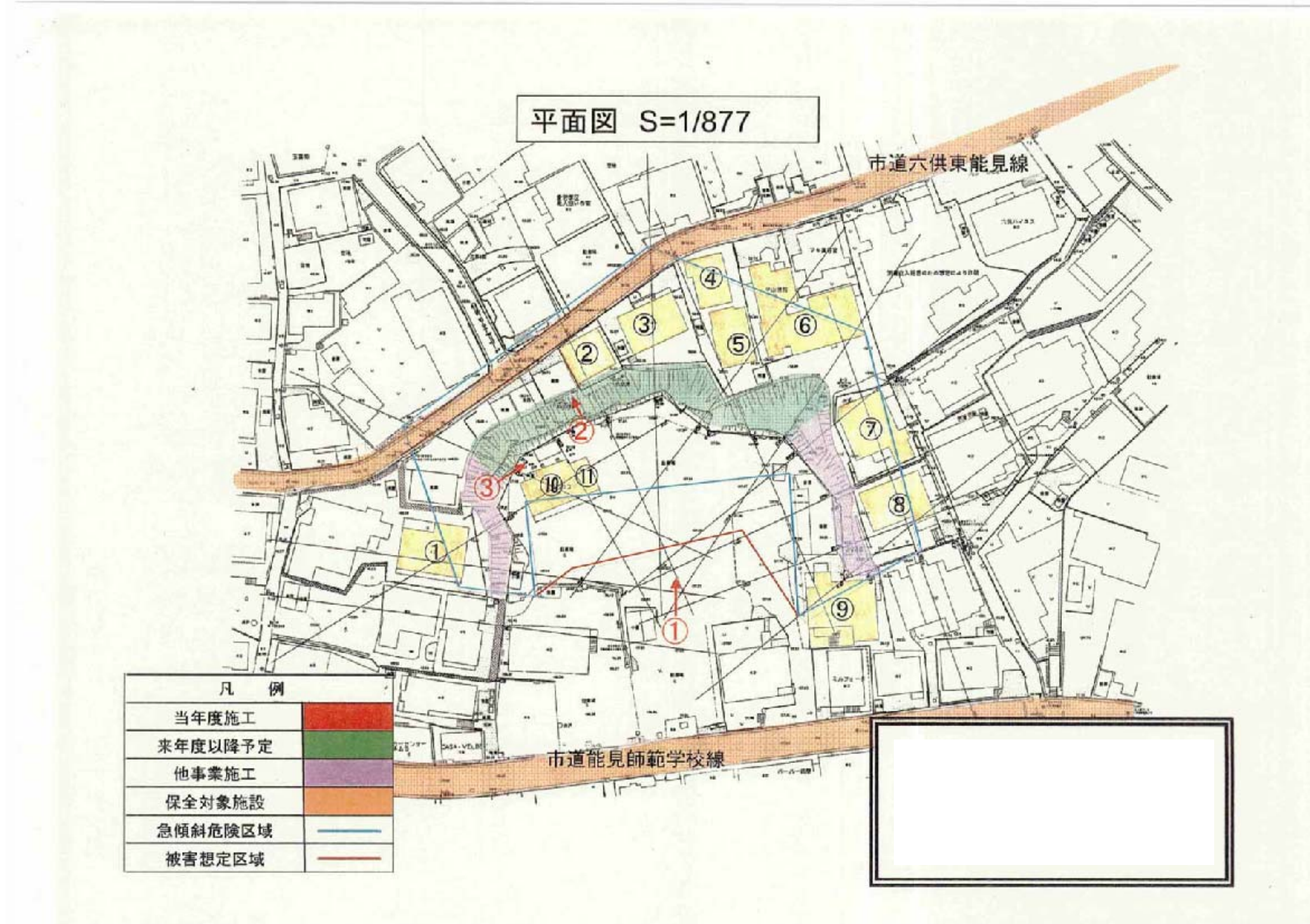


図 1.5 コンターがないため標高が読み取れない例



(2) メッシュの取り方により勾配が大きく変わる例

棚田地形のため、メッシュの取り方により勾配が大きく変わる。また、実際の斜面勾配に合わないデータとなる例。

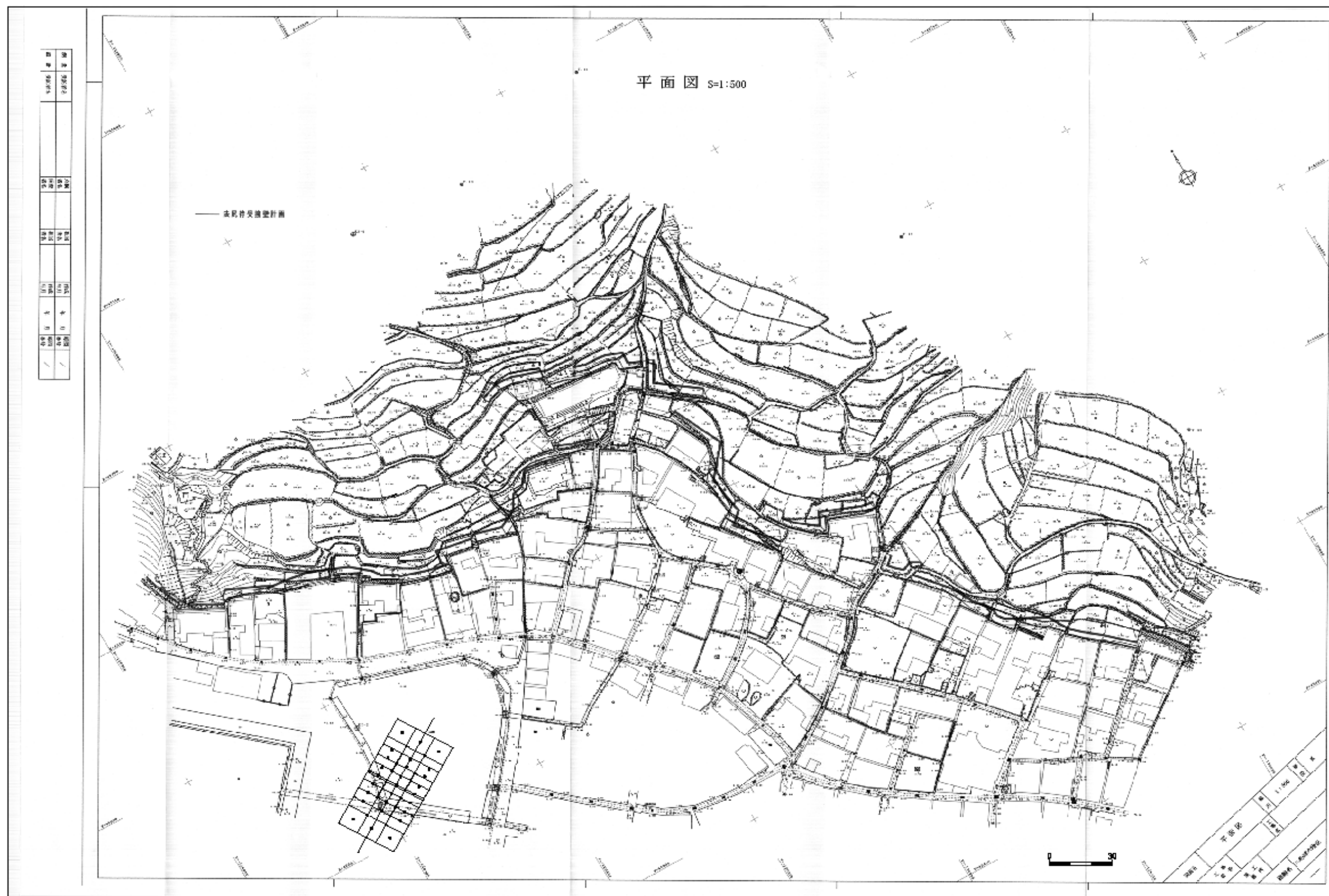


図 1.6 メッシュの取り方により勾配が大きく変わる例

(3) 斜面距離が短く、メッシュが取れない例

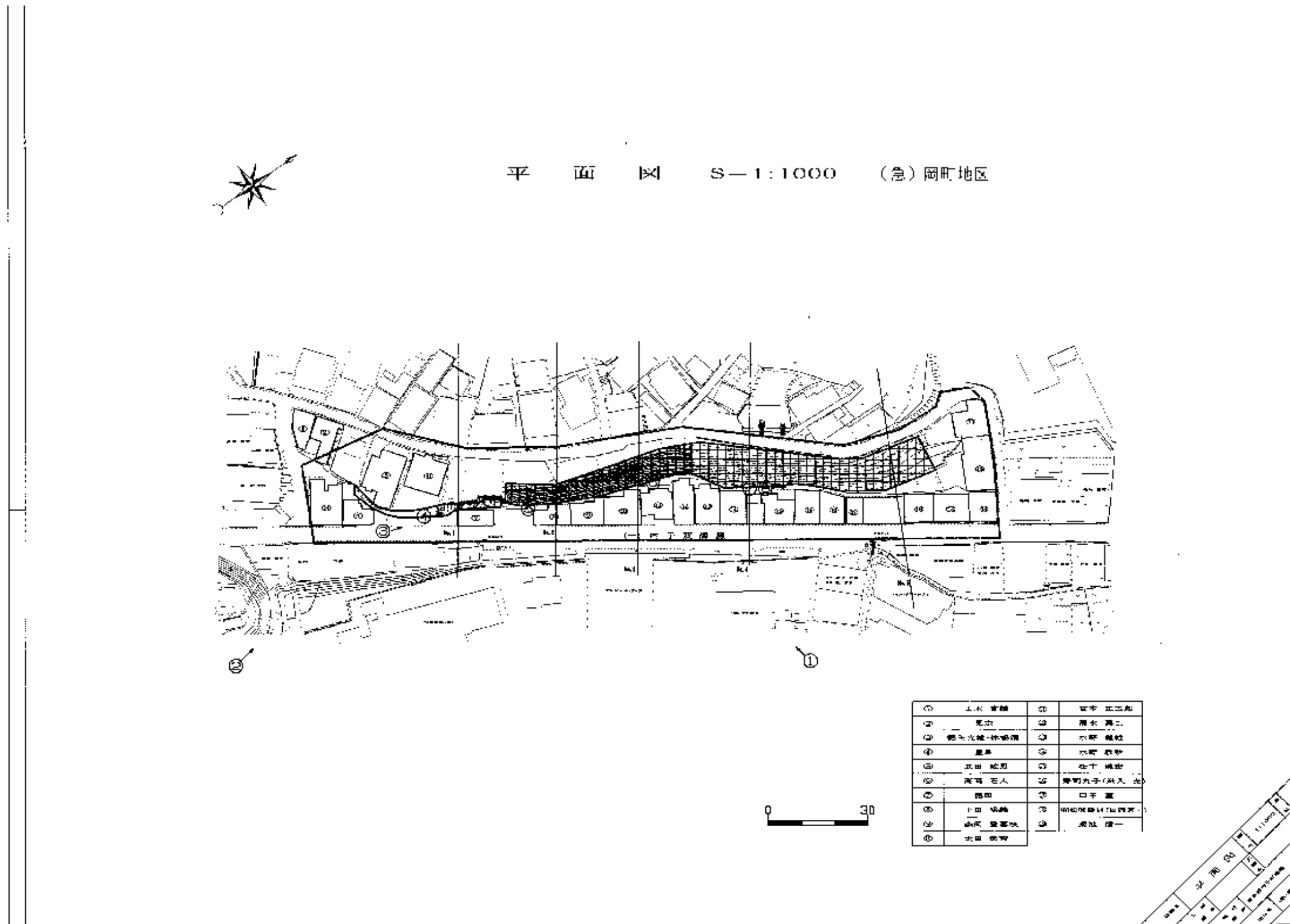


図 1.7 斜面距離が短くメッシュが取れない例

(4) 図面作成のミスにより、実際の標高・勾配が確認できない例  
 図面作成のミス。コンター間隔と標高表示に誤差があるために、実際の標高・勾配が確認できない例。

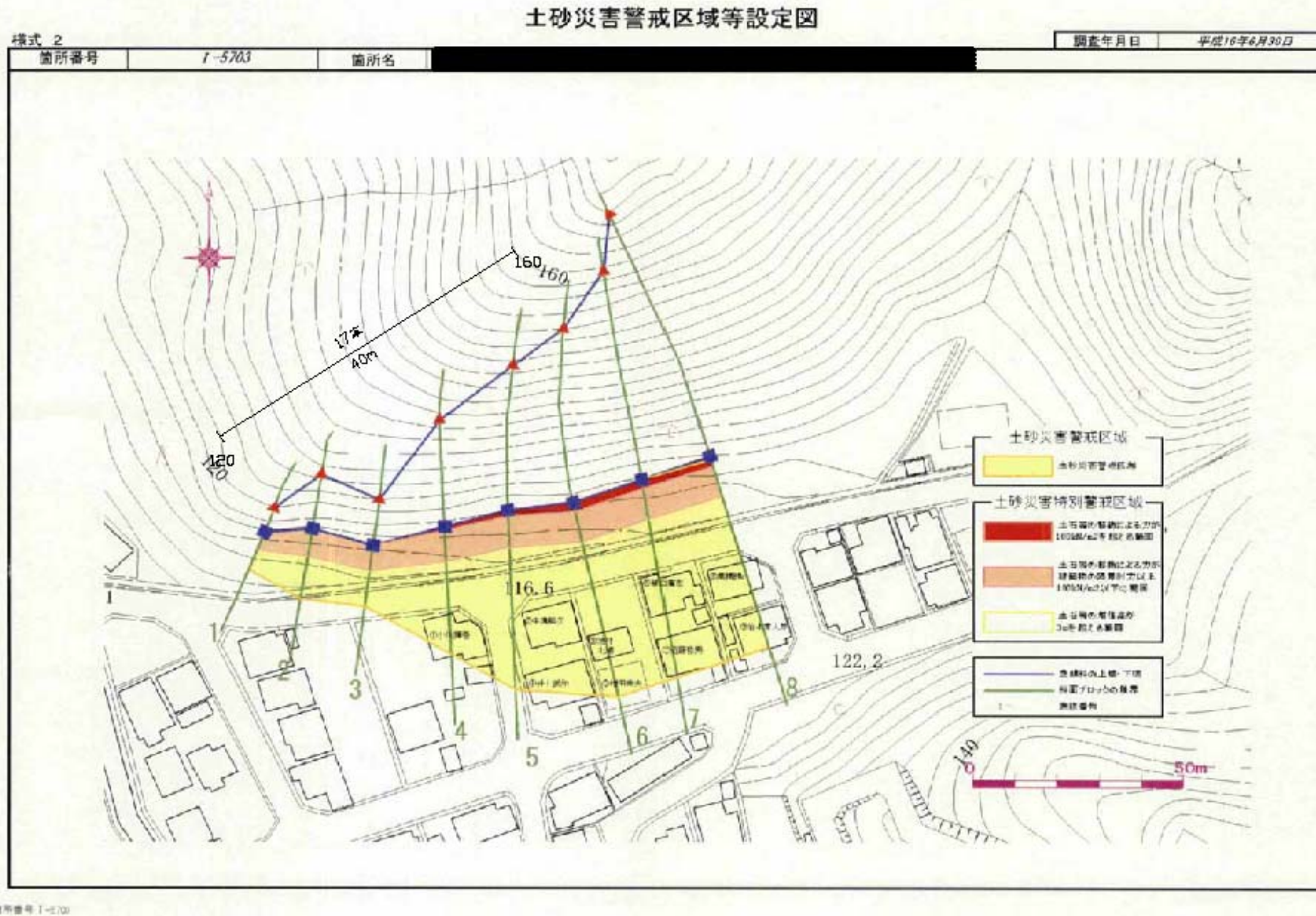


図 1.8 図面作成のミスにより、実際の標高・勾配が確認できない例



地震時の急傾斜地崩壊危険箇所  
危険度評価マニュアル（案）  
参考資料  
（具体的な評価事例）

## 2. 地震時の急傾斜地崩壊危険箇所危険度評価

地震時の斜面崩壊危険度評価手法（国土技術政策総合研究所、土木技術資料 47-4、2005）で DEM データを用いて算出した勾配、平均曲率と最大地震加速度による危険度評価手法（以下、「同手法」という）が提案されている。同手法を用いて地震時急傾斜事業対象となる急傾斜地において地震時危険度評価を行った結果を、以下に整理した。

### 2.1. 地震関係資料収集・整理

事業採択要件を満たす対象となる急傾斜地の基本データ（基礎調査に準ずるデータ）を収集する。基本データは、次の 5 項目である。

- (1) 平面図（1/2,000～1/500 程度）
- (2) 縦断図（崩壊斜面に並行な山腹縦断図）
- (3) 位置
- (4) 概況
- (5) 地形・地質状況

なお、(4)と(5)は危険度評価を行う際に必要ではないが準備可能であれば用意することが望ましい資料である。

#### 2.1.1. 都道府県別の箇所数

急傾斜地の基本データを収集した都道府県別の箇所数は、次のとおりである。

表 2.1 都道府県別の箇所数

	都道府県	箇所数
1	A	2
2	B	3
3	C	1
4	D	15
5	E	9
6	F	5
7	G	2
8	H	5
9	I	3
10	J	4
11	K	29
12	L	7
13	M	2
14	N	18
15	O	35
16	P	3
17	Q	4
18	R	5
19	S	35
20	T	14
	計	201

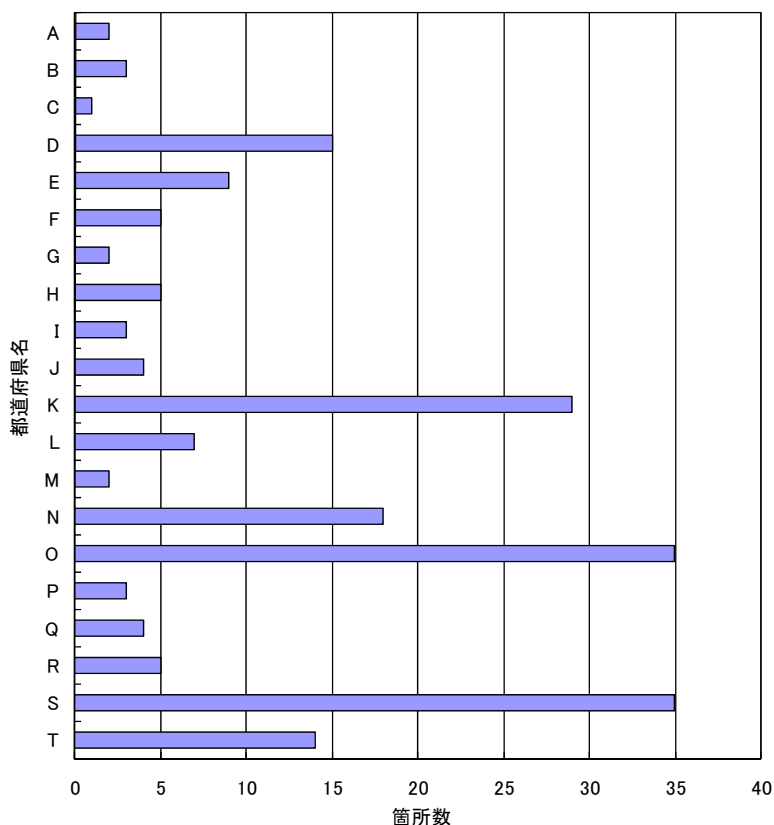


図 2.1 都道府県別の箇所数

## 2.2. 対象箇所のメッシュ作成と代表断面の検討

対象となる崩壊危険箇所の平面図を基に、斜面の傾斜方向に 30m×30mの範囲で 10m 間隔のメッシュを 2～3 箇所作成し、解析を実施する代表断面を検討する。メッシュは地形の変化点等を考慮し、メッシュ毎に地形特性を比較できるように配置する。斜面の水平距離が 10m～30m の場合、上部と下部の 2 箇所で作成する。斜面の水平距離が 30m 以上の場合、上部、中部、下部の 3 箇所で作成する。図 2.2～図 2.3 は、3 箇所でのメッシュ作成のイメージである。

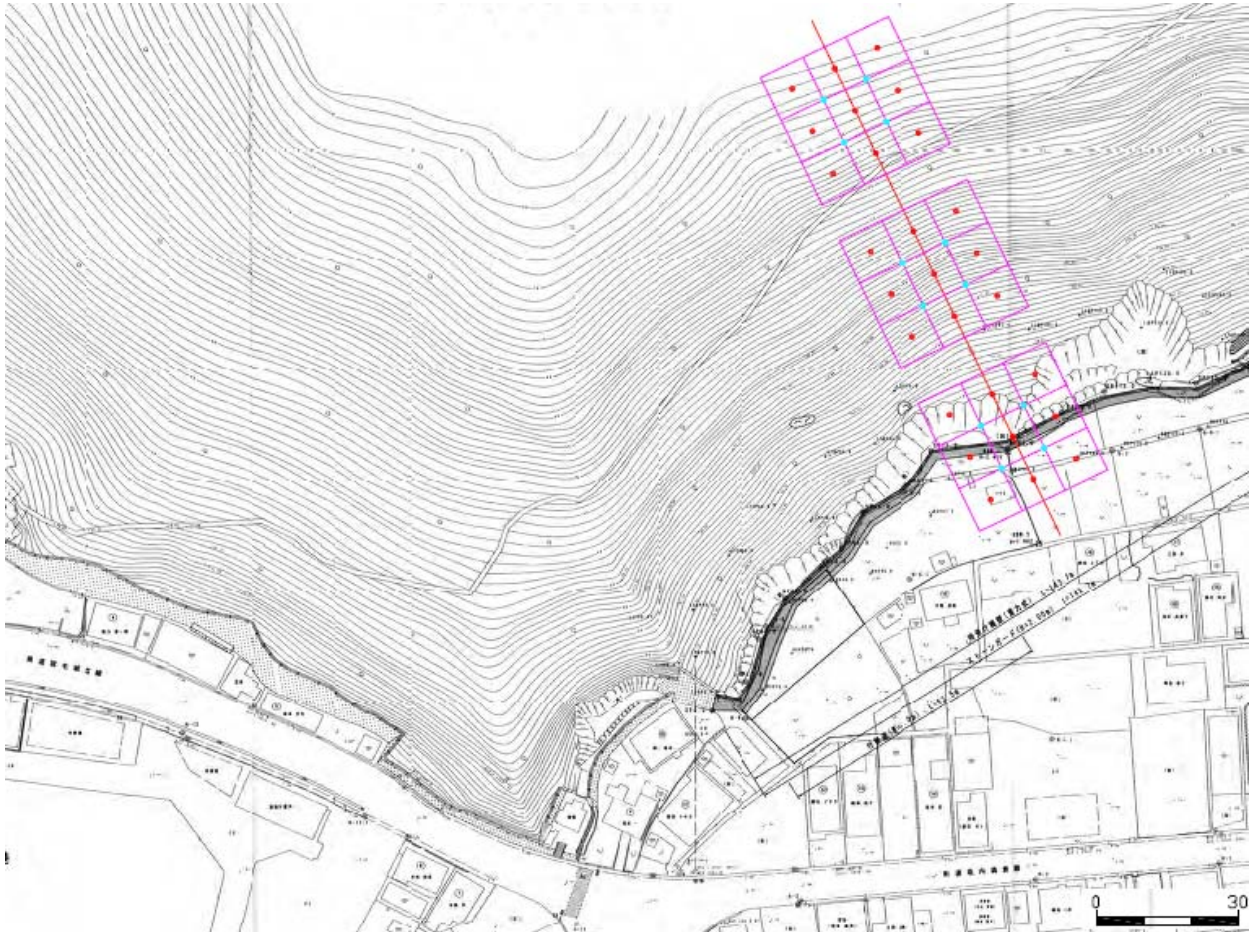


図 2.2 平面図でのメッシュ作成イメージ

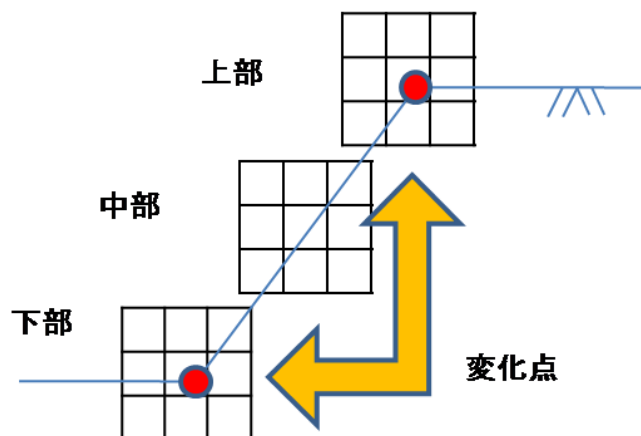


図 2.3 縦断面図でのメッシュ作成イメージ

本業務で収集した現場のメッシュ作成の不可能と、不能理由は次のとおりである。

表 2.2 メッシュ作成不可能

番号	都道府県	市町村	箇所名	勾配 (°)	高さ (m)	借用資料で作業可能or不能		
						可能	作業不能(以下は、その理由)	
							標高未記載or 不明瞭	コンター間隔不明
1	A	A1	A11	60	35		斜面距離短い	
2	A	A1	A12	47	60		上部標高不明瞭	
3	B	B1	B11	60	20	○		
4	B	B2	B21	80	25	○		
5	B	B3	B31	36	100	○		
6	C	C1	C11	40	200	○		
7	D	D1	D11	38	16	○		
8	D	D2	D21	37	77	○		
9	D	D3	D31	30	50	○		
10	D	D4	D41	35	100	○		
11	D	D4	D42	47	45	○		
12	D	D4	D43	40	57	○		
13	D	D5	D51	40	70	○		
14	D	D5	D52	35	110	○		
15	D	D6	D61	40	80	○		
16	D	D6	D62	35	70	○		
17	D	D7	D71	35	30	○		
18	D	D7	D72	45	150	○		
19	D	D8	D81	40	65	○		
20	D	D9	D91	33	11	○		
21	D	D10	D101	40	19	○		
22	E	E1	E11	45	49	○		
23	E	E1	E12	45	55	○		
24	E	E2	E21	50	40	○		
25	E	E3	E31	35	31	○		
26	E	E1	E13	60	25	○		
27	E	E4	E41	50	16	○		
28	E	E5	E51	70	15		○	
29	E	E5	E52	63	14		○	
30	E	E6	E61	45	12	○		
31	F	F1	F11	35	5	○		
32	F	F1	F12	40	8	○		
33	F	F2	F21	45	30	○		
34	F	F3	F31	45	50		○	
35	F	F4	F41	45	20	○		
36	G	G1	G11	40	15	○		
37	G	G1	G12	33	45		○	
38	H	H1	H12	60	50	○		
39	H	H2	H21	35	40		○	
40	H	H3	H31	35	230	○		
41	H	H4	H41	35	50	○		
42	H	H4	H42	35	50	○		
43	I	I1	I11	42	30	○		
44	I	I1	I12	39	35	○		
45	I	I1	I13	42	34	○		
46	J	J1	J11	58	10	○		
47	J	J2	J21	34	30	○		
48	J	J3	J31	37	12	○		
49	J	J4	J32	50	14	○		
50	K	K1	K11	55	35		○	
51	K	K2	K21	40	10	○		

表 2.3 メッシュ作成不可能

番号	都道府県	市町村	箇所名	勾配 (°)	高さ (m)	借用資料で作業可能or不能			
						可能	作業不能(以下は、その理由)		
							標高未記載or 不明瞭	コンター間隔不明	図面の縮尺不明
52	K	K3	K31	40	80	○			
53	K	K4	K41	40	120	○			
54	K	K4	K42	40	42	○			
55	K	K5	K51	38	22	○			
56	K	K6	K61	40	50		○	○	
57	K	K6	K62	40	50		○	○	
58	K	K6	K63	40	40		○	○	
59	K	K6	K64	45	40		○	○	
60	K	K5	K52	40	60	○			
61	K	K5	K53	35	54	○			
62	K	K4	K43	50	80	○			
63	K	K4	K44	40	40	○			
64	K	K5	K54	40	70	○			
65	K	K5	K55	31	12	○			
66	K	K6	K65	30	120	○			
67	K	K4	K45	40	170	○			
68	K	K4	K46	40	30	○			
69	K	K4	K47	40	60	○			
70	K	K4	K48	40	90	○			
71	K	K4	K49	40	20	○			
72	K	K7	K71	40	30	○			
73	K	K7	K72	35	30		○		
74	K	K7	K73	42	15		○		
75	K	K7	K74	40	18		○		
76	K	K7	K75	30	40		○		
77	K	K7	K76	40	150				○
78	K	K8	K81	40	300	○			
79	L	L1	L11	40	10	○			
80	L	L1	L12	45	10		○		
81	L	L2	L21	35	20		○		
82	L	L1	L13	35	10	○			
83	L	L3	L31	60	10	○			
84	L	L3	L14	40	10		斜面距離短い		
85	L	L4	L41	50	10		斜面距離短い		
86	M	M1	M11	40	40	○			
87	M	M2	M21	40	20	○			
88	N	N1	N11	32	12	○			
89	N	N2	N21	60	22	○			
90	N	N3	N31	75	9	○			
91	N	N4	N41	50	25	○			
92	N	N4	N42	40	25	○			
93	N	N5	N51	60	12		○		
94	N	N5	N52	45	21		○		
95	N	N5	N53	67	12		○		
96	N	N5	N54	35	15		○		
97	N	N13	N131	40	6	○			
98	N	N6	N61	40	40		○		
99	N	N6	N62	60	30	○			
100	N	N7	N71	30	20		○		
101	N	N8	N81	30	20		○		

表 2.4 メッシュ作成不可能

番号	都道府県	市町村	箇所名	勾配 (°)	高さ (m)	借用資料で作業可能or不能			
						可能	作業不能(以下は、その理由)		
							標高未記載or 不明瞭	コンター間隔不明	図面の縮尺不明
102	N	N9	N91	60	30		○		
103	N	N10	N101	50	60		○		
104	N	N11	N111	30	30		○		
105	N	N12	N121	40	50				○
106	O	O1	O11	40	35	○			
107	O	O1	O12	45	60	○			
108	O	O1	O13	55	60	○			
109	O	O2	O21	45	90	○			
110	O	O3	O31	60	45	○			
111	O	O3	O32	60	35	○			
112	O	O3	O33	55	25	○			
113	O	O3	O34	50	45	○			
114	O	O3	O35	50	45	○			
115	O	O1	O14	45	30	○			
116	O	O1	O15	55	30	○			
117	O	O1	O16	55	40	○			
118	O	O1	O17	55	26	○			
119	O	O2	O22	30	30	○			
120	O	O4	O41	60	30	○			
121	O	O3	O36	60	15	○			
122	O	O5	O51	60	16	○			
123	O	O5	O52	60	18	○			
124	O	O5	O53	60	30	○			
125	O	O5	O54	50	14	○			
126	O	O1	O18	50	20	○			
127	O	O1	O19	60	21		斜面距離短い		
128	O	O1	O110	40	15	○			
129	O	O1	O111	55	14	○	斜面距離短い		
130	O	O6	O61	60	18	○	斜面距離短い		
131	O	O6	O62	45	15	○			
132	O	O5	O55	50	16		○	○	
133	O	O5	O56	60	26	○			
134	O	O5	O57	60	15	○			
135	O	O5	O58	45	14	○			
136	O	O5	O59	30	29		○	○	
137	O	O5	O510	50	20	○			
138	O	O5	O511	60	15	○			
139	O	O7	O71	45	25		○		
140	O	O8	O81	45	20		○		
141	P	P1	P11	35	70	○			
142	P	P2	P21	35	15	○			
143	P	P2	P22	30	25				○
144	Q	Q1	Q11	36	30	○			
145	Q	Q2	Q21	35	18	○			
146	Q	Q2	Q22	36	23	○			
147	Q	Q3	Q31	39	66	○			
148	S	S1	S11	65	10	○			
149	R	R1	R11	50	30	○			
150	R	R2	R21	35	154	○			
151	R	R3	R31	45	30		○		○
152	R	R4	R41	30	10				

表 2.5 メッシュ作成可不可能

番号	都道府県	市町村	箇所名	勾配 (°)	高さ (m)	借用資料で作業可能or不能		
						可能	作業不能(以下は、その理由)	
							標高未記載or 不明瞭	コンター間隔不明
153	R	R5	R51	75	10	○		
154	S	S2	S21	35	29	○		
155	S	S3	S31	45	150	○		
156	S	S4	S41	60	8	○		
157	S	S5	S51	60	12	○		
158	S	S5	S52	45	30	○		
159	S	S5	S53	35	40		○	
160	S	S6	S61	60	30	○		
161	S	S7	S71	63	20		斜面距離短い	
162	S	S8	S81	49	31	○		
163	S	S8	S82	34	28	○		
164	S	S9	S91	70	8	○		
165	S	S9	S92	40	10		段々畑の様な地形。メッシュの位置により大きな差になる。	
166	S	S9	S93	65	6		○	
167	S	S9	S94	55	7	○		
168	S	S9	S95	50	5	○		
169	S	S10	S101	58	20	○		
170	S	S10	S102	50	15	○		
171	S	S10	S103	?	?		○	
172	S	S10	S104	60	7		○	
173	S	S11	S111	60	25	○		
174	S	S11	S112	50	15	○		
175	S	S11	S113	60	15	○		
176	S	S11	S114	55	15	○		
177	S	S11	S115	60	15	○		
178	S	S11	S116	36	22	○		
179	S	S11	S117	60	10	○		
180	S	S11	S118	60	20		○	
181	S	S11	S119	40	15	○		
182	S	S11	S1110	60	20		○	
183	S	S12	S121	40	20		○	
184	S	S13	S131	42	18	○		
185	S	S14	S141	60	30		○	
186	S	S14	S142	?	?		○	
187	S	S14	S143	40	15		○	
188	T	T1	T11	35	30			○
189	T	T2	T21	20	30	○		
190	T	T3	T31	40	25	○		
191	T	T4	T41	80	15	○		
192	T	T5	T51	34	20	○		
193	T	T6	T61	45	18		○	
194	T	T7	T71	?	?		○	
195	T	T8	T81	?	?		○	
196	T	T9	T91	40	15	○		
197	T	T9	T92	50	10	○		
198	T	T10	T101	50	20		○	
199	T	T11	T111	70	50		○	
200	T	T11	T112	70	50		○	
201	T	T12	T121	?	?		○	

### 2.3. 評価パラメータの算出

同手法での評価に用いるパラメータは、斜面勾配、平均曲率および最大加速度の3項目である。斜面勾配と平均曲率は、標高の読み取りから、最大加速度は、中央防災会議の成果に基づき算出した。

#### 2.3.1. 標高の読み取り

図 2.4 は、斜面勾配(青)と平均曲率(赤)を算出するための標高の読み取り位置を示している。斜面勾配はメッシュの交点で4点、平均曲率はメッシュの中央で9点を読み取る。

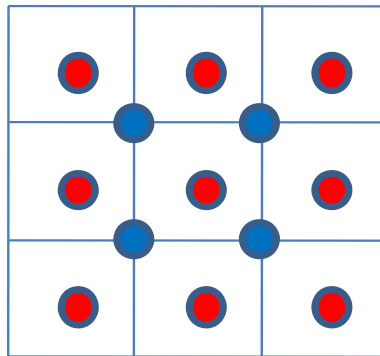


図 2.4 標高の読み取り



(1)斜面勾配の読み取り標高の一覧表  
 斜面勾配の読み取り標高は次のとおりである。

表 2.6 斜面勾配の読み取り標高の一覧

番号	都道府県	市町村	箇所名	斜面勾配の読み取り標高(m)													
				上部				中部				下部					
				左上	右上	左下	右下	左上	右上	左下	右下	左上	右上	左下	右下		
1	A	A1	A11														
2	A	A1	A12														
3	B	B1	B11	459.8	459.8	456.5	456.8					455.3	455.5	435.5	435.5		
4	B	B2	B21	310.5	310.5	303.0	304.5					296.0	296.5	292.0	292.5		
5	B	B3	B31	223.0	222.0	222.0	221.0	198.0	200.0	191.0	194.0	125.0	125.0	117.0	117.0		
6	C	C1	C11	292.0	293.0	290.0	291.0	264.0	263.0	256.0	255.0	210.0	212.0	206.0	207.0		
7	D	D1	D11	50.0	50.5	51.0	50.5	48.0	44.5	40.0	36.5	25.0	24.0	13.0	17.0		
8	D	D2	D21	120.0	119.0	107.5	108.0	84.8	86.5	73.0	74.8	49.0	49.0	44.0	44.0		
9	D	D3	D31	69.0	72.0	64.0	66.5	57.5	60.0	50.0	50.5	42.5	43.0	31.0	32.0		
10	D	D4	D41	211.5	211.0	203.0	202.3					182.0	181.5	173.0	173.0		
11	D	D4	D42	67.0	68.3	57.0	58.5					43.0	40.0	32.0	32.0		
12	D	D4	D43	234.0	234.0	225.3	228.0	217.0	223.5	208.0	215.0	202.0	204.0	197.0	197.0		
13	D	D5	D51	94.5	93.8	84.0	85.0					65.5	64.5	60.0	60.0		
14	D	D5	D52	85.0	82.0	76.5	75.0	57.5	58.5	46.0	46.0	26.0	25.5	14.0	14.5		
15	D	D6	D61	104.5	113.0	100.3	104.3	95.0	97.0	89.0	87.5	81.0	78.0	73.0	73.0		
16	D	D6	D62	128.8	128.8	121.8	121.8					112.5	111.0	105.0	105.0		
17	D	D7	D71	322.5	324.0	309.5	310.0					290.5	289.5	284.0	284.0		
18	D	D7	D72	309.0	308.5	295.5	295.8	280.0	282.0	272.3	278.3	265.0	265.8	259.0	259.0		
19	D	D8	D81	85.8	86.0	84.0	82.8	77.0	76.0	67.0	66.3	60.0	59.5	48.5	48.5		
20	D	D9	D91	34.0	37.8	28.5	27.0					15.0	13.0	6.5	6.5		
21	D	D10	D101	49.0	47.5	46.0	47.5	36.5	39.5	27.5	28.0	24.0	23.5	19.0	19.0		
22	E	E1	E11	103.0	104.8	105.3	105.0					94.0	93.0	90.0	90.0		
23	E	E1	E12	305.0	307.3	301.0	303.3	293.8	296.0	288.8	288.5	276.7	276.5	276.7	274.3		
24	E	E2	E21	291.0	292.0	284.0	285.0	278.0	279.0	272.0	273.5	247.5	248.0	254.0	256.0		
25	E	E3	E31	118.5	117.8	116.3	116.8	106.0	106.0	99.0	99.0	86.0	86.0	81.5	81.5		
26	E	E1	E13	104.5	103.5	98.5	98.0					91.0	92.0	88.7	88.7		
27	E	E4	E41	50.3	50.8	45.3	45.5					44.3	44.5	39.0	40.0		
28	E	E5	E51														
29	E	E5	E52														
30	E	E6	E61	41.0	41.0	38.0	38.0	34.0	34.0	31.3	31.5	25.3	25.0	22.0	22.0		
31	F	F1	F11	112.0	112.0	109.5	111.0	107.0	110.0	103.0	104.5	101.5	103.0	100.0	100.0		
32	F	F1	F12	153.0	152.0	147.0	146.0	120.0	121.0	116.0	116.0	112.0	112.5	103.5	104.5		
33	F	F2	F21	43.5	44.0	37.3	35.0					30.5	29.5	21.3	25.5		
34	F	F3	F31														
35	F	F4	F41	54.5	55.5	48.0	48.5	34.5	34.8	28.8	28.5	16.0	16.0	11.5	11.5		
36	G	G1	G11	142.0	140.5	136.0	135.5					128.5	128.5	124.0	123.5		
37	G	G1	G12														
38	H	H1	H11	304.5	300.5	302.5	299.0	280.5	281.5	273.0	274.0	262.5	262.5	257.0	257.0		
39	H	H2	H21														
40	H	H3	H31	451.0	447.0	446.0	443.5	395.5	396.0	389.0	389.0	338.0	336.0	329.0	328.0		
41	H	H4	H41	366.0	356.0	362.0	354.0	295.5	292.5	290.5	286.5	223.5	223.0	216.0	215.5		
42	H	H4	H42	454.5	454.0	446.5	446.5	383.0	384.0	376.0	377.0	332.0	334.0	326.0	326.0		
43	I	I1	I11	322.8	324.3	320.5	320.5	314.0	314.5	308.5	308.0	298.0	295.5	291.0	291.0		
44	I	I1	I12	476.5	478.0	465.5	465.5					446.0	448.0	437.0	437.0		
45	I	I1	I13	488.0	493.5	481.0	484.0	476.0	479.0	466.0	466.0	460.0	460.0	451.0	444.9		
46	J	J1	J11	123.2	123.2	119.3	120.0					114.0	115.0	108.0	108.0		
47	J	J2	J21	342.0	340.0	338.0	335.5	322.0	321.5	318.0	317.5	303.5	302.5	299.0	299.0		
48	J	J3	J31	22.5	22.8	12.0	11.0					15.0	14.0	4.0	4.0		
49	J	J3	J32	25.5	25.2	24.0	21.5	20.3	17.8	14.3	10.0	4.5	3.8	2.0	2.0		
50	K	K1	K11	51.0	56.0	49.0	53.0	43.0	45.5	40.0	40.5	22.0	22.0	15.0	15.0		
51	K	K2	K21	116.0	111.0	113.5	110.5	80.0	81.0	72.0	72.0	42.0	43.5	38.0	38.0		
52	K	K3	K31	185.0	182.0	175.0	172.0	156.0	155.0	148.0	149.0	132.0	130.0	120.0	119.0		
53	K	K4	K41	157.0	159.0	150.0	151.0	138.0	137.0	134.0	133.0	127.0	127.0	121.0	122.0		
54	K	K4	K42	184.0	189.0	177.0	181.0	157.0	159.0	151.0	154.0	137.0	136.0	133.0	132.0		

表 2.7 斜面勾配の読み取り標高の一覧

番号	都道府県	市町村	箇所名	斜面勾配の読み取り標高(m)											
				上部				中部				下部			
				左上	右上	左下	右下	左上	右上	左下	右下	左上	右上	左下	右下
55	K	K5	K51	63.5	64.0	58.5	58.5					41.0	41.0	37.0	37.0
56	K	K6	K61												
57	K	K6	K62												
58	K	K6	K63												
59	K	K6	K64												
60	K	K5	K52	94.0	94.0	89.0	90.0	70.0	70.5	62.0	62.0	43.5	43.5	40.0	40.0
61	K	K5	K53	82.0	84.0	82.0	81.0	73.5	72.0	65.5	63.5	57.0	55.5	50.0	50.0
62	K	K4	K43	162.0	160.0	155.0	155.0	128.0	129.0	123.0	125.0	89.0	92.0	87.0	87.0
63	K	K4	K44	148.0	146.0	140.0	139.0	114.0	115.0	108.0	109.0	89.0	92.0	87.0	87.0
64	K	K5	K54	162.5	166.5	157.5	160.0	146.0	146.0	140.5	140.0	133.5	133.0	130.0	129.5
65	K	K5	K55	65.0	65.0	59.0	58.0					49.0	50.0	44.0	44.5
66	K	K6	K65	257.0	255.0	254.0	253.0	242.0	241.0	239.0	238.0	203.0	202.0	199.0	198.0
67	K	K4	K45	133.0	133.0	127.0	126.0	105.0	105.0	95.0	95.0	72.0	73.0	65.0	66.0
68	K	K4	K46	132.0	137.0	129.0	134.0	105.0	108.0	99.0	103.0	73.0	74.5	68.0	68.0
69	K	K4	K47	137.0	141.0	132.0	135.0	108.0	106.0	100.0	99.0	73.0	72.0	69.0	68.0
70	K	K4	K48	152.0	161.0	148.0	155.0	111.0	110.0	105.0	104.0	75.0	71.0	69.0	67.0
71	K	K4	K49	231.0	231.0	226.0	226.0	111.0	110.0	105.0	104.0	87.0	84.0	79.0	78.0
72	K	K7	K71	446.0	450.0	444.0	447.0	417.0	416.0	411.0	410.0	393.0	393.0	390.0	390.0
73	K	K7	K72												
74	K	K7	K73												
75	K	K7	K74												
76	K	K7	K75												
77	K	K7	K76												
78	K	K8	K81	176.0	177.0	170.0	171.0	159.0	159.0	154.0	154.0	142.0	142.0	137.0	137.0
79	L	L1	L11	111.3	111.5	106.0	106.0					95.0	94.0	90.0	90.0
80	L	L1	L12												
81	L	L2	L21												
82	L	L1	L13	58.0	57.5	55.0	55.0	46.3	46.5	40.0	39.8	31.0	31.0	25.0	25.0
83	L	L3	L31	37.5	41.0	38.0	39.5					30.0	30.0	19.0	19.0
84	L	L1	L14												
85	L	L4	L41												
86	M	M1	M11	46.0	43.0	44.0	42.5	31.0	31.0	19.5	18.5	10.0	9.5	5.0	5.0
87	M	M2	M21	31.2	31.1	30.0	28.5	28.0	26.5	18.0	17.0	16.5	16.0	10.0	10.0
88	N	N1	N11	58.5	57.0	53.5	52.5	43.0	43.0	38.5	38.5	27.5	27.5	23.0	23.0
89	N	N2	N21	203.5	203.0	198.5	198.0	190.5	190.5	187.5	187.5	175.0	175.0	169.0	169.0
90	N	N3	N31	23.0	22.5	20.5	20.5	15.0	15.0	7.5	7.5	6.5	5.5	4.0	4.0
91	N	N4	N41	60.0	61.0	55.5	58.0	42.0	42.0	33.5	32.0	20.0	17.0	10.0	10.0
92	N	N4	N42	48.0	49.5	42.8	43.0	37.0	37.8	31.3	30.3	26.0	24.3	18.0	18.0
93	N	N5	N51												
94	N	N5	N52												
95	N	N5	N53												
96	N	N5	N54												
97	N	N13	N131	60.0	61.3	57.0	55.0	41.0	41.0	34.8	35.0	17.0	16.0	10.0	10.0
98	N	N6	N61												
99	N	N6	N62	43.8	45.0	35.0	34.0	30.3	29.5	23.0	24.0	20.5	20.3	15.0	15.0
100	N	N7	N71												
101	N	N8	N81												
102	N	N9	N91												
103	N	N10	N101												
104	N	N11	N111												
105	N	N12	N121												
106	O	O1	O11	36.5	37.0	29.0	33.0					25.0	28.0	18.5	18.0
107	O	O1	O12	106.8	107.3	102.8	104.3	88.8	88.5	80.0	80.0	60.5	59.8	55.0	57.0
108	O	O1	O13	56.8	53.8	51.5	51.3	36.5	37.0	26.5	28.0	12.5	14.0	4.3	6.5

表 2.8 斜面勾配の読み取り標高の一覧

番号	都道府県	市町村	箇所名	斜面勾配の読み取り標高(m)											
				上部				中部				下部			
				左上	右上	左下	右下	左上	右上	左下	右下	左上	右上	左下	右下
109	O	O2	O21	90.5	90.0	85.0	85.5	56.5	57.0	49.5	49.5	16.0	18.0	12.5	11.5
110	O	O3	O31	67.0	63.8	67.3	66.8	64.3	66.0	58.0	60.0	49.0	51.0	34.5	34.5
111	O	O3	O32	43.0	43.0	39.3	39.5					30.0	29.0	20.0	19.0
112	O	O3	O33	71.8	72.3	71.5	73.0	68.0	69.5	60.8	59.0	55.5	53.0	47.3	50.5
113	O	O3	O34	86.5	86.0	79.0	79.0	71.5	70.0	62.5	61.5	54.0	53.0	45.0	49.5
114	O	O3	O35	51.0	53.8	52.3	51.0	49.0	47.5	42.0	41.3	37.5	36.5	28.0	29.0
115	O	O1	O14	48.0	49.0	47.5	46.8					33.5	32.0	28.0	32.0
116	O	O1	O15	52.2	50.0	50.0	49.0	47.0	45.8	39.3	36.5	34.0	31.0	27.5	28.0
117	O	O1	O16	61.0	62.0	57.0	57.0	49.0	48.0	42.0	41.0	29.0	28.0	24.0	24.0
118	O	O1	O17	63.7	65.5	60.5	60.3					49.5	47.0	37.5	38.5
119	O	O2	O22	51.3	50.3	52.5	52.0					40.0	39.5	30.0	30.0
120	O	O4	O41	194.3	195.0	191.3	189.5					174.0	173.0	172.0	172.0
121	O	O3	O36	36.3	36.3	32.0	32.0					25.5	27.0	20.0	20.0
122	O	O5	O51	31.0	31.0	26.0	26.0					20.0	20.0	15.0	15.0
123	O	O5	O52	42.3	41.0	38.5	38.3					33.3	32.0	27.0	27.0
124	O	O5	O53	61.3	60.0	58.0	53.5	48.8	45.8	44.3	41.5	38.8	37.2	35.8	35.5
125	O	O5	O54	43.4	43.3	42.0	41.5					37.5	37.2	33.5	33.0
126	O	O1	O18	21.7	21.5	20.7	20.5	16.1	16.0	15.8	15.8	13.9	13.5	12.0	12.0
127	O	O1	O19												
128	O	O1	O110	33.0	33.0	27.5	28.5					22.5	23.5	18.0	19.0
129	O	O1	O111												
130	O	O6	O61												
131	O	O6	O62	19.0	20.3	15.8	15.0					12.5	11.5	4.7	3.8
132	O	O5	O55												
133	O	O5	O56	39.2	39.0	36.8	37.3	31.5	33.8	23.0	24.5	15.0	16.5	8.5	11.0
134	O	O5	O57	43.5	45.0	38.0	37.5					29.5	28.8	17.0	17.0
135	O	O5	O58	52.0	50.5	46.3	46.5					42.8	42.0	40.5	40.5
136	O	O5	O59												
137	O	O5	O510	33.3	33.3	29.0	27.0					23.8	23.0	19.2	19.2
138	O	O5	O511	41.0	41.0	35.0	35.5					29.0	28.0	23.5	25.5
139	O	O7	O71												
140	O	O8	O81												
141	P	P1	P11	555.0	552.0	548.0	546.0	497.0	496.0	492.0	490.0	458.0	458.0	454.0	454.0
142	P	P2	P21	740.0	743.0	734.5	735.0					731.0	730.5	728.0	726.8
143	P	P2	P22												
144	Q	Q1	Q11	25.2	25.2	20.0	19.3					10.0	9.0	1.4	1.4
145	Q	Q2	Q21	24.8	25.3	19.0	18.8					10.0	9.0	1.4	1.4
146	Q	Q2	Q22	22.3	22.3	17.5	17.3	14.3	14.8	10.0	10.0	7.0	6.5	2.0	2.0
147	Q	Q3	Q31	66.5	68.5	61.3	61.0	50.5	49.5	41.0	40.5	27.0	28.8	21.0	21.0
148	S	S1	S11	38.0	39.0	32.8	32.8	28.8	28.5	21.5	21.0	14.0	12.0	4.0	4.0
149	R	R1	R11	643.0	644.0	631.5	632.0	618.5	620.5	611.5	613.5	598.0	599.5	595.0	595.0
150	R	R2	R21	131.0	133.0	124.5	126.5	108.0	108.5	102.0	101.0	81.0	81.0	74.0	75.0
151	R	R3	R31												
152	R	R4	R41	63.0	73.0	61.5	68.0	57.0	61.0	45.5	46.0	39.0	39.0	33.0	33.0
153	R	R5	R51	31.5	32.0	26.5	26.0					10.5	9.5	1.5	1.5
154	S	S2	S21	79.0	77.5	74.0	74.0	64.0	65.0	58.0	59.0	47.5	48.0	42.0	42.0
155	S	S3	S31	165.0	165.0	156.5	156.0	154.5	154.0	145.5	144.3	141.0	140.5	134.0	135.0
156	S	S4	S41	57.3	53.0	54.0	51.0	46.8	44.8	40.5	38.0	31.0	30.7	26.0	26.0
157	S	S5	S51	39.1	39.1	35.0	37.0	34.5	36.8	28.0	30.0	27.8	29.5	24.6	24.7
158	S	S5	S52	515.0	514.5	505.8	504.3	502.8	501.8	491.0	492.3	488.0	490.0	481.0	482.0
159	S	S5	S53												
160	S	S6	S61	217.3	218.3	213.3	214.0	212.5	213.0	208.8	209.0	208.3	208.5	205.0	205.0
161	S	S7	S71												
162	S	S8	S81	33.8	32.8	22.8	22.8	25.3	25.5	15.8	15.0	18.0	17.5	10.3	10.3

表 2.9 斜面勾配の読み取り標高の一覧

番号	都道府県	市町村	箇所名	斜面勾配の読み取り標高(m)											
				上部				中部				下部			
				左上	右上	左下	右下	左上	右上	左下	右下	左上	右上	左下	右下
163	S	S8	S82	268.0	267.0	263.0	261.5	261.0	259.5	253.5	252.0	250.5	249.5	247.5	247.0
164	S	S9	S91	45.0	44.0	37.0	36.5	33.5	33.5	24.0	25.3	19.0	20.5	8.0	10.0
165	S	S9	S92												
166	S	S9	S93												
167	S	S9	S94	52.0	50.0	42.0	41.0	44.0	43.5	34.5	34.0	29.0	30.0	26.0	26.0
168	S	S9	S95	41.0	40.5	31.0	28.0					14.0	13.0	4.0	4.0
169	S	S10	S101	24.5	23.8	17.5	17.5	14.0	14.0	8.0	8.0	5.0	5.0	2.5	2.5
170	S	S10	S102	17.0	18.0	11.0	12.0	13.0	14.0	7.0	8.0	9.0	10.0	6.0	6.0
171	S	S10	S103												
172	S	S10	S104												
173	S	S11	S111	65.0	64.0	56.5	56.0	58.0	57.5	50.5	49.0	51.5	50.0	46.0	46.0
174	S	S11	S112	68.5	70.0	45.0	47.0					41.0	42.0	34.0	34.0
175	S	S11	S113	28.0	26.0	16.0	14.0	16.0	14.0	7.0	7.0	7.0	7.0	3.0	3.0
176	S	S11	S114	17.5	18.0	10.5	11.5	12.0	13.0	4.0	7.0	6.0	8.5	3.0	3.0
177	S	S11	S115	36.0	40.0	36.0	38.5	33.0	32.5	30.0	29.0	8.0	8.0	2.0	2.0
178	S	S11	S116	47.0	47.0	39.5	40.0					46.0	46.5	32.0	31.0
179	S	S11	S117	28.0	28.8	21.0	21.5	15.5	14.3	11.3	10.8	6.0	6.0	5.0	5.0
180	S	S11	S118												
181	S	S11	S119	37.5	38.5	30.0	31.5	24.0	25.0	18.5	19.5	15.0	15.5	6.0	6.0
182	S	S11	S1110												
183	S	S12	S121												
184	S	S13	S131	210.5	209.5	204.0	205.0	203.8	204.0	195.0	195.0	194.5	194.5	184.0	184.0
185	S	S14	S141												
186	S	S14	S142												
187	S	S14	S143												
188	T	T1	T11												
189	T	T2	T21	50.0	50.0	47.0	48.5	37.0	37.5	35.0	35.5	24.0	24.5	19.5	20.5
190	T	T3	T31	223.5	224.5	218.5	218.5					215.0	213.0	209.0	209.0
191	T	T4	T41	79.0	78.5	77.0	76.0	62.0	60.5	58.0	56.0	32.0	29.5	25.0	25.0
192	T	T5	T51	73.8	73.3	70.8	71.5	61.5	64.8	56.0	59.0	48.0	52.0	44.5	44.5
193	T	T6	T61												
194	T	T7	T71												
195	T	T8	T81												
196	T	T9	T91	269.0	269.0	261.5	261.5	259.5	259.5	252.0	252.5	250.0	250.5	246.0	246.0
197	T	T9	T92	34.0	35.0	21.5	23.0					21.5	23.0	11.5	11.5
198	T	T10	T101												
199	T	T11	T111												
200	T	T11	T112												
201	T	T12	T121												







### 2.3.2. 勾配および平均曲率の算出

読み取った標高データと 10m 間隔の平面座標データを基に、斜面勾配と平均曲率を算出する。

#### (1) 斜面勾配

斜面勾配は、メッシュの交点 4 点からの距離が最小となるような平面（一次傾向面）を決定し、その平面の最急勾配を各メッシュの斜面勾配とする。1 次傾向面に対応する平面の方程式を式 1.1、水平面の方程式を式 1.2 とすると、それらの 2 つの平面がなす角が斜面勾配となり、式 1.3 で表される。式 1.1～式 1.3 は、地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究、国土技術政策総合研究所資料、No.204、pp.56-57 から引用した。

$$a_1x + b_1y + c_1z + d = 0 \quad (\text{式 1.1})$$

$$a_2x + b_2y + c_2z + d = 0 \quad (\text{式 1.2})$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{a_1a_2 + b_1b_2 + c_1c_2}{\sqrt{(a_1^2 + b_1^2 + c_1^2)(a_2^2 + b_2^2 + c_2^2)}} \quad (\text{式 1.3})$$

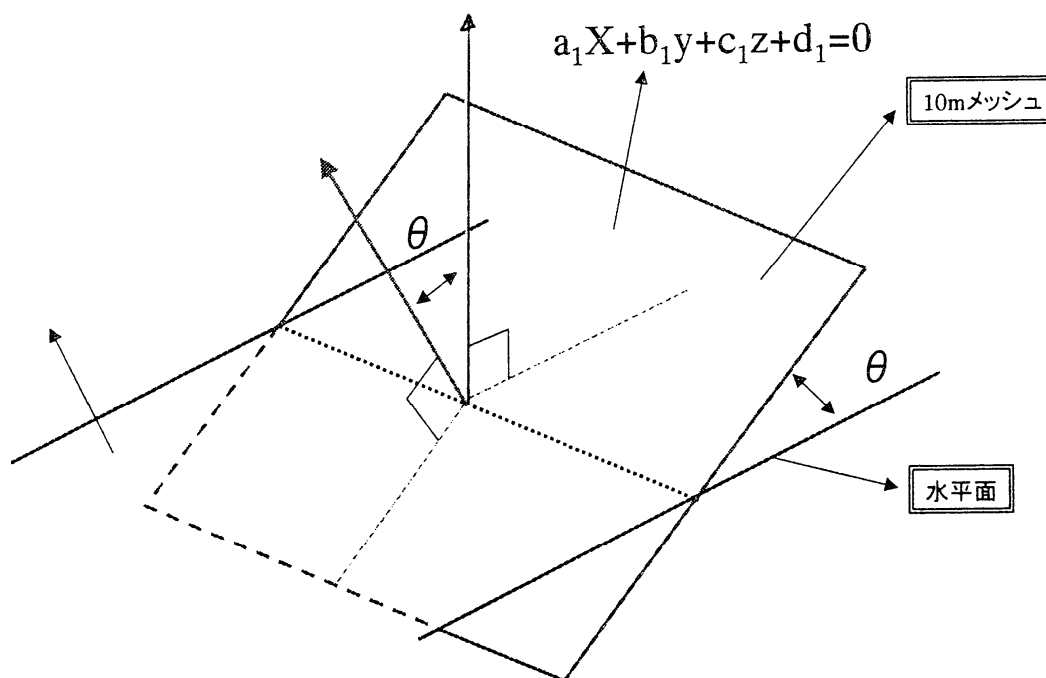


図 2.5 斜面勾配算出概念図



(2)平均曲率

平均曲率は、メッシュの中央9点の標高データと10m間隔の平面座標データを用いて、式1.4で算出する。式1.4は、地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究、国土技術政策総合研究所資料、No.204、pp.59-60.を引用した。

$$H = \frac{h_{xx}(1+h_y^2) + h_{yy}(1+h_x^2) - 2h_x h_y h_{xy}}{2(1+h_x^2 + h_y^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (\text{式 1.4})$$

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

ここに、

$H$  : 平均曲率

$h$  : 標高

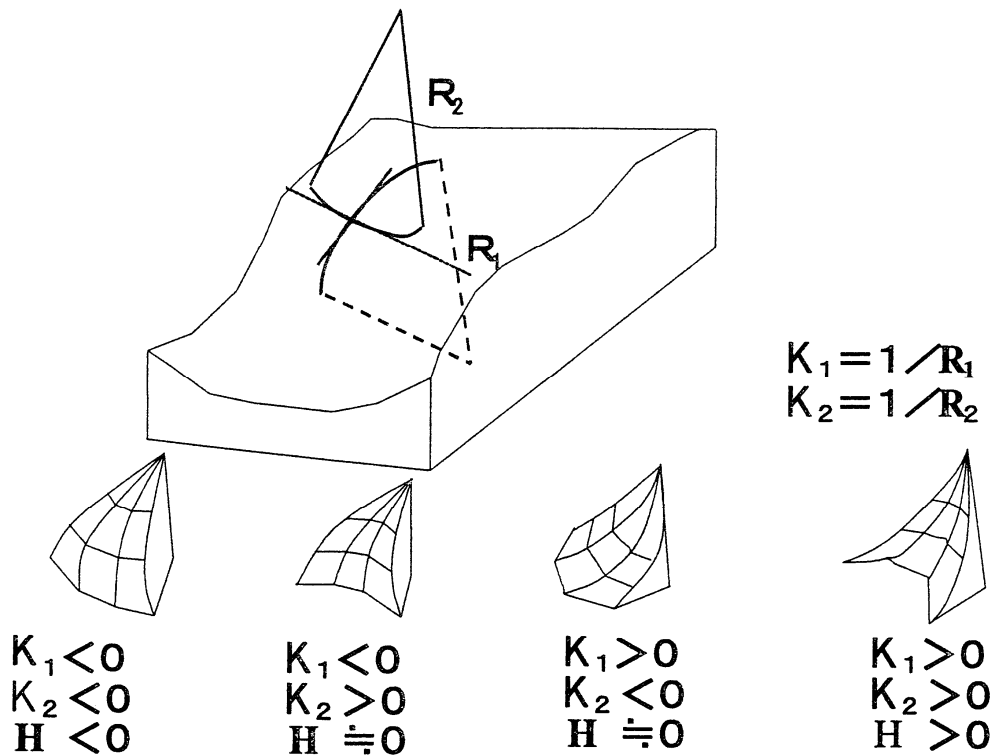


図 2.6 平均曲率の概念図 ( $R_1$ 、 $R_2$ は曲率半径、 $K_1$ 、 $K_2$ は曲率)

### 2.3.3. 勾配および平均曲率の頻度

危険度評価に用いた勾配および平均曲率の基本統計および頻度は、次のとおりである。

#### (1) 斜面勾配

危険度評価に用いた勾配は、 $1^{\circ} \sim 67^{\circ}$  の範囲であることが判明した。勾配の平均値および累積頻度分布から、斜面上部と斜面下部が同程度の勾配、斜面中部が  $4^{\circ} \sim 5^{\circ}$  程度大きな勾配となることが判明した。

表 2.13 勾配の基本統計

		データ数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
勾配	上部	141	28.59	12.24	2.85	66.79
	中部	96	34.14	9.23	1.46	53.39
	下部	141	30.38	10.92	5.71	63.32

表 2.14 勾配の度数

勾配 レンジ区分	箇所数		
	上部	中部	下部
0-10	12	1	4
10-15	13	3	6
15-20	11	2	12
20-25	16	9	25
25-30	25	10	25
30-35	24	26	25
35-40	15	17	15
40-45	12	18	12
45-50	8	7	12
50-55	4	3	2
55-60	0	0	2
60-65	0	0	1
65-70	1	0	0

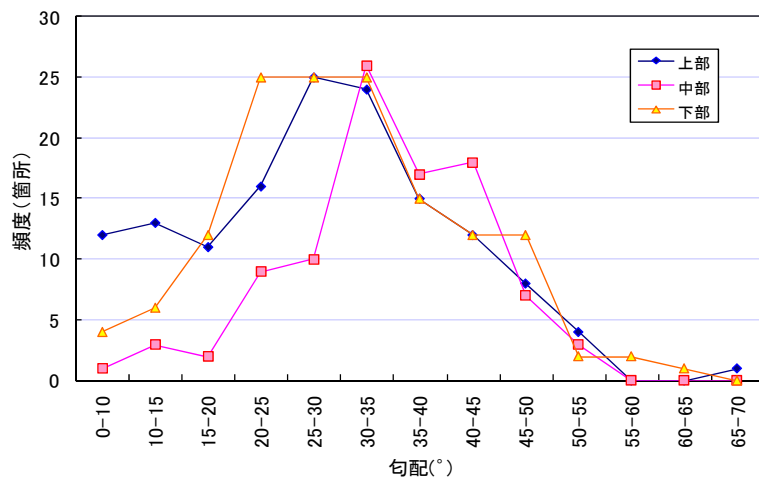


図 2.7 勾配の頻度分布

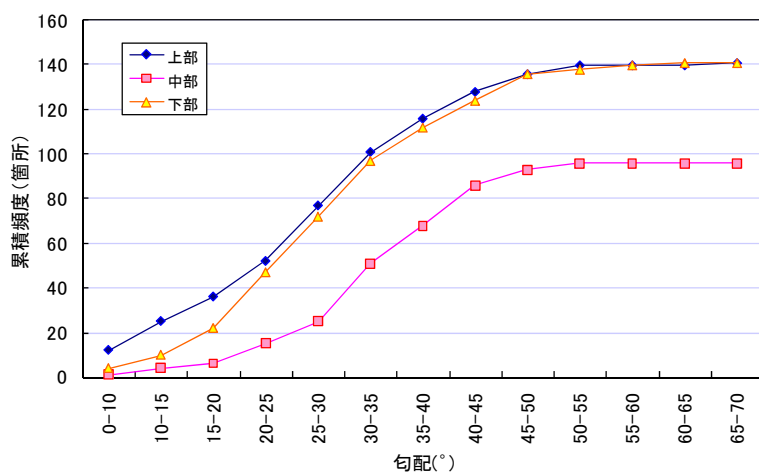


図 2.8 勾配の累積頻度分布

## (2)平均曲率

危険度評価に用いた平均曲率は、 $-0.072 \sim 0.0839$ の範囲であることが判明した。平均曲率の平均値および頻度分布から、斜面上部ほど凸地形（マイナス側）となり、斜面下部ほど凹地形（プラス側）となることが判明した。

表 2.15 平均曲率の基本統計

		データ数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
平均 曲率	上部	141	-0.0171	0.0209	-0.0720	0.0438
	中部	96	-0.0044	0.0157	-0.0540	0.0633
	下部	141	0.0172	0.0221	-0.0551	0.0839

表 2.16 平均曲率の度数

平均曲率 レンジ区分	箇所数		
	上部	中部	下部
-0.080~-0.075	0	0	0
-0.075~-0.070	2	0	0
-0.070~-0.065	1	0	0
-0.065~-0.060	1	0	0
-0.060~-0.055	4	0	1
-0.055~-0.050	3	1	0
-0.050~-0.045	4	0	0
-0.045~-0.040	9	2	2
-0.040~-0.035	7	1	0
-0.035~-0.030	7	1	1
-0.030~-0.025	6	1	0
-0.025~-0.020	13	3	5
-0.020~-0.015	13	12	3
-0.015~-0.010	6	13	4
-0.010~-0.005	13	10	7
-0.005~-0.000	27	18	2
0.000-0.005	9	14	11
0.005-0.010	6	7	9
0.010-0.015	8	5	11
0.015-0.020	1	4	17
0.020-0.025	0	2	16
0.025-0.030	0	1	14
0.030-0.035	0	0	8
0.035-0.040	0	0	12
0.040-0.045	1	0	9
0.045-0.050	0	0	1
0.050-0.055	0	0	4
0.055-0.060	0	0	1
0.060-0.065	0	1	1
0.065-0.070	0	0	0
0.070-0.075	0	0	1
0.075-0.080	0	0	0
0.080-0.085	0	0	1

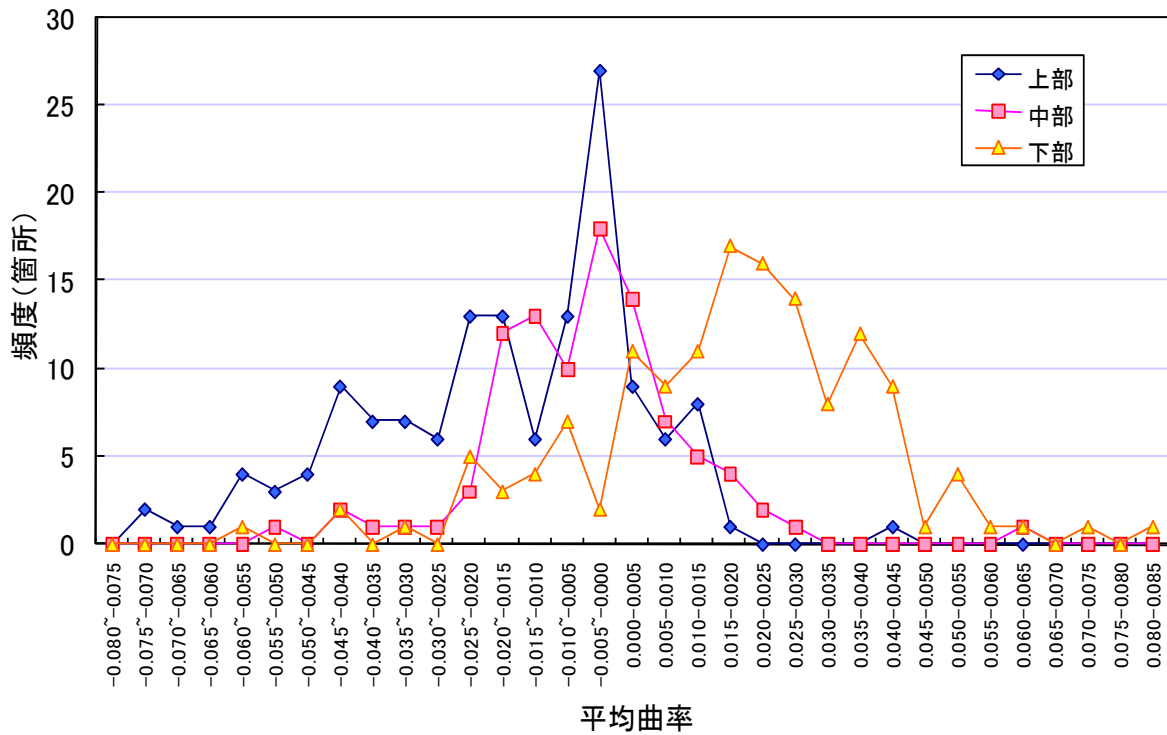


図 2.9 平均曲率の頻度分布

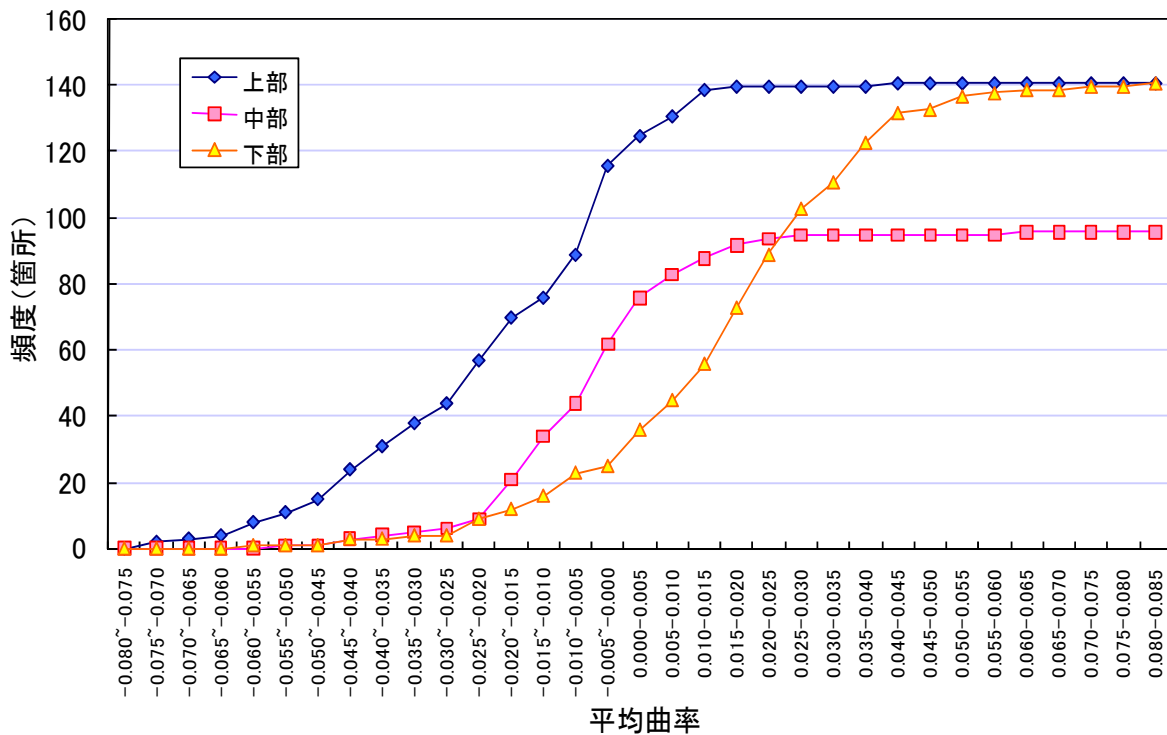


図 2.10 平均曲率の累積頻度分布

## 2.4. 最大地震加速度の検討

最大地震加速度について以下に整理した。

### 2.4.1. 震源情報

震源情報は、中央防災会議（首都直下地震対策専門調査会、東海地震に関する専門調査会、東海地震対策専門調査会、東南海・南海地震等に関する専門調査会）での地震動波形計算結果などに関する成果（29ケース）を用いた。震源の3次元位置とモーメントマグニチュードは次のとおりである。

モーメントマグニチュードは、震源における、地震を起こした断層運動の大きさを表す量として、断層の大きさやずれの量から計算される地震モーメントから得られるものである。モーメントマグニチュードの値は、これまでのマグニチュードよりも一般に若干大きめに出る傾向があるが、地震の規模をより忠実に表すものとして評価されるようになっている。

表 2.17 震源位置一覧

No.	断層名	緯度(°)	経度(°)	深度(Km)	モーメントマグニチュード Mw
1	都心東部直下	35.6519	139.817	12.446	6.6
2	都心西部直下	35.6649	139.757	12.446	6.6
3	関東平野北西縁断層帯	36.0936	139.22	12.942	6.9
4	立川断層帯	35.7499	139.399	13.357	7
5	伊勢原断層帯	35.4167	139.383	13.462	6.7
6	神縄・国府津-松田断層帯	35.2586	139.398	14.386	7.1
7	三浦半島断層群	35.344	139.728	14.405	6.9
8	東京湾北部	35.6095	139.879	37.789	7.3
9	茨城県南部	36.175	139.934	46.691	7.3
10	多摩	35.74	139.271	42.635	7.3
11	さいたま市	35.82457	139.669	5.4	6.6
12	千葉市	35.52881	140.147	5.4	6.6
13	川崎市	35.44308	139.743	6.8	6.6
14	横浜市	35.35986	139.678	8	6.6
15	立川市	35.61591	139.459	5	6.6
16	羽田空港	35.46488	139.823	5.7	6.6
17	市原	35.43937	140.077	6.2	6.6
18	成田空港	35.68139	140.428	5	6.6
19	東海 S①	34.975	137.925	29.503	7.96
20	東海 S②	34.725	137.525	29.073	7.96
21	東海 D①	34.975	137.925	29.503	7.96
22	東海 D②	34.725	137.525	25.073	7.96
23	東南海-南海	33.209	135.879	14.37	8.6
24	東南海	33.47	136.101	18.408	8.2
25	南海	33.209	135.879	14.37	8.6
26	東海-東南海-南海①	33.209	135.879	14.37	8.7
27	東海-東南海-南海②	34.725	137.525	25.073	8.7
28	東海-東南海①	33.47	136.101	18.408	8.3
29	東海-東南海②	34.725	137.525	25.073	8.3

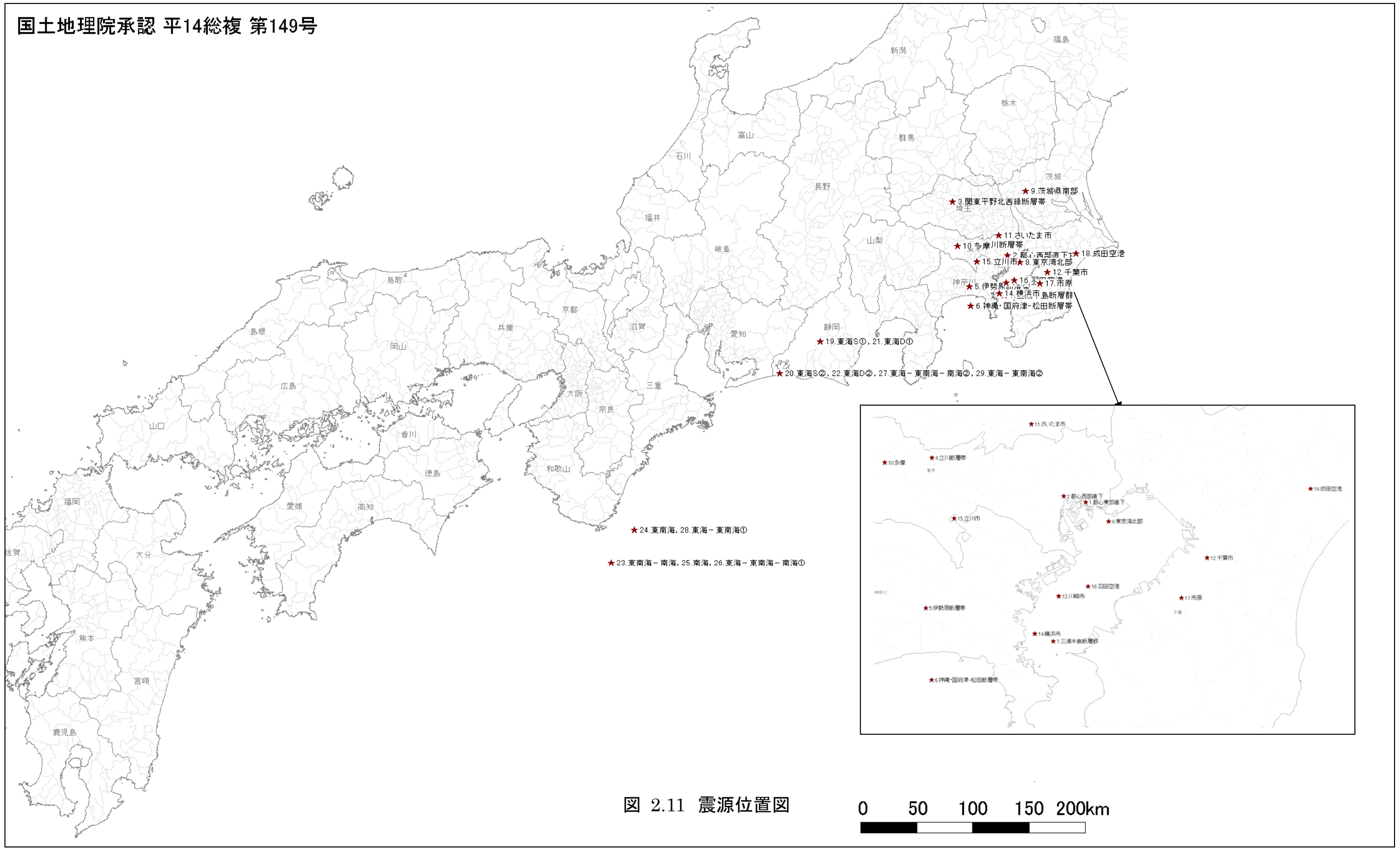
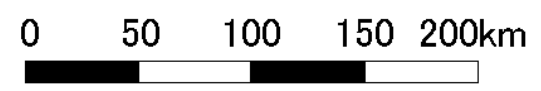


図 2.11 震源位置図



白地図は、フリーウェア「白地図 KenMap」にて作製した。「白地図 KenMap」は、国土地理院より測量成果の複製承認(承認番号 平 14 総複 第 149 号)を受けている。以下の白地図も同様である。

## 2.4.2. 震源位置から崩壊危険箇所の位置までの斜距離の算出

震源位置から崩壊危険箇所の位置までの斜距離  $R$  は、式 1.5 で算出した。

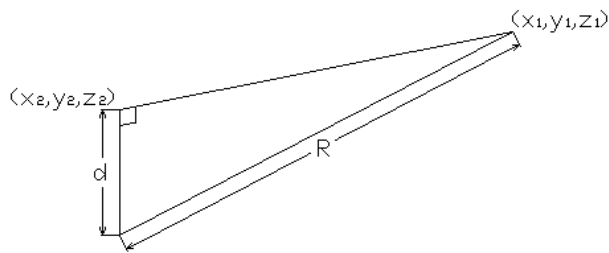


図 2.12 震源位置から崩壊危険箇所の位置までの斜距離  $R$  の概念図

$$R = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 + d^2} \quad (\text{式 1.5})$$

ここに、

$R$  : 震源位置から崩壊危険箇所の位置までの斜距離

$x_1, y_1, z_1$  : 崩壊危険箇所の位置の座標

$$x_1 = r \cdot \cos \phi_1 \cdot \cos \lambda_1$$

$$y_1 = r \cdot \cos \phi_1 \cdot \sin \lambda_1$$

$$z_1 = r \cdot \sin \phi_1$$

$x_2, y_2, z_2$  : 震源位置の座標

$$x_2 = r \cdot \cos \phi_2 \cdot \cos \lambda_2$$

$$y_2 = r \cdot \cos \phi_2 \cdot \sin \lambda_2$$

$$z_2 = r \cdot \sin \phi_2$$

$r$  : 東京の緯度における地球の半径 6370.846 km

$\phi_1$  : 崩壊危険箇所の位置の緯度

$\lambda_1$  : 崩壊危険箇所の位置の経度

$\phi_2$  : 震源位置の緯度

$\lambda_2$  : 震源位置の経度

$d$  : 震源の深さ









#### 2.4.4. 最大地震加速度の算出

最大地震加速度は、崩壊危険箇所毎に、表 2.21 にある震源データ（29 ケース）と崩壊危険箇所の位置データを用いて福島美光(2002)の距離減衰式（式 1.6）により算出した。距離減衰式は、強震記録を回帰分析することで求められ、距離、マグニチュード等の簡単なパラメータにより地震動強さを予測する手法である。危険度評価に用いる最大地震加速度は、29 ケースの最大値とした。なお、地盤による加速度の増幅等は考慮せず、距離減衰式による値を最大地震加速度とした。

$$\log_{10} A_{org} = 0.42 M_w - \log_{10} (R + 0.025 \cdot 10^{0.42 M_w}) - 0.0033 R + 1.22 \quad (\text{式 1.6})$$

ここに、

$A_{org}$  : 最大地震加速度 (cm/s<sup>2</sup>)

$R$  : 震源位置から崩壊危険箇所の位置までの斜距離 (Km)

$M_w$  : モーメントマグニチュード

都道府県別の最大地震加速度は次のとおりである。D、E、O は、震源位置に近いことから、最大地震加速度が 300gal 以上となる箇所が多くなっている。

表 2.21 都道府県別の最大地震加速度

	都道府県	最大地震加速度(gal)								計
		0-50	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	350-400	
1	A				1	1				2
2	B			1	2					3
3	C			1						1
4	D			7		2	3	2	1	15
5	E						3	4	2	9
6	F			1	2	1		1		5
7	G			2						2
8	H			2	1	2				5
9	I			3						3
10	J		4							4
11	K			2	25	2				29
12	L	7								7
13	M	2								2
14	N	18								18
15	O					2	16	12	5	35
16	P			2			1			3
17	Q	4								4
18	R		5							5
19	S	35								35
20	T	13	1							14
	計	79	10	21	31	10	23	19	8	201

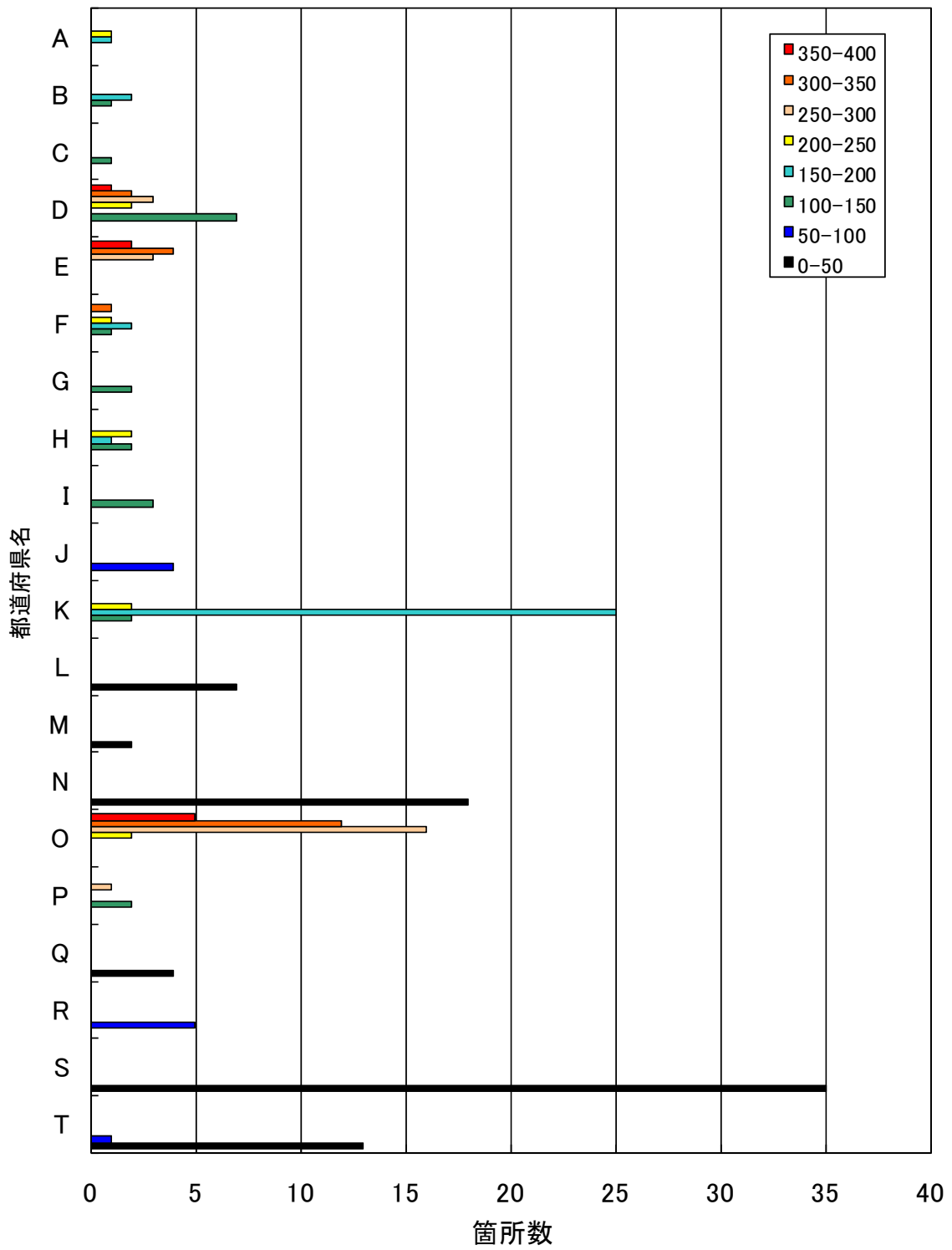


図 2.13 都道府県別の最大地震加速度









### 2.4.6. 最大地震加速度の頻度

危険度評価に用いた最大地震加速度の基本統計および頻度は、次のとおりである。最大地震加速度は、4～393(gal)の範囲であることが判明した。

表 2.25 最大地震加速度の基本統計

	データ数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
最大加速度 (gal)	141	153.78	117.85	4.11	393.44

表 2.26 最大地震加速度の度数

最大加速度(gal)	
レンジ区分	箇所数
0-20	30
20-40	14
40-60	4
60-80	1
80-100	4
100-120	9
120-140	5
140-160	4
160-180	18
180-200	2
200-220	3
220-240	2
240-260	6
260-280	5
280-300	13
300-320	12
320-340	2
340-360	4
360-380	2
380-400	1

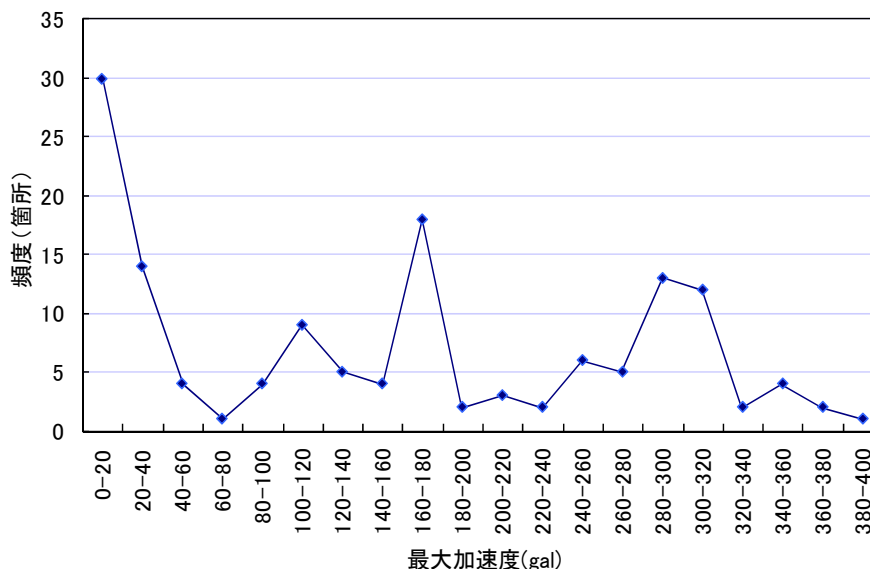


図 2.14 最大加速度(gal)の頻度分布

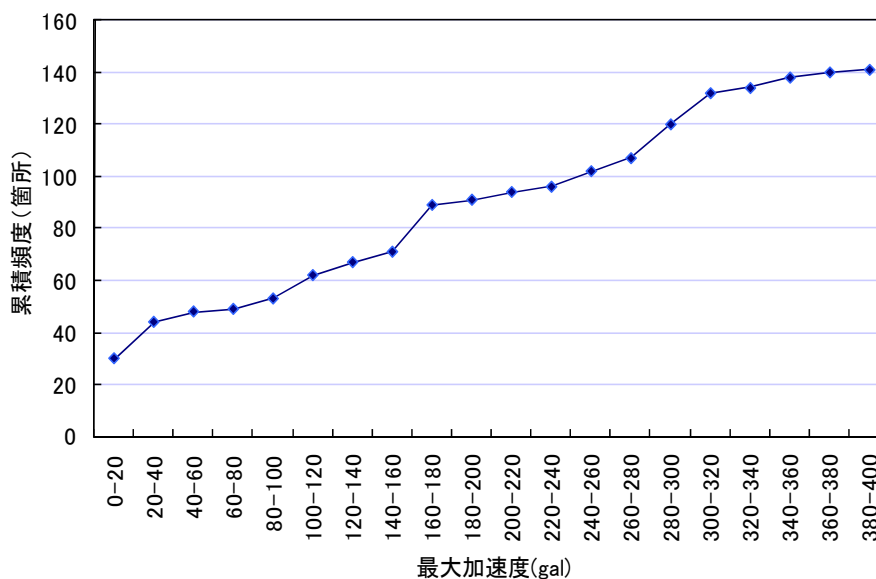


図 2.15 最大加速度(gal)の累積頻度分

## 2.5. 危険度評価

内田ら（2004）は、地震による斜面崩壊の危険度を斜面ごとに判別する手法を開発している。具体的には、1995年兵庫県南部地震による斜面崩壊分布に関するデータを解析することで、斜面勾配  $I$ 、斜面の平均曲率  $c$ 、最大加速度  $A$  を説明変数とし、崩壊の発生・非発生を目的変数とした判別関数式を次式のように提案している。式 1.7 は、地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究、国土技術政策総合研究所資料、No.204、pp.41 から引用した。

$$F = 0.075I - 8.9c + 0.0056A - 3.2 \quad (\text{式 1.7})$$

ここに、 $F$ ：判別得点  
 $I$ ：斜面勾配（°）  
 $c$ ：平均曲率  
 $A$ ：最大加速度（cm/s<sup>2</sup>）

判別得点  $F$  が正のとき崩壊発生、負のとき崩壊非発生と予測されることになる。各パラメータの寄与度は、勾配、地震動の最大加速度、平均曲率の順で大きくなる。

同手法での判別得点による危険度評価基準は、表 1.27 のとおりである。表 1.27 は、地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究、国土技術政策総合研究所資料、No.204、pp.43 から引用した。

表 2.27 判別得点による危険度評価基準

危険度	色	表現	判別得点
低い  高い	青	崩壊が起りにくい	-3.0~-1.5
	水色	崩壊がやや起りにくい	-1.5~-0.5
	緑	—	-0.5~0.5
	黄色	崩壊がやや起りやすい	0.5~1.0
	赤	崩壊が起りやすい	1.0~10

## 2.5.1. 危険度評価基準による対象箇所危険度評価結果の概要

### (1) 都道府県別の危険度評価結果

評価可能であった箇所は 201 箇所のうち 141 箇所である。都道府県別の危険度評価基準による対象箇所の危険度評価結果は、次のとおりである。崩壊が起りやすい箇所の 7 割が、D と O であることが判明した。

表 2.28 都道府県別の危険度評価結果

	都道府県	表 現					判別不能	合計
		崩壊が起 りにくい	崩壊がや や起りに くい	—	崩壊がや や起りや すい	崩壊が起 りやすい		
		-3.0~-1.5	-1.5~-0.5	-0.5~0.5	0.5~1.0	1.0~10		
1	A						2	2
2	B				2	1		3
3	C			1				1
4	D				5	10		15
5	E		1	1	3	2	2	9
6	F		1		2	1	1	5
7	G			1			1	2
8	H			1	2	1	1	5
9	I			1		2		3
10	J		1	2	1			4
11	K		1	7	10	2	9	29
12	L		2		1		4	7
13	M			1	1			2
14	N	1	5	1			11	18
15	O		2	3	5	18	7	35
16	P			1		1	1	3
17	Q		1	3				4
18	R			2	1	1	1	5
19	S		5	15	2	1	12	35
20	T		4	1	1		8	14
計		1	23	41	36	40	60	201
合計						141	60	201

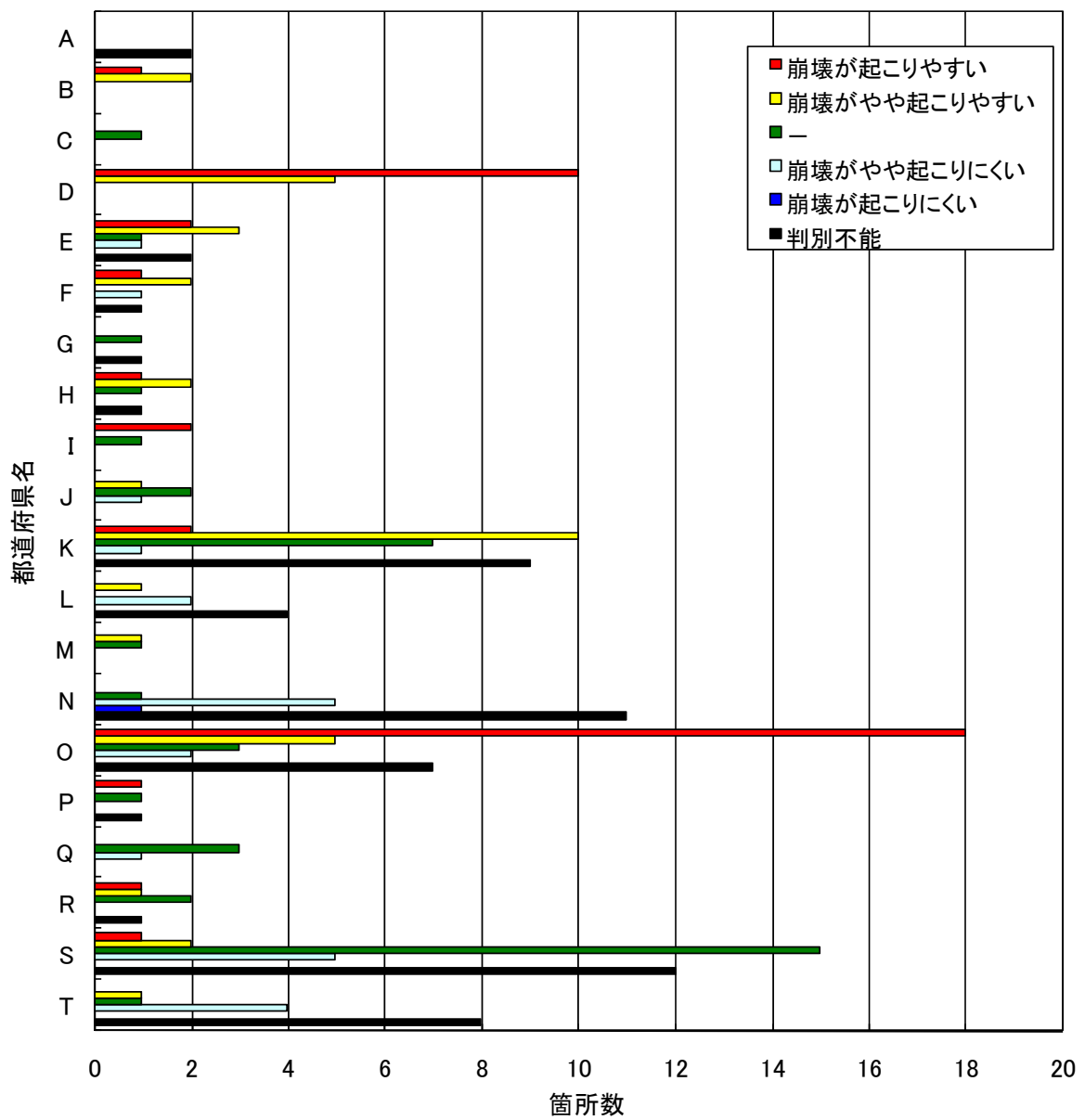


図 2.16 都道府県別の危険度評価結果

表 2.29 震源別の危険度評価結果

	震源名	表現					判別不能	合計
		崩壊が起りにくい	崩壊がやや起りにくい	—	崩壊がやや起りやすい	崩壊が起りやすい		
		-3.0~-1.5	-1.5~-0.5	-0.5~0.5	0.5~1.0	1.0~10		
1	都心東部直下							0
2	都心西部直下							0
3	関東平野北西縁断層帯							0
4	立川断層帯				1		1	2
5	伊勢原断層帯			1				1
6	神縄・国府津-松田断層帯			1	3	7	3	14
7	三浦半島断層群		2		1	4		7
8	東京湾北部							0
9	茨城県南部							0
10	多摩					1		1
11	さいたま市							0
12	千葉市							0
13	川崎市							0
14	横浜市			1	2	8	4	15
15	立川市						1	1
16	羽田空港							0
17	市原							0
18	成田空港							0
19	東海S①			1	3	7	1	12
20	東海S②							0
21	東海D①							0
22	東海D②							0
23	東南海-南海							0
24	東南海							0
25	南海							0
26	東海-東南海-南海①	1	19	32	16	4	45	117
27	東海-東南海-南海②		2	4	7	5	3	21
28	東海-東南海①			1	3	4	2	10
29	東海-東南海②							0
	計	1	23	41	36	40	60	201
	合計					141	60	201

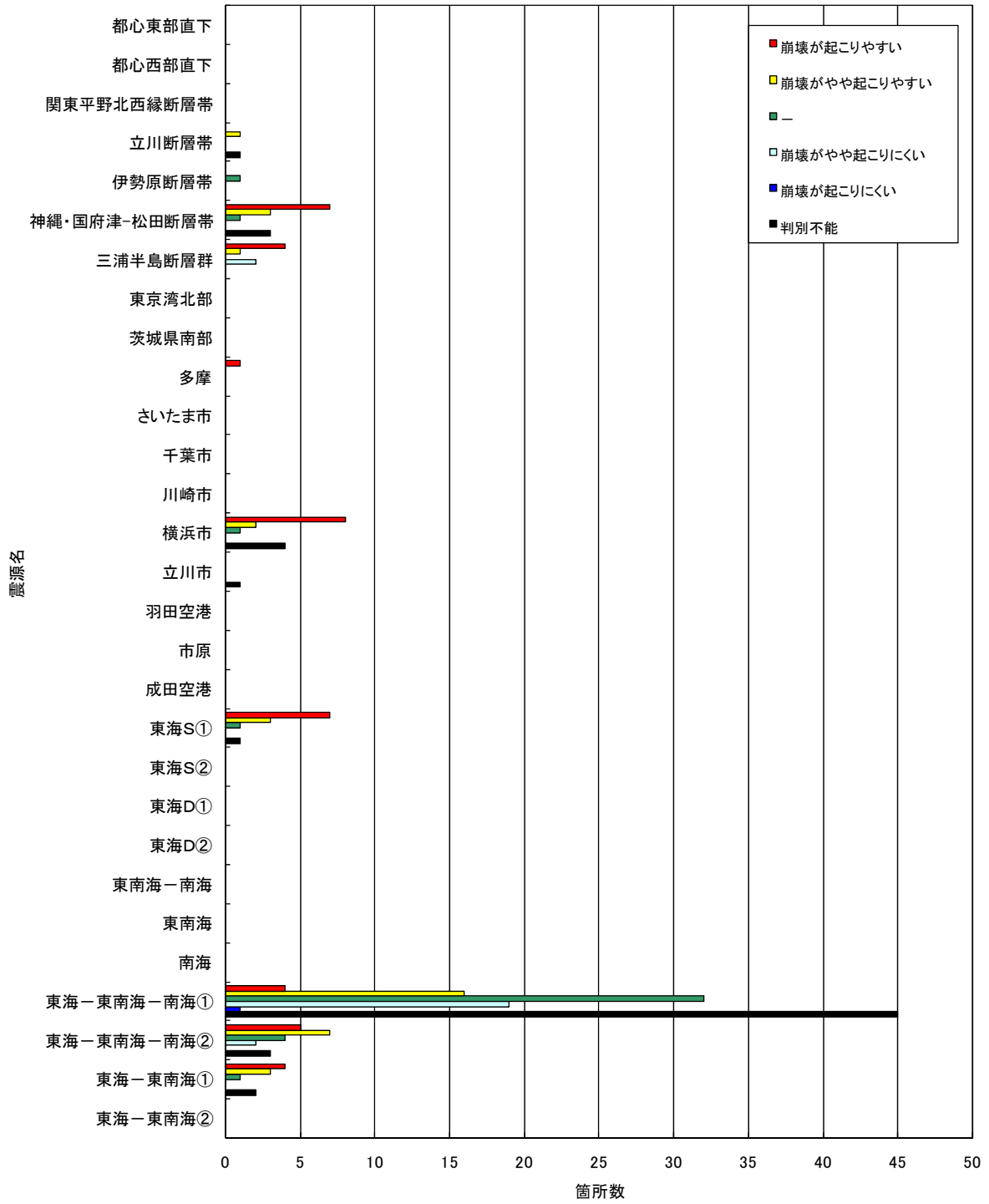


図 2.17 震源別の危険度評価結果

(2)判別得点の頻度分布の概要

崩壊が起りやすい箇所は40箇所、崩壊がやや起りやすい箇所は36箇所であった。これらの箇所は全体の5割（76/141）となることが判明した。

表 2.30 危険度評価基準(5区分)に対応した判別得点の頻度分布

表現	判別得点	箇所数
崩壊が起りにくい	-3 ~ -1.5	1
崩壊がやや起りにくい	-1.5 ~ -0.5	23
—	-0.5 ~ 0.5	41
崩壊がやや起りやすい	0.5 ~ 1.0	36
崩壊が起りやすい	1.0 ~ 10	40
計		141

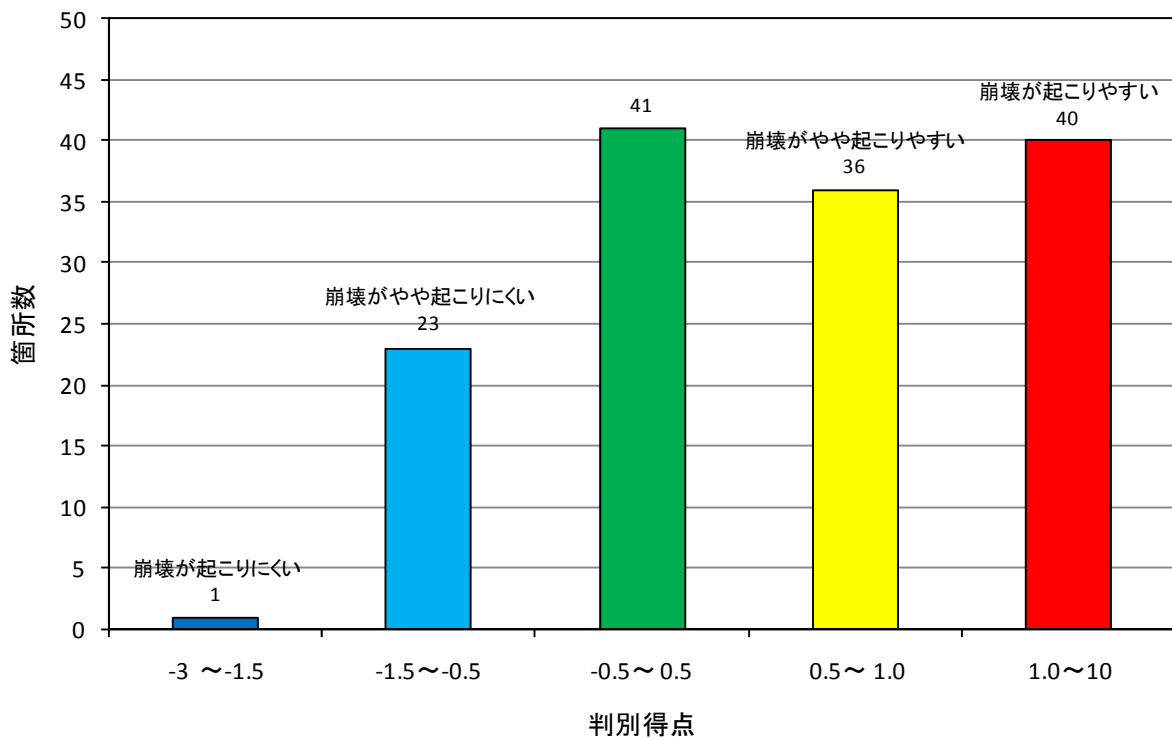


図 2.18 危険度評価基準(5区分)に対応した判別得点の頻度分布

判別得点が最大となる斜面位置は、上部、中部、下部の順となった。個数の計が155となっているのは、上部、中部、下部で判別得点が同点（勾配および平均曲率が同じ）となる箇所が、7箇所あったためである。

表 2.31 判別得点が最大となる斜面位置の個数

斜面位置	個数
上部	62
中部	49
下部	44
計	155

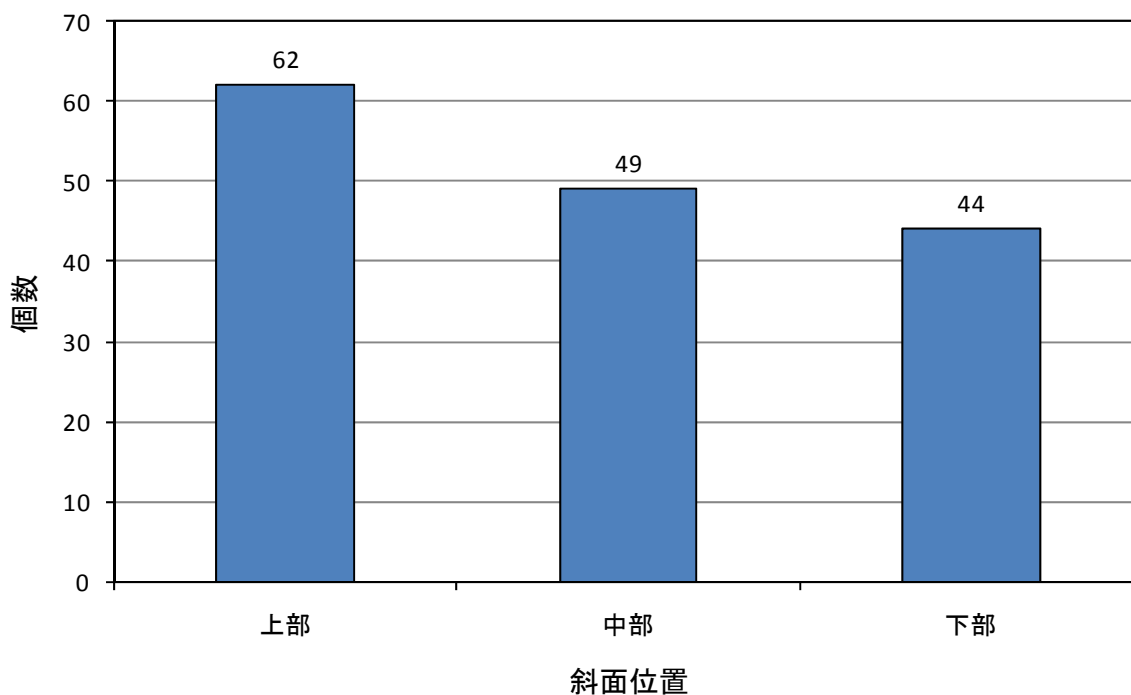


図 2.19 判別得点が最大となる斜面位置の個数



## 2.5.2. 危険度評価基準による対象箇所危険度評価の詳細

危険度評価基準（5区分）により分類した結果は、次のとおりである。

### (1) 判別得点別の一覧表

一覧表は、危険度評価基準の区分毎に判別得点の最大値を降順に並び替えている。

表 2.32 判別得点が 1.0～10.0(崩壊が起こりやすい)となる箇所の一覧表

都道府県	市町村	箇所名	最大加速度 A <sub>org</sub> (cm/s <sup>2</sup> )	震源 No.	上部			中部			下部			判別得点 の最大値 Fmax	
					勾配 (°) I	平均曲率 c	判別得点 F	勾配 (°) I	平均曲率 c	判別得点 F	勾配 (°) I	平均曲率 c	判別得点 F		
D	D7	D71	306	19	53.55	-0.0117	2.64					31.05	0.0228	0.64	2.64
D	D7	D72	311	19	52.64	-0.0004	2.49	34.86	0.0040	1.12		32.67	0.0033	0.96	2.49
B	B1	B11	144	10	17.50	-0.0347	-0.77					63.32	0.0083	2.28	2.28
D	D8	D81	367	27	14.32	-0.0721	0.57	44.67	-0.0026	2.23		48.37	0.0351	2.17	2.23
O	O5	O57	323	14	33.14	-0.0412	1.46					50.56	0.0231	2.20	2.20
O	O3	O31	319	6	13.93	0.0000	-0.37	32.71	0.0114	0.94		57.24	0.0840	2.13	2.13
O	O5	O56	363	14	11.62	-0.0680	0.31	42.31	-0.0091	2.09		32.33	0.0301	0.99	2.09
D	D5	D52	243	19	38.92	-0.0091	1.16	50.22	-0.0038	1.96		49.00	-0.0211	2.02	2.02
O	O3	O32	319	6	19.81	-0.0406	0.43					45.14	-0.0017	1.98	1.98
O	O3	O35	306	6	6.06	-0.0498	-0.59	33.79	-0.0069	1.11		40.41	-0.0414	1.91	1.91
O	O1	O17	308	14	23.18	-0.0205	0.44					45.88	0.0077	1.90	1.90
O	O3	O33	313	6	5.81	-0.0448	-0.61	41.58	-0.0181	1.83		28.51	0.0305	0.42	1.83
F	F2	F21	341	28	37.52	-0.0297	1.79					34.52	-0.0066	1.36	1.79
S	S11	S112	17	26	66.79	0.0134	1.79					36.94	0.0082	-0.41	1.79
O	O1	O15	310	14	12.78	-0.0512	-0.05	41.15	-0.0178	1.78		26.42	0.0258	0.29	1.78
O	O1	O13	297	7	22.97	-0.0245	0.40	43.70	-0.0035	1.77		38.90	0.0128	1.27	1.77
D	D6	D61	287	19	41.93	-0.0234	1.76	37.85	-0.0390	1.59		33.77	0.0438	0.55	1.76
O	O2	O22	309	14	9.27	-0.0713	-0.14					44.29	0.0151	1.72	1.72
D	D10	D101	276	27	8.66	-0.0409	-0.64	46.17	0.0189	1.64		25.44	0.0258	0.02	1.64
E	E3	E31	393	27	9.12	-0.0068	-0.25	34.99	0.0029	1.60		24.23	0.0252	0.60	1.60
O	O1	O16	298	7	24.37	-0.0263	0.53	35.26	-0.0541	1.60		24.38	0.0169	0.15	1.60
O	O3	O34	306	6	35.96	-0.0181	1.37	41.47	0.0124	1.51		33.19	0.0230	0.80	1.51
R	R4	R41	95	26	41.52	-0.0554	0.94	53.39	-0.0176	1.49		30.96	0.0235	-0.55	1.49
K	K3	K31	164	26	46.23	0.0019	1.17	35	-0.0038	0.38		49.23	-0.0050	1.46	1.46
D	D5	D51	234	19	43.99	-0.0020	1.43					26.69	0.0401	-0.25	1.43
D	D2	D21	125	27	49.61	-0.0210	1.41	49.91	0.0157	1.11		26.57	0.0259	-0.74	1.41
O	O1	O12	284	7	20.01	-0.0180	0.05	40.86	0.0084	1.38		22.85	0.0384	-0.24	1.38
D	D4	D43	119	19	36.78	-0.0022	0.25	47.86	-0.0237	1.27		31.32	0.0540	-0.66	1.27
O	O5	O58	359	14	26.11	-0.0561	1.27					11.00	0.0228	-0.57	1.27
I	I1	I13	114	28	42.86	-0.0378	0.99	49.24	-0.0133	1.25		51.21	0.0042	1.24	1.25
E	E2	E21	314	27	35.26	-0.0041	1.24	30.47	-0.0068	0.90		36.34	0.0125	1.17	1.24
H	H4	H41	207	28	43.50	-0.0001	1.22	33.10	-0.0028	0.47		36.93	0.0361	0.41	1.22
O	O1	O11	290	7	31.80	-0.0320	1.09					40.01	0.0228	1.22	1.22
K	K4	K45	162	26	33.11	-0.0219	0.38	45.00	-0.0106	1.18		35.26	0.0105	0.26	1.18
I	I1	I12	114	28	49.66	-0.0008	1.17					45.15	0.0158	0.69	1.17
O	O2	O21	290	6	26.57	-0.0040	0.45	35.96	-0.0054	1.17		26.96	0.0128	0.33	1.17
D	D3	D31	141	6	30.65	-0.0513	0.34	40.82	-0.0084	0.73		48.43	0.0062	1.17	1.17
P	P1	P11	252	19	34.86	-0.0369	1.15	29.69	-0.0048	0.48		21.80	0.0036	-0.19	1.15
O	O5	O510	283	14	28.42	-0.0626	1.07					22.89	0.0239	-0.11	1.07
O	O5	O51	354	14	26.57	-0.0299	1.04					26.57	0.0276	0.53	1.04

表 2.33 判別得点が0.5~1.0(崩壊がやや起こりやすい)となる箇所の一覧表

都道府県	市町村	箇所名	最大加速度 A <sub>org</sub> (cm/s <sup>2</sup> )	震源 No.	上部			中部			下部			判別得点 の最大値 Fmax	
					勾配 (°) I	平均曲率 c	判別得点 F	勾配 (°) I	平均曲率 c	判別得点 F	勾配 (°) I	平均曲率 c	判別得点 F		
D	D6	D62	299	19	34.99	0.0135	0.98					34.19	0.0174	0.88	0.98
K	K4	K48	162	26	43.33	0.0007	0.95	31.31	-0.0104	0.15		30.29	0.0193	-0.19	0.95
J	J3	J31	85	26	48.15	-0.0061	0.94					46.45	0.0444	0.36	0.94
S	S11	S116	17	26	35.96	-0.0065	-0.35					55.88	0.0193	0.91	0.91
O	O5	O53	268	14	29.78	-0.0404	0.89	27.79	-0.0022	0.40		14.26	-0.0176	-0.48	0.89
K	K4	K42	164	26	41.18	-0.0077	0.88	31.14	-0.0125	0.17		22.41	-0.0126	-0.49	0.88
T	T9	T92	23	26	50.92	-0.0128	0.86					47.17	0.0373	0.13	0.86
K	K5	K53	171	26	9.03	-0.0384	-1.22	40.14	-0.0077	0.84		32.21	0.0249	-0.05	0.84
O	O3	O36	300	6	23.27	-0.0498	0.67					32.23	0.0072	0.83	0.83
E	E1	E12	259	27	24.77	-0.0149	0.24	32.31	-0.0172	0.83		9.68	-0.0244	-0.80	0.83
D	D4	D42	135	19	45.00	0.0127	0.82					43.97	0.0030	0.83	0.83
R	R1	R11	55	26	49.66	0.0009	0.83	36.06	-0.0098	-0.10		20.93	0.0250	-1.54	0.83
K	K2	K21	149	26	23.16	-0.0191	-0.46	40.42	-0.0145	0.80		25.71	0.0122	-0.55	0.80
D	D9	D91	115	27	39.75	-0.0415	0.79					37.25	0.0359	-0.08	0.79
H	H3	H31	220	28	28.15	-0.0001	0.15	34.04	-0.0028	0.61		40.80	0.0361	0.77	0.77
E	E4	E41	336	27	27.30	-0.0037	0.76					26.28	0.0171	0.50	0.76
K	K5	K52	171	26	24.37	-0.0074	-0.35	39.54	-0.0027	0.75		19.29	0.0402	-1.15	0.75
O	O6	O62	243	6	23.19	-0.0303	0.17					37.98	0.0322	0.72	0.72
D	D1	D11	122	27	2.85	-0.0248	-2.08	41.13	-0.0164	0.71		44.21	0.0347	0.49	0.71
K	K4	K41	164	26	37.41	-0.0200	0.70	22.41	-0.0172	-0.45		28.91	-0.0109	-0.01	0.70
O	O1	O110	299	7	26.69	-0.0240	0.69					24.75	0.0577	-0.18	0.69
F	F4	F41	226	27	34.18	-0.0052	0.67	30.97	-0.0075	0.45		24.23	0.0305	-0.39	0.67
O	O5	O511	282	14	29.93	-0.0043	0.66					22.13	0.0173	-0.12	0.66
H	H4	H42	196	28	37.79	0.0085	0.66	35.26	0.0208	0.36		35.27	-0.0072	0.61	0.66
B	B2	B21	161	4	34.19	-0.0421	0.64					21.95	0.0304	-0.92	0.64
K	K8	K81	247	28	31.31	-0.0072	0.60	26.57	-0.0121	0.28		26.57	0.0190	0.01	0.60
E	E6	E61	355	27	16.70	-0.0071	0.11	14.59	-0.0046	-0.07		17.51	-0.0551	0.59	0.59
B	B3	B31	185	19	8.05	0.0000	-1.56	34.86	-0.0148	0.58		38.66	0.0168	0.59	0.59
K	K4	K44	172	26	37.41	-0.0003	0.57	31.31	0.0125	0.00		20.88	0.0085	-0.75	0.57
S	S11	S113	15	26	50.58	0.0125	0.57	39.00	0.0191	-0.36		21.80	0.0341	-1.78	0.57
D	D4	D41	121	6	40.76	0.0024	0.51					41.20	0.0000	0.57	0.57
K	K4	K47	162	26	33.10	0.0074	0.12	37.42	-0.0054	0.56		22.41	0.0126	-0.72	0.56
M	M1	M11	4	26	14.48	-0.0565	-1.59	50.23	0.0035	0.56		25.45	0.0364	-1.59	0.56
K	K4	K46	162	26	30.25	-0.0187	0.14	33.10	-0.0414	0.56		30.12	0.0281	-0.28	0.56
F	F1	F12	161	27	31.31	-0.0049	0.09	24.36	0.0144	-0.60		39.64	0.0150	0.54	0.54
L	L3	L31	19	26	14.25	-0.0224	-1.83					47.73	-0.0062	0.54	0.54





表 2.38 地震時の斜面崩壊危険度の評価一覧(都道府県別)

番号	都道府県	市町村	箇所名	調査位置		最大加速度 A <sub>org</sub> (cm/s <sup>2</sup> )	震源No.	上部			中部			下部			判別得点 の最大値 F <sub>max</sub>	
				北緯 (°)	東経 (°)			勾配 (°) I	平均曲率 c	判別得点 F	勾配 (°) I	平均曲率 c	判別得点 F	勾配 (°) I	平均曲率 c	判別得点 F		
52	K	K3	K31	33.97250000	135.32805556	164	26	東海-東南海-南海①	46.23	0.0019	1.17	35	-0.0038	0.38	49.23	-0.0050	1.46	1.46
53	K	K4	K41	33.97250000	135.32805556	164	26	東海-東南海-南海①	37.41	-0.0200	0.70	22.41	-0.0172	-0.45	28.91	-0.0109	-0.01	0.70
54	K	K4	K42	33.97250000	135.32805556	164	26	東海-東南海-南海①	41.18	-0.0077	0.88	31.14	-0.0125	0.17	22.41	-0.0126	-0.49	0.88
55	K	K5	K51	33.93416667	135.24000000	162	26	東海-東南海-南海①	27.73	-0.0235	0.00				21.80	0.0190	-0.82	0.00
56	K	K6	K61	33.95333333	135.37000000	172	26	東海-東南海-南海①										
57	K	K6	K62	33.95333333	135.37000000	172	26	東海-東南海-南海①										
58	K	K6	K63	33.95333333	135.37000000	172	26	東海-東南海-南海①										
59	K	K6	K64	33.95333333	135.37000000	172	26	東海-東南海-南海①										
60	K	K5	K52	33.88833333	135.24194444	171	26	東海-東南海-南海①	24.37	-0.0074	-0.35	39.54	-0.0027	0.75	19.29	0.0402	-1.15	0.75
61	K	K5	K53	33.88833333	135.24194444	171	26	東海-東南海-南海①	9.03	-0.0384	-1.22	40.14	-0.0077	0.84	32.21	0.0249	-0.05	0.84
62	K	K4	K43	33.93083333	135.32111111	172	26	東海-東南海-南海①	31.33	-0.0003	0.11	25.38	-0.0008	-0.33	20.88	0.0229	-0.88	0.11
63	K	K4	K44	33.93083333	135.32111111	172	26	東海-東南海-南海①	37.41	-0.0003	0.57	31.31	0.0125	0.00	20.88	0.0085	-0.75	0.57
64	K	K5	K54	33.89416667	135.28000000	174	26	東海-東南海-南海①	33.45	-0.0005	0.29	29.92	-0.0004	0.02	19.47	0.0021	-0.78	0.29
65	K	K5	K55	33.92805556	135.20694444	160	26	東海-東南海-南海①	33.11	-0.0157	0.32				27.94	0.0202	-0.39	0.32
66	K	K6	K65	33.95333333	135.39000000	174	26	東海-東南海-南海①	16.26	-0.0048	-0.96	17.55	0.0047	-0.95	22.41	0.0112	-0.64	-0.64
67	K	K4	K45	33.95583333	135.27194444	162	26	東海-東南海-南海①	33.11	-0.0219	0.38	45.00	-0.0106	1.18	35.26	0.0105	0.26	1.18
68	K	K4	K46	33.95583333	135.27194444	162	26	東海-東南海-南海①	30.25	-0.0187	0.14	33.10	-0.0414	0.56	30.12	0.0281	-0.28	0.56
69	K	K4	K47	33.95583333	135.27194444	162	26	東海-東南海-南海①	33.10	0.0074	0.12	37.42	-0.0054	0.56	22.41	0.0126	-0.72	0.56
70	K	K4	K48	33.95583333	135.27194444	162	26	東海-東南海-南海①	43.33	0.0007	0.95	31.31	-0.0104	0.15	30.29	0.0193	-0.19	0.95
71	K	K4	K49	33.98444444	135.32611111	162	26	東海-東南海-南海①	26.57	-0.0340	0.00	31.31	-0.0193	0.23	36.08	0.0295	0.15	0.23
72	K	K7	K71	33.88833333	135.54388889	204	26	東海-東南海-南海①	23.27	-0.0144	-0.19	31.31	0.0043	0.25	16.70	-0.0088	-0.73	0.25
73	K	K7	K72	33.93750000	135.44111111	182	26	東海-東南海-南海①										
74	K	K7	K73	33.93750000	135.44111111	182	26	東海-東南海-南海①										
75	K	K7	K74	33.93750000	135.44111111	182	26	東海-東南海-南海①										
76	K	K7	K75	33.93750000	135.44111111	182	26	東海-東南海-南海①										
77	K	K7	K76	33.87833333	135.47000000	199	26	東海-東南海-南海①										
78	K	K8	K81	33.93750000	135.94916667	247	28	東海-東南海①	31.31	-0.0072	0.60	26.57	-0.0121	0.28	26.57	0.0190	0.01	0.60
79	L	L1	L11	34.25305556	132.54611111	14	26	東海-東南海-南海①	28.37	-0.0217	-0.80				24.37	0.0230	-1.50	-0.80
80	L	L1	L12	34.20805556	132.63638889	15	26	東海-東南海-南海①										
81	L	L2	L21	34.40527778	133.31250000	25	26	東海-東南海-南海①										
82	L	L1	L13	34.28777778	132.52055556	13	26	東海-東南海-南海①	15.44	-0.0193	-1.80	33.03	0.0052	-0.69	30.96	0.0179	-0.96	-0.69
83	L	L3	L31	34.39833333	132.97861111	19	26	東海-東南海-南海①	14.25	-0.0224	-1.83				47.73	-0.0062	0.54	0.54
84	L	L1	L14	34.24500000	132.54916667	14	26	東海-東南海-南海①										
85	L	L4	L41	34.40750000	133.22861111	23	26	東海-東南海-南海①										
86	M	M1	M11	31.59777778	131.41361111	4	26	東海-東南海-南海①	14.48	-0.0565	-1.59	50.23	0.0035	0.56	25.45	0.0364	-1.59	0.56
87	M	M2	M21	32.60555556	131.72333333	7	26	東海-東南海-南海①	11.70	-0.0565	-1.78	44.51	-0.0189	0.35	32.03	0.0516	-1.22	0.35
88	N	N1	N11	33.66082889	131.57904889	7	26	東海-東南海-南海①	26.16	0.0013	-1.21	26.16	0.0013	-1.21	26.16	0.0013	-1.21	-1.21
89	N	N2	N21	33.41389472	131.46595778	6	26	東海-東南海-南海①	26.68	-0.0320	-0.88	26.68	-0.0320	-0.88	26.68	-0.0320	-0.88	-0.88
90	N	N3	N31	33.41275000	131.61677778	7	26	東海-東南海-南海①	12.76	-0.0185	-2.04	12.76	-0.0185	-2.04	12.76	-0.0185	-2.04	-2.04
91	N	N4	N41	33.17634389	131.69165944	8	26	東海-東南海-南海①	22.49	-0.0407	-1.11	22.49	-0.0407	-1.11	22.49	-0.0407	-1.11	-1.11
92	N	N4	N42	33.15964389	131.68251000	8	26	東海-東南海-南海①	30.60	-0.0137	-0.74	30.60	-0.0137	-0.74	30.60	-0.0137	-0.74	-0.74
93	N	N5	N51	33.15797083	131.78907250	8	26	東海-東南海-南海①										
94	N	N5	N52	33.10616806	131.77091278	8	26	東海-東南海-南海①										
95	N	N5	N53	33.11163694	131.78093333	8	26	東海-東南海-南海①										
96	N	N5	N54	33.11861111	131.80444444	8	26	東海-東南海-南海①										
97	N	N13	N131	32.93502722	131.88230750	9	26	東海-東南海-南海①	25.11	-0.0235	-1.06	25.11	-0.0235	-1.06	25.11	-0.0235	-1.06	-1.06
98	N	N6	N61	32.98208000	131.86009806	9	26	東海-東南海-南海①										
99	N	N6	N62	32.98208000	131.86009806	9	26	東海-東南海-南海①	44.75	-0.0033	0.24	44.75	-0.0033	0.24	44.75	-0.0033	0.24	0.24
100	N	N7	N71	32.95843611	131.78119194	8	26	東海-東南海-南海①										
101	N	N8	N81	32.89235389	131.79201694	8	26	東海-東南海-南海①										

表 2.39 地震時の斜面崩壊危険度の評価一覧(都道府県別)

番号	都道府県	市町村	箇所名	調査位置		最大加速度 A <sub>org</sub> (cm/s <sup>2</sup> )	震源No.	上部			中部			下部			判別得点 の最大値 Fmax	
				北緯 (°)	東経 (°)			勾配 (°) I	平均曲率 c	判別得点 F	勾配 (°) I	平均曲率 c	判別得点 F	勾配 (°) I	平均曲率 c	判別得点 F		
102	N	N9	N91	32.94387500	131.96989500	10	26	東海-東南海-南海①										
103	N	N10	N101	33.47228583	131.22800694	5	26	東海-東南海-南海①										
104	N	N11	N111	33.40770389	131.07158278	4	26	東海-東南海-南海①										
105	N	N12	N121	33.39650778	131.26409083	5	26	東海-東南海-南海①										
106	O	O1	O11	35.23833333	139.66972222	290	7	三浦半島断層群	31.80	-0.0320	1.09			40.01	0.0228	1.22	1.22	
107	O	O1	O12	35.22500000	139.68805556	284	7	三浦半島断層群	20.01	-0.0180	0.05	40.86	0.0084	1.38	22.85	0.0384	-0.24	1.38
108	O	O1	O13	35.24027778	139.70444444	297	7	三浦半島断層群	22.97	-0.0245	0.40	43.70	-0.0035	1.77	38.90	0.0128	1.27	1.77
109	O	O2	O21	35.25277778	139.58666667	290	6	神縄・国府津-松田断層帯	26.57	-0.0040	0.45	35.96	-0.0054	1.17	26.96	0.0128	0.33	1.17
110	O	O3	O31	35.30166667	139.52722222	319	6	神縄・国府津-松田断層帯	13.93	0.0000	-0.37	32.71	0.0114	0.94	57.24	0.0840	2.13	2.13
111	O	O3	O32	35.30444444	139.52611111	319	6	神縄・国府津-松田断層帯	19.81	-0.0406	0.43				45.14	-0.0017	1.98	1.98
112	O	O3	O33	35.30861111	139.53416667	313	6	神縄・国府津-松田断層帯	5.81	-0.0448	-0.61	41.58	-0.0181	1.83	28.51	0.0305	0.42	1.83
113	O	O3	O34	35.31833333	139.54250000	306	6	神縄・国府津-松田断層帯	35.96	-0.0181	1.37	41.47	0.0124	1.51	33.19	0.0230	0.80	1.51
114	O	O3	O35	35.31833333	139.54250000	306	6	神縄・国府津-松田断層帯	6.06	-0.0498	-0.59	33.79	-0.0069	1.11	40.41	-0.0414	1.91	1.91
115	O	O1	O14	35.24777778	139.71694444	303	7	三浦半島断層群	7.77	-0.0026	-0.90				17.14	0.0534	-0.69	-0.69
116	O	O1	O15	35.26111111	139.65472222	310	14	横浜市	12.78	-0.0512	-0.05	41.15	-0.0178	1.78	26.42	0.0258	0.29	1.78
117	O	O1	O16	35.24027778	139.73000000	298	7	三浦半島断層群	24.37	-0.0263	0.53	35.26	-0.0541	1.60	24.38	0.0169	0.15	1.60
118	O	O1	O17	35.25805556	139.66416667	308	14	横浜市	23.18	-0.0205	0.44				45.88	0.0077	1.90	1.90
119	O	O2	O22	35.28444444	139.59611111	309	14	横浜市	9.27	-0.0713	-0.14				44.29	0.0151	1.72	1.72
120	O	O4	O41	35.36138889	139.18805556	258	6	神縄・国府津-松田断層帯	23.22	-0.0100	0.08				8.99	0.0413	-1.45	0.08
121	O	O3	O36	35.33694444	139.54083333	300	6	神縄・国府津-松田断層帯	23.27	-0.0498	0.67				32.23	0.0072	0.83	0.83
122	O	O5	O51	35.40638889	139.62277778	354	14	横浜市	26.57	-0.0299	1.04				26.57	0.0276	0.53	1.04
123	O	O5	O52	35.43083333	139.52555556	268	5	伊勢原断層帯	18.47	0.0438	-0.71				29.66	0.0377	0.19	0.19
124	O	O5	O53	35.43055556	139.53222222	268	14	横浜市	29.78	-0.0404	0.89	27.79	-0.0022	0.40	14.26	-0.0176	-0.48	0.89
125	O	O5	O54	35.40416667	139.55027778	295	14	横浜市	9.25	-0.0196	-0.68				22.39	0.0107	0.03	0.03
126	O	O1	O18	35.24361111	139.68777778	297	7	三浦半島断層群	5.82	0.0015	-1.11	1.46	0.0060	-1.48	9.72	-0.0098	-0.72	-0.72
127	O	O1	O19	35.30888889	139.62861111	353	14	横浜市										0.00
128	O	O1	O110	35.24166667	139.73638889	299	7	三浦半島断層群	26.69	-0.0240	0.69				24.75	0.0577	-0.18	0.69
129	O	O1	O111	35.26000000	139.68833333	310	14	横浜市										0.00
130	O	O6	O61	35.14305556	139.63000000	244	6	神縄・国府津-松田断層帯										0.00
131	O	O6	O62	35.13916667	139.62805556	243	6	神縄・国府津-松田断層帯	23.19	-0.0303	0.17				37.98	0.0322	0.72	0.72
132	O	O5	O55	35.40638889	139.62277778	354	14	横浜市										0.00
133	O	O5	O56	35.32694444	139.62055556	363	14	横浜市	11.62	-0.0680	0.31	42.31	-0.0091	2.09	32.33	0.0301	0.99	2.09
134	O	O5	O57	35.42166667	139.59916667	323	14	横浜市	33.14	-0.0412	1.46				50.56	0.0231	2.20	2.20
135	O	O5	O58	35.38500000	139.61055556	359	14	横浜市	26.11	-0.0561	1.27				11.00	0.0228	-0.57	1.27
136	O	O5	O59	35.42444444	139.53222222	271	14	横浜市										0.00
137	O	O5	O510	35.39472222	139.53250000	283	14	横浜市	28.42	-0.0626	1.07				22.89	0.0239	-0.11	1.07
138	O	O5	O511	35.39305556	139.53027778	282	14	横浜市	29.93	-0.0043	0.66				22.13	0.0173	-0.12	0.66
139	O	O7	O71	35.56305556	139.61166667	285	15	立川市										0.00
140	O	O8	O81	35.33166667	139.21972222	284	6	神縄・国府津-松田断層帯										0.00
141	P	P1	P11	35.30138889	137.93083333	252	19	東海S①	34.86	-0.0369	1.15	29.69	-0.0048	0.48	21.80	0.0036	-0.19	1.15
142	P	P2	P21	35.83527778	138.05555556	109	19	東海S①	34.89	-0.0368	0.36				19.07	0.0266	-1.40	0.36
143	P	P2	P22	35.83694444	138.05583333	109	19	東海S①										0.00
144	Q	Q1	Q11	34.71388889	133.95666667	33	26	東海-東南海-南海①	29.09	-0.0467	-0.42				39.11	0.0448	-0.48	-0.42
145	Q	Q2	Q21	34.51055556	133.75972222	33	26	東海-東南海-南海①	31.61	-0.0501	-0.20				39.11	0.0450	-0.48	-0.20
146	Q	Q2	Q22	34.54888889	133.65222222	30	26	東海-東南海-南海①	26.11	-0.0057	-1.03	24.51	0.0041	-1.23	25.46	0.0537	-1.60	-1.03
147	Q	Q3	Q31	34.51166667	133.51333333	27	26	東海-東南海-南海①	32.68	-0.0269	-0.36	42.86	-0.0100	0.26	34.88	0.0342	-0.74	0.26
148	S	S1	S11	33.43972222	132.25916667	13	26	東海-東南海-南海①	29.79	-0.0025	-0.87	36.54	-0.0130	-0.27	42.29	0.0187	-0.12	-0.12
149	R	R1	R11	33.88250000	133.94055556	55	26	東海-東南海-南海①	49.66	0.0009	0.83	36.06	-0.0098	-0.10	20.93	0.0250	-1.54	0.83
150	R	R2	R21	34.03666667	134.04166667	56	26	東海-東南海-南海①	34.22	0.0089	-0.40	34.05	0.0070	-0.40	33.11	-0.0232	-0.20	-0.20
151	R	R3	R31	34.20138889	134.57638889	78	26	東海-東南海-南海①										0.00
152	R	R4	R41	33.90750000	134.55388889	95	26	東海-東南海-南海①	41.52	-0.0554	0.94	53.39	-0.0176	1.49	30.96	0.0235	-0.55	1.49



表 2.40 地震時の斜面崩壊危険度の評価一覧(都道府県別)

番号	都道府県	市町村	箇所名	調査位置		最大加速度 A <sub>org</sub> (cm/s <sup>2</sup> )	震源No.	上部			中部			下部			判別得点 の最大値 Fmax	
				北緯 (°)	東経 (°)			勾配 (°) I	平均曲率 c	判別得点 F	勾配 (°) I	平均曲率 c	判別得点 F	勾配 (°) I	平均曲率 c	判別得点 F		
153	R	R5	R51	33.57527778	134.32138889	90	26	東海-東南海-南海①	28.83	-0.0171	-0.38				40.46	0.0701	-0.28	-0.28
154	S	S2	S21	33.99083333	133.60611111	39	26	東海-東南海-南海①	23.36	-0.0027	-1.21	31.31	-0.0111	-0.54	29.92	0.0455	-1.14	-0.54
155	S	S3	S31	33.93055556	133.02805556	24	26	東海-東南海-南海①	41.20	-0.0046	0.06	43.20	0.0001	0.17	32.03	0.0256	-0.89	0.17
156	S	S4	S41	34.22861111	133.09944444	22	26	東海-東南海-南海①	24.30	-0.0395	-0.90	34.71	-0.0152	-0.34	25.89	0.0220	-1.33	-0.34
157	S	S5	S51	34.04277778	132.97277778	22	26	東海-東南海-南海①	18.09	-0.0378	-1.39	34.95	-0.0002	-0.46	22.34	0.0269	-1.64	-0.46
158	S	S5	S52	33.64277778	132.93750000	23	26	東海-東南海-南海①	44.28	-0.0027	0.28	46.81	0.0196	0.27	37.41	0.0028	-0.29	0.28
159	S	S5	S53	33.64111111	132.85027778	21	26	東海-東南海-南海①										
160	S	S6	S61	33.42861111	132.68250000	19	26	東海-東南海-南海①	22.96	0.0088	-1.45	21.14	0.0091	-1.59	18.79	0.0042	-1.72	-1.45
161	S	S7	S71	33.56000000	132.65611111	18	26	東海-東南海-南海①										
162	S	S8	S81	33.44833333	132.44166667	15	26	東海-東南海-南海①	46.44	-0.0060	0.42	45.03	0.0049	0.22	36.71	0.0274	-0.61	0.42
163	S	S8	S82	33.50027778	132.45250000	15	26	東海-東南海-南海①	28.36	-0.0016	-0.97	37.41	0.0015	-0.32	15.91	0.0173	-2.08	-0.32
164	S	S9	S91	33.45944444	132.28916667	13	26	東海-東南海-南海①	37.91	-0.0047	-0.24	41.60	-0.0011	0.00	47.45	0.0128	0.32	0.32
165	S	S9	S92	33.40000000	132.14055556	12	26	東海-東南海-南海①										
166	S	S9	S93	33.47444444	132.31805556	13	26	東海-東南海-南海①										
167	S	S9	S94	33.49000000	132.36472222	14	26	東海-東南海-南海①	43.89	-0.0153	0.31	43.57	-0.0119	0.25	19.49	0.0354	-1.98	0.31
168	S	S9	S95	33.48722222	132.35777778	14	26	東海-東南海-南海①	48.76	0.0117	0.43				43.60	-0.0166	0.30	0.43
169	S	S10	S101	33.32333333	132.48916667	16	26	東海-東南海-南海①	33.67	0.0060	-0.64	30.96	0.0058	-0.84	14.04	0.0211	-2.25	-0.64
170	S	S10	S102	33.36611111	132.39750000	15	26	東海-東南海-南海①	31.31	0.0118	-0.88	31.31	-0.0011	-0.76	19.53	0.0163	-1.80	-0.76
171	S	S10	S103	33.40972222	132.59666667	17	26	東海-東南海-南海①										
172	S	S10	S104	33.38722222	132.60083333	18	26	東海-東南海-南海①										
173	S	S11	S111	33.17611111	132.54944444	17	26	東海-東南海-南海①	39.64	0.0035	-0.16	38.88	0.0043	-0.23	25.71	0.0203	-1.36	-0.16
174	S	S11	S112	33.22194444	132.58027778	17	26	東海-東南海-南海①	66.79	0.0134	1.79				36.94	0.0082	-0.41	1.79
175	S	S11	S113	33.16388889	132.46277778	15	26	東海-東南海-南海①	50.58	0.0125	0.57	39.00	0.0191	-0.36	21.80	0.0341	-1.78	0.57
176	S	S11	S114	33.19111111	132.45694444	15	26	東海-東南海-南海①	34.19	-0.0080	-0.48	36.17	-0.0152	-0.27	24.29	0.0238	-1.50	-0.27
177	S	S11	S115	33.16722222	132.50250000	16	26	東海-東南海-南海①	18.42	-0.0243	-1.51	18.45	-0.0218	-1.53	30.96	0.0350	-1.10	-1.10
178	S	S11	S116	33.19888889	132.55111111	17	26	東海-東南海-南海①	35.96	-0.0065	-0.35				55.88	0.0193	0.91	0.91
179	S	S11	S117	33.31583333	132.52111111	16	26	東海-東南海-南海①	35.68	-0.0047	-0.39	21.54	0.0102	-1.58	5.71	0.0137	-2.80	-0.39
180	S	S11	S118	33.31277778	132.52527778	16	26	東海-東南海-南海①										
181	S	S11	S119	33.06444444	132.48750000	16	26	東海-東南海-南海①	36.34	-0.0016	-0.37	29.21	-0.0004	-0.92	42.79	-0.0071	0.16	0.16
182	S	S11	S1110	33.07416667	132.48888889	16	26	東海-東南海-南海①										
183	S	S12	S121	33.30361111	132.72444444	20	26	東海-東南海-南海①										
184	S	S13	S131	33.16250000	132.70000000	19	26	東海-東南海-南海①	28.82	-0.0345	-0.62	41.67	0.0009	0.03	46.40	0.0160	0.25	0.25
185	S	S14	S141	32.94472222	132.60444444	17	26	東海-東南海-南海①										
186	S	S14	S142	32.96555556	132.49222222	16	26	東海-東南海-南海①										
187	S	S14	S143	32.97111111	132.61333333	18	26	東海-東南海-南海①										
188	T	T1	T11	33.33583333	134.09777778	75	26	東海-東南海-南海①										
189	T	T2	T21	33.53472222	133.50833333	41	26	東海-東南海-南海①	13.36	-0.0283	-1.72	11.65	0.0047	-2.14	23.35	0.0080	-1.29	-1.29
190	T	T3	T31	33.48805556	133.33277778	35	26	東海-東南海-南海①	28.91	0.0125	-0.95				27.03	0.0430	-1.36	-0.95
191	T	T4	T41	33.53194444	133.43500000	38	26	東海-東南海-南海①	13.35	-0.0093	-1.90	24.69	-0.0164	-0.99	30.60	0.0421	-1.07	-0.99
192	T	T5	T51	33.52611111	133.33333333	34	26	東海-東南海-南海①	13.52	-0.0249	-1.77	32.90	0.0204	-0.72	30.44	0.0615	-1.27	-0.72
193	T	T6	T61	33.49555556	133.28250000	33	26	東海-東南海-南海①										
194	T	T7	T71	33.40138889	133.28444444	33	26	東海-東南海-南海①										
195	T	T8	T81	33.44444444	133.20250000	31	26	東海-東南海-南海①										
196	T	T9	T91	33.28222222	133.10722222	28	26	東海-東南海-南海①	36.87	0.0066	-0.33	35.96	0.0048	-0.39	23.06	0.0097	-1.40	-0.33
197	T	T9	T92	32.96916667	132.89500000	23	26	東海-東南海-南海①	50.92	-0.0128	0.86				47.17	0.0373	0.13	0.86
198	T	T10	T101	33.05250000	133.04305556	26	26	東海-東南海-南海①										
199	T	T11	T111	32.89666667	132.71750000	19	26	東海-東南海-南海①										
200	T	T11	T112	32.94583333	132.79472222	21	26	東海-東南海-南海①										
201	T	T12	T121	32.77861111	132.95916667	23	26	東海-東南海-南海①										

### 2.5.3. 頻度分布

#### (1)判別得点の頻度分布の詳細

判別得点（最大値）は、-2.04~2.64の範囲であることが判明した。判別得点（最大値）の度数および頻度分布から、7割(99/141)の箇所で危険度が高いことが判明した。

表 2.41 判別得点の基本統計

		データ数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
判別得点	最大値	141	0.50	0.93	-2.04	2.64
	上部	141	-0.04	0.97	-2.08	2.64
	中部	96	0.16	0.97	-2.14	2.23
	下部	141	-0.21	1.04	-2.80	2.28

表 2.42 判別得点の度数

レンジ区分	箇所数				計
	最大値	上部	中部	下部	
-3.0~-2.5	0	0	0	1	1
-2.5~-2.0	1	2	2	4	9
-2.0~-1.5	0	10	3	10	23
-1.5~-1.0	7	14	6	18	45
-1.0~-0.5	16	20	13	26	75
-0.5~0.0	18	22	16	26	82
0.0~0.5	23	29	23	19	94
0.5~1.0	36	25	13	21	95
1.0~1.5	18	14	9	7	48
1.5~2.0	14	3	9	4	30
2.0~2.5	7	1	2	5	15
2.5~3.0	1	1	0	0	2
計	141	141	96	141	519

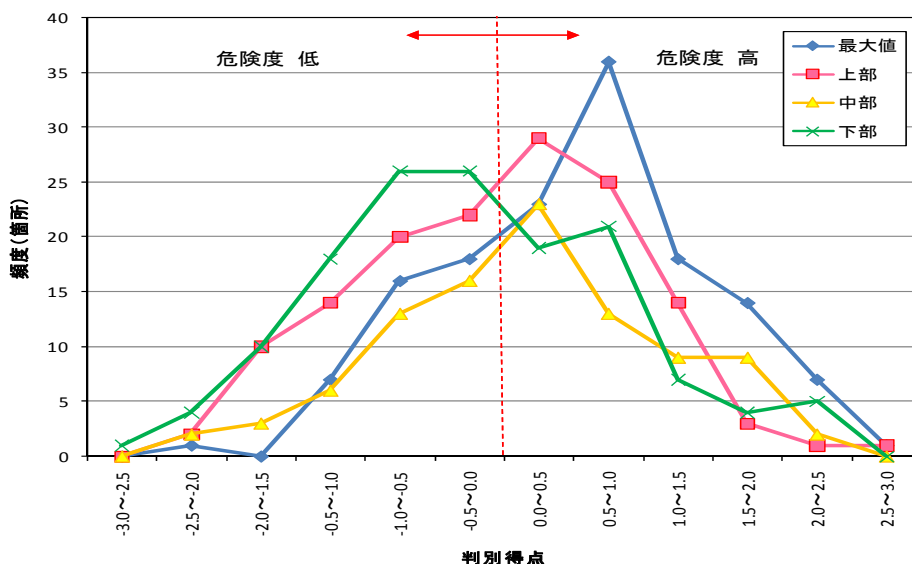


図 2.20 判別得点の頻度分布



## (2)最大加速度の頻度分布

最大加速度の平均値から、最大加速度が大きいほど崩壊が起りやすいことが判明した。最大加速度の最大値および頻度分布から、バラツキはあるが崩壊が起りやすいほど最大値が大きくなっていることが判明した。

表 2.43 最大加速度の基本統計

表現	データ数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
崩壊が起りやすい	40	258.92	89.60	17.27	393.44
崩壊がやや起りやすい	36	172.91	92.68	4.12	355.37
—	41	84.90	83.33	7.41	294.74
崩壊がやや起りにくい	23	70.21	95.90	6.30	303.30
崩壊が起りにくい	1	7.20	0.00	7.20	7.20

表 2.44 最大加速度の度数

レンジ区分	表現					計
	崩壊が起りにくい	崩壊がやや起りにくい	—	崩壊がやや起りやすい	崩壊が起りやすい	
	-3.0~-1.5	-1.5~-0.5	-0.5~0.5	0.5~1.0	1.0~10	
0-20	1	11	13	4	1	30
20-40	0	5	8	1	0	14
40-60	0	2	1	1	0	4
60-80	0	0	1	0	0	1
80-100	0	0	2	1	1	4
100-120	0	0	5	1	3	9
120-140	0	0	1	3	1	5
140-160	0	0	1	1	2	4
160-180	0	2	4	10	2	18
180-200	0	0	0	2	0	2
200-220	0	0	1	0	1	2
220-240	0	0	0	2	1	3
240-260	0	0	1	3	2	6
260-280	0	1	2	1	1	5
280-300	0	1	1	4	7	13
300-320	0	1	0	0	11	12
320-340	0	0	0	1	1	2
340-360	0	0	0	1	3	4
360-380	0	0	0	0	2	2
380-400	0	0	0	0	1	1
計	1	23	41	36	40	141

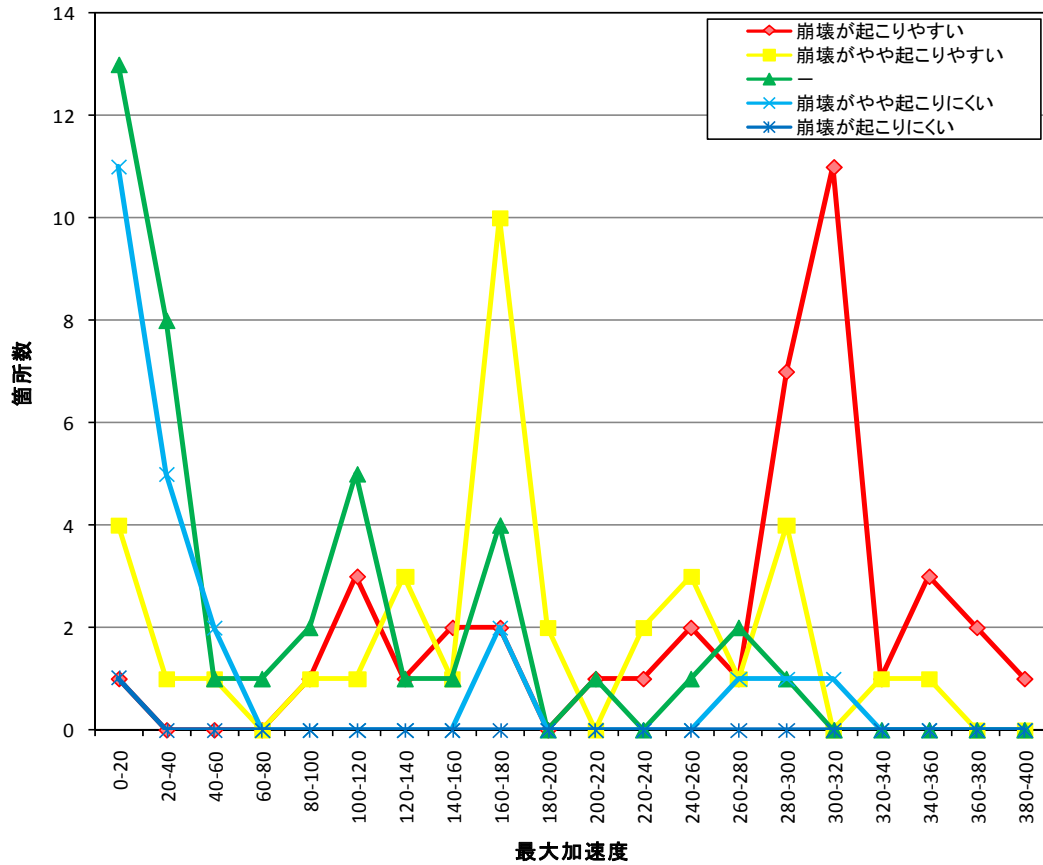


図 2.21 最大加速度(gal)の頻度分布

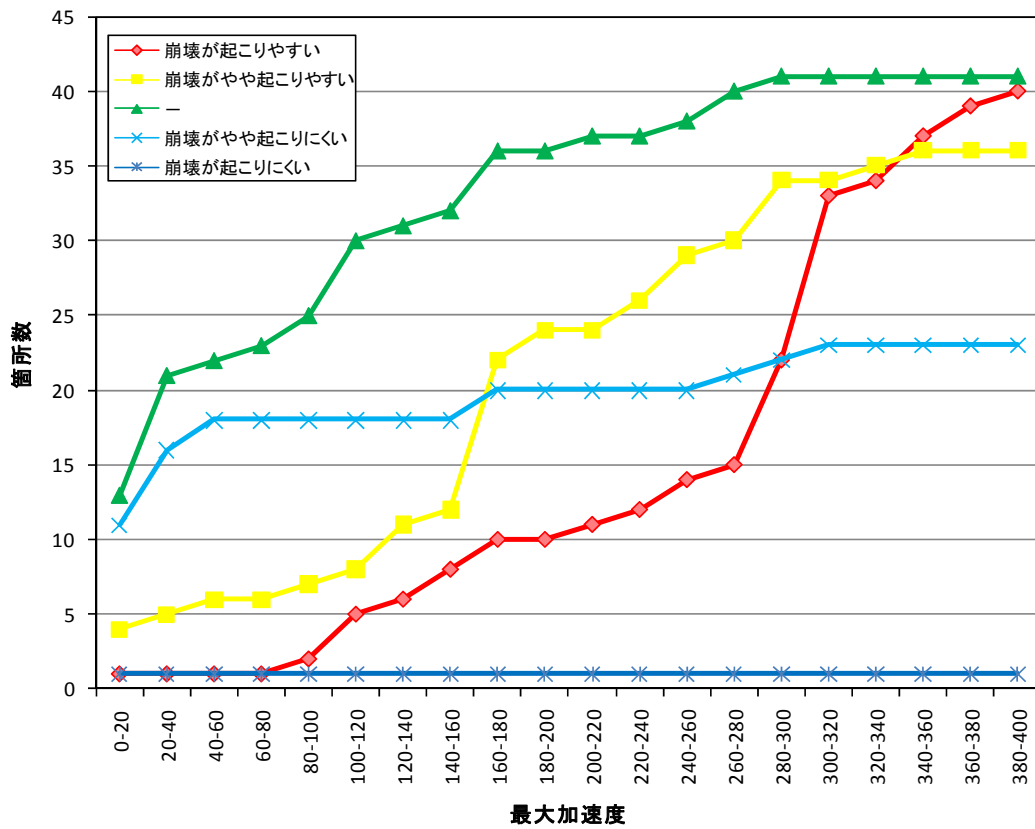


図 2.22 最大加速度(gal)の累積頻度分布

### (3)勾配の頻度分布

勾配の平均値から、勾配が大きいほど崩壊が起りやすいことが判明した。勾配の最大値および頻度分布から、崩壊が起りやすいほど最大値が大きくなっていることが判明した。

表 2.45 勾配の基本統計

表現	データ数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
崩壊が起りやすい	106	35	12.42778	6	67
崩壊がやや起りやすい	94	31	10.53772	3	56
—	110	31	9.735965	6	49
崩壊がやや起りにくい	65	23	7.466392	1	34
崩壊が起りにくい	3	13	0	13	13

表 2.46 勾配の度数

レンジ区分	表現					計
	崩壊が起りにくい	崩壊がやや起りにくい	—	崩壊がやや起りやすい	崩壊が起りやすい	
	-3.0~-1.5	-1.5~-0.5	-0.5~0.5	0.5~1.0	1.0~10	
0-10	0	5	3	4	5	17
10-15	3	7	3	4	5	22
15-20	0	9	11	3	2	25
20-25	0	13	12	16	9	50
25-30	0	17	19	12	12	60
30-35	0	14	22	20	19	75
35-40	0	0	18	15	14	47
40-45	0	0	16	10	16	42
45-50	0	0	6	6	15	27
50-55	0	0	0	3	6	9
55-60	0	0	0	1	1	2
60-65	0	0	0	0	1	1
65-70	0	0	0	0	1	1
計	3	65	110	94	106	378

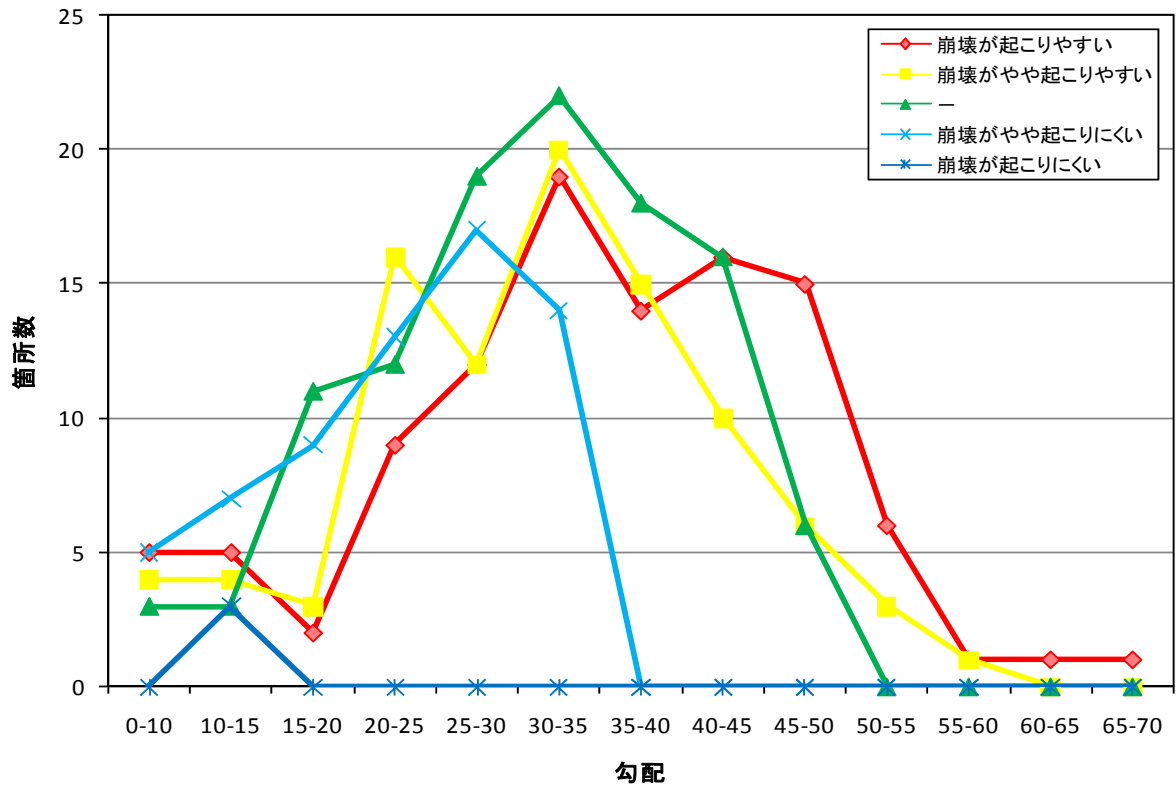


図 2.23 勾配(°)の頻度分布

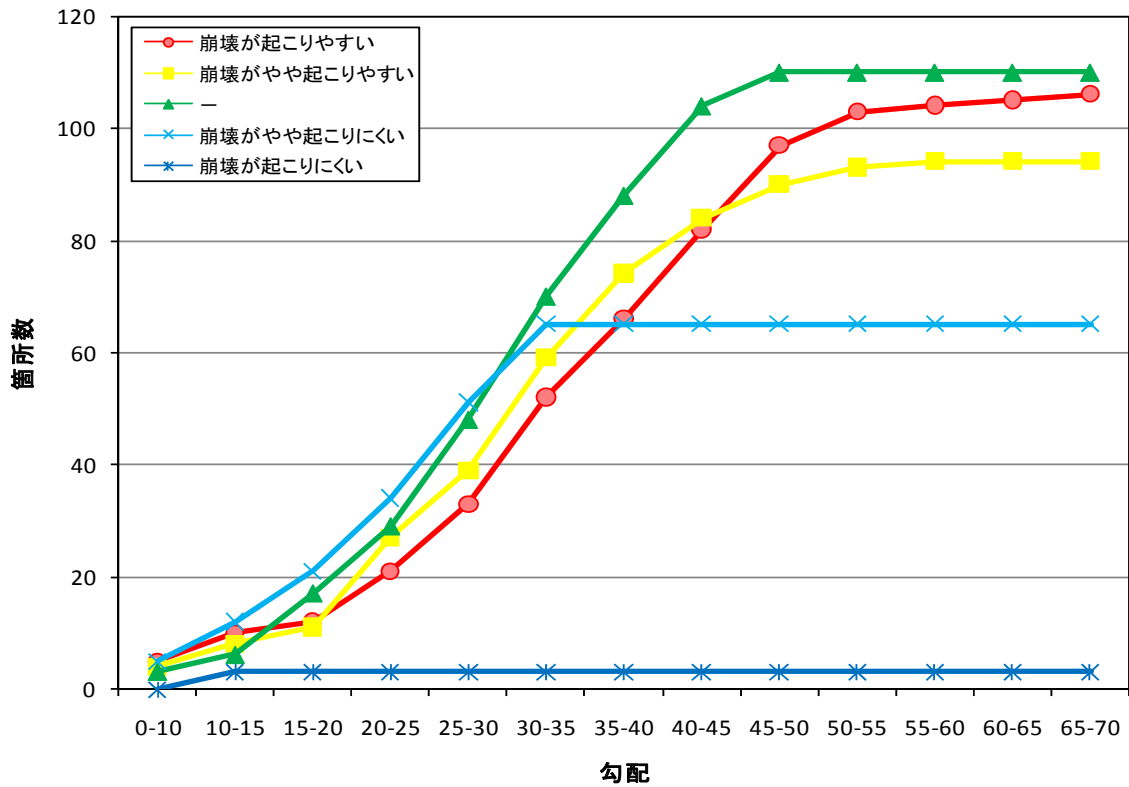


図 2.24 勾配(°)の累積頻度分布

#### (4)平均曲率の頻度分布

平均曲率の平均値から、バラツキはあるが平均曲率が小さい（凸地形）ほど崩壊が起こりやすいことが判明した。平均曲率の最小値および頻度分布から、バラツキはあるが崩壊が起こりやすいほど最小値が小さくなっていることが判明した。

表 2.47 平均曲率の基本統計

表現	データ数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
崩壊が起こりやすい	106	-0.0051	0.0285	-0.0721	0.0840
崩壊がやや起こりやすい	94	-0.0001	0.0228	-0.0565	0.0577
—	110	0.0007	0.0231	-0.0565	0.0701
崩壊がやや起こりにくい	65	0.0016	0.0255	-0.0407	0.0634
崩壊が起こりにくい	3	-0.0185	0.0000	-0.0185	-0.0185

表 2.48 平均曲率の度数

レンジ区分	表現					計
	崩壊が起こりにくい	崩壊がやや起こりにくい	—	崩壊がやや起こりやすい	崩壊が起こりやすい	
	-3.0~-1.5	-1.5~-0.5	-0.5~0.5	0.5~1.0	1.0~10	
-0.080~-0.075	0	0	0	0	0	0
-0.075~-0.070	0	0	0	0	2	2
-0.070~-0.065	0	0	0	0	1	1
-0.065~-0.060	0	0	0	0	1	1
-0.060~-0.055	0	0	1	2	2	5
-0.055~-0.050	0	0	1	0	3	4
-0.050~-0.045	0	0	2	1	1	4
-0.045~-0.040	0	3	1	4	5	13
-0.040~-0.035	0	0	4	1	3	8
-0.035~-0.030	0	4	2	1	2	9
-0.030~-0.025	0	2	2	0	3	7
-0.025~-0.020	0	7	3	4	7	21
-0.020~-0.015	3	2	11	7	5	28
-0.015~-0.010	0	4	7	9	3	23
-0.010~-0.005	0	3	5	13	9	30
-0.005~-0.000	0	4	19	9	15	47
0.000-0.005	0	9	12	7	6	34
0.005-0.010	0	8	5	4	5	22
0.010-0.015	0	3	6	8	7	24
0.015-0.020	0	3	6	8	5	22
0.020-0.025	0	3	6	2	7	18
0.025-0.030	0	0	8	2	5	15
0.030-0.035	0	0	1	5	2	8
0.035-0.040	0	3	2	4	3	12
0.040-0.045	0	2	4	2	2	10
0.045-0.050	0	1	0	0	0	1
0.050-0.055	0	2	1	0	1	4
0.055-0.060	0	0	0	1	0	1
0.060-0.065	0	2	0	0	0	2
0.065-0.070	0	0	0	0	0	0
0.070-0.075	0	0	1	0	0	1
0.075-0.080	0	0	0	0	0	0
0.080-0.085	0	0	0	0	1	1
計	3	65	110	94	106	378

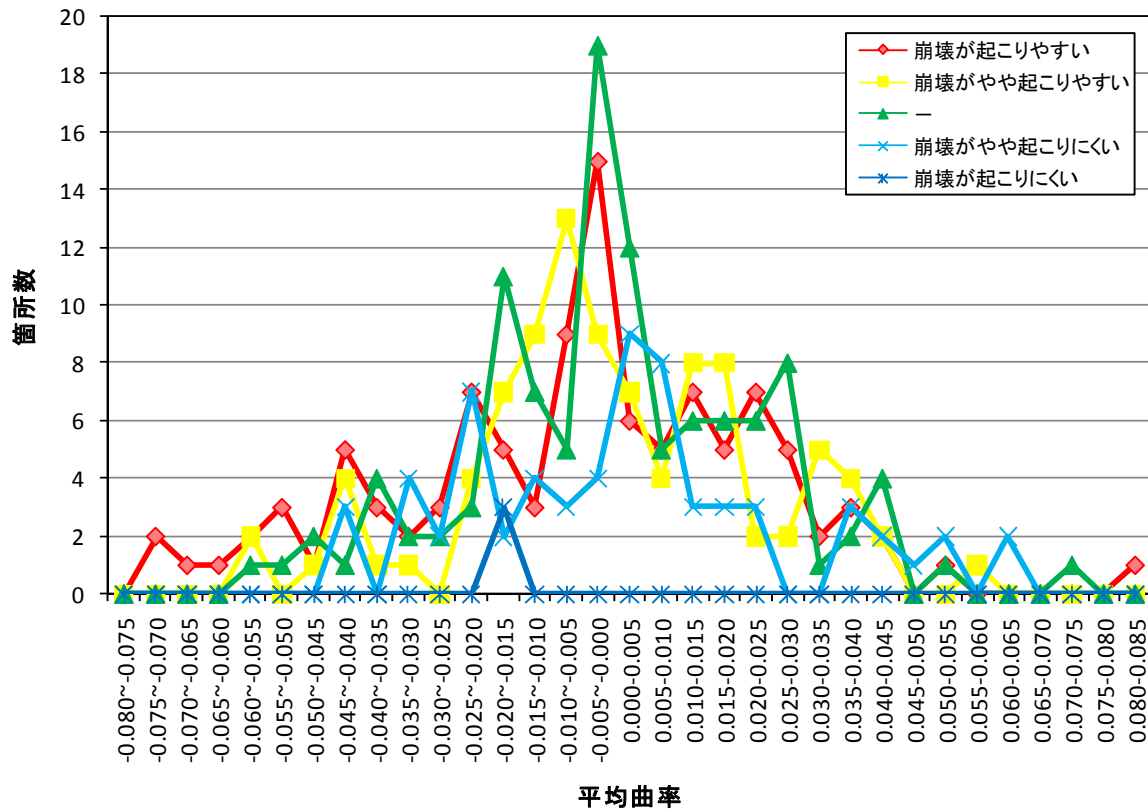


図 2.25 平均曲率の頻度分布

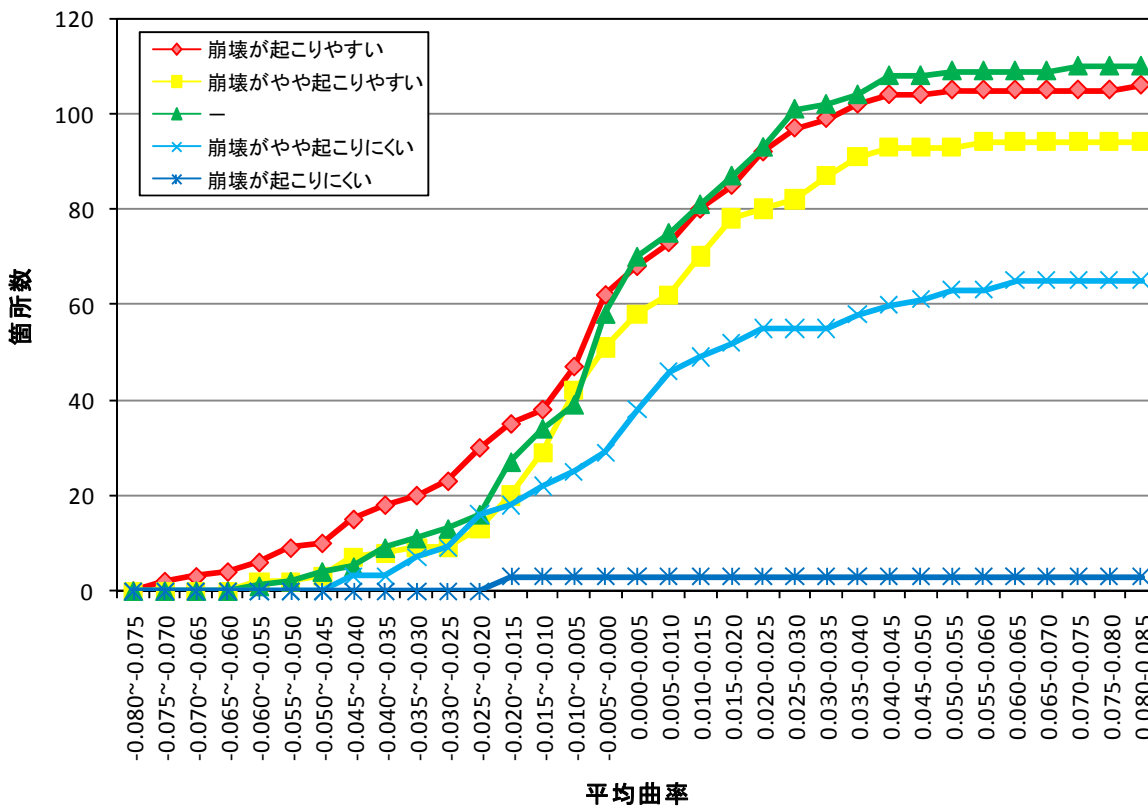


図 2.26 平均曲率の累積頻度分布

## 2.6. 資料収集についての補足

2.1 で基本データとして挙げた 5 項目のうち、(4)概況と(5)地形・地質状況については、危険度評価には直接必要データではあるが準備可能であれば併せて用意することが望ましい。

以下に、急傾斜斜面カルテを元に収集した(4)概況、および(5)地形・地質状況について整理した結果は、次のとおりである。

### 2.6.1. 概況

概況として、植生、伐採根の状況および湧水の状況を整理した。

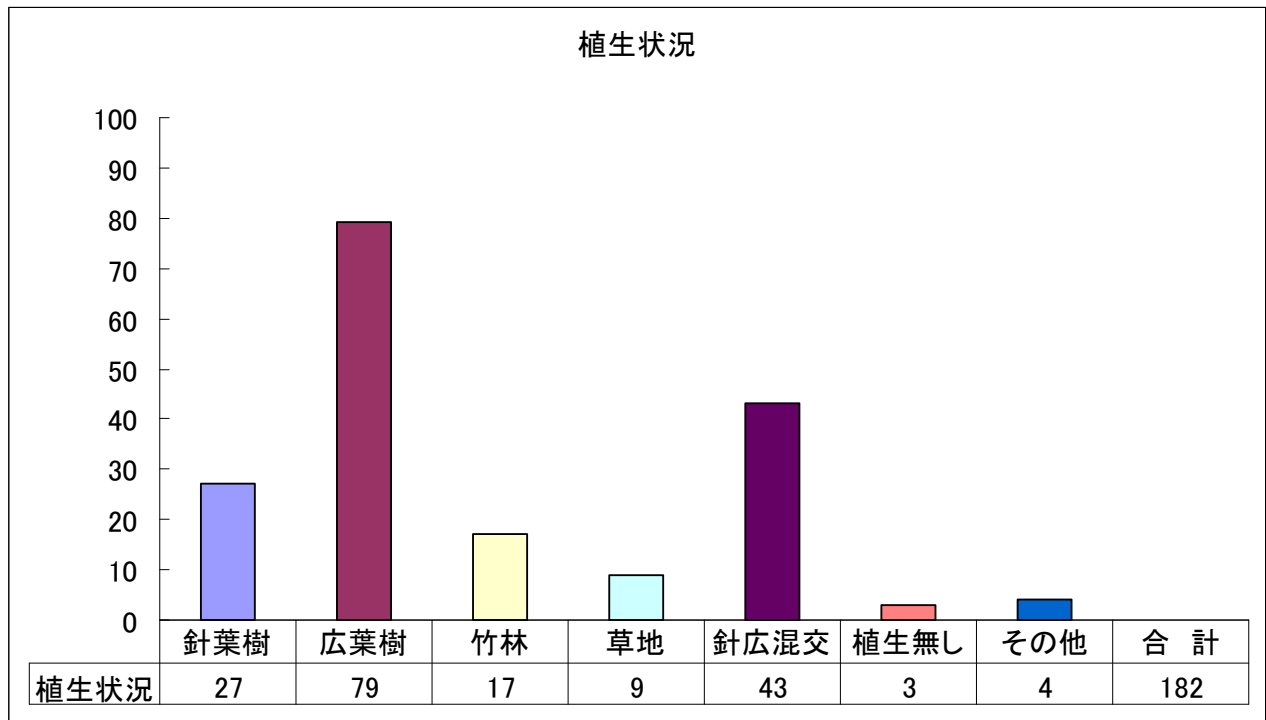


図 2.27 植生状況

植生としては、針葉樹・広葉樹、または針葉樹広葉樹の混交林が 80%以上を占めている。

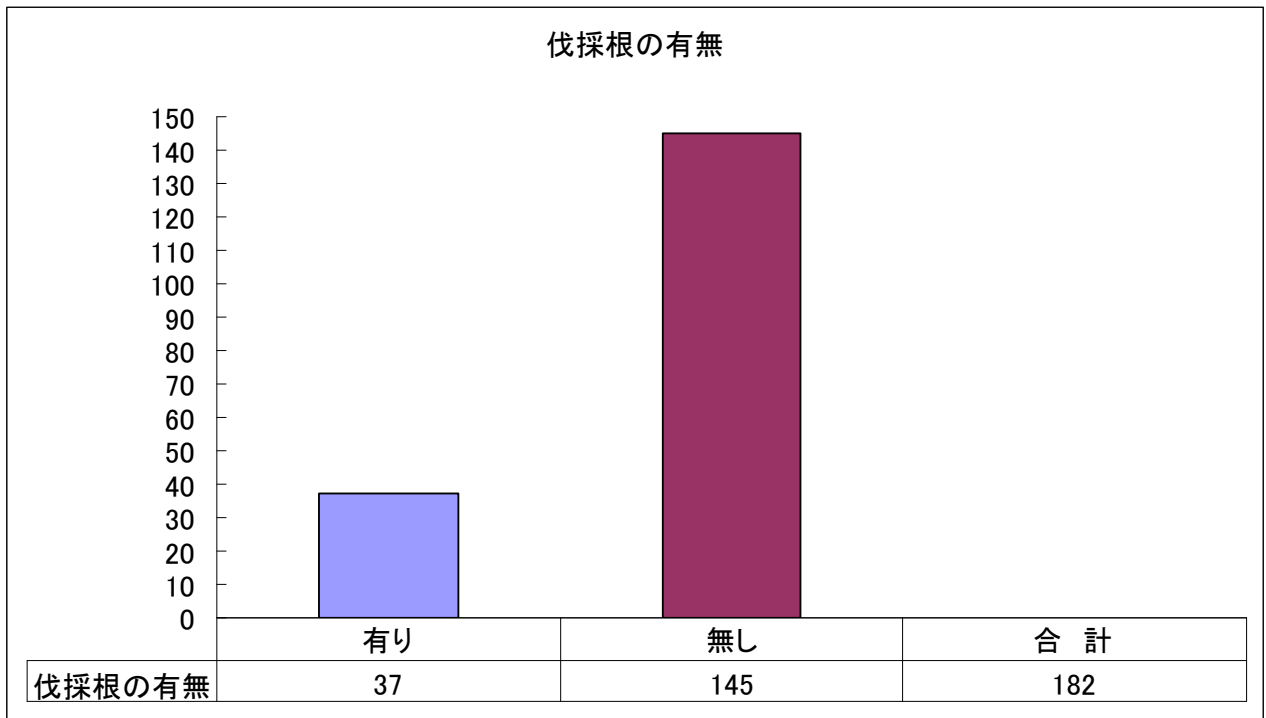


図 2.28 伐採根の状況

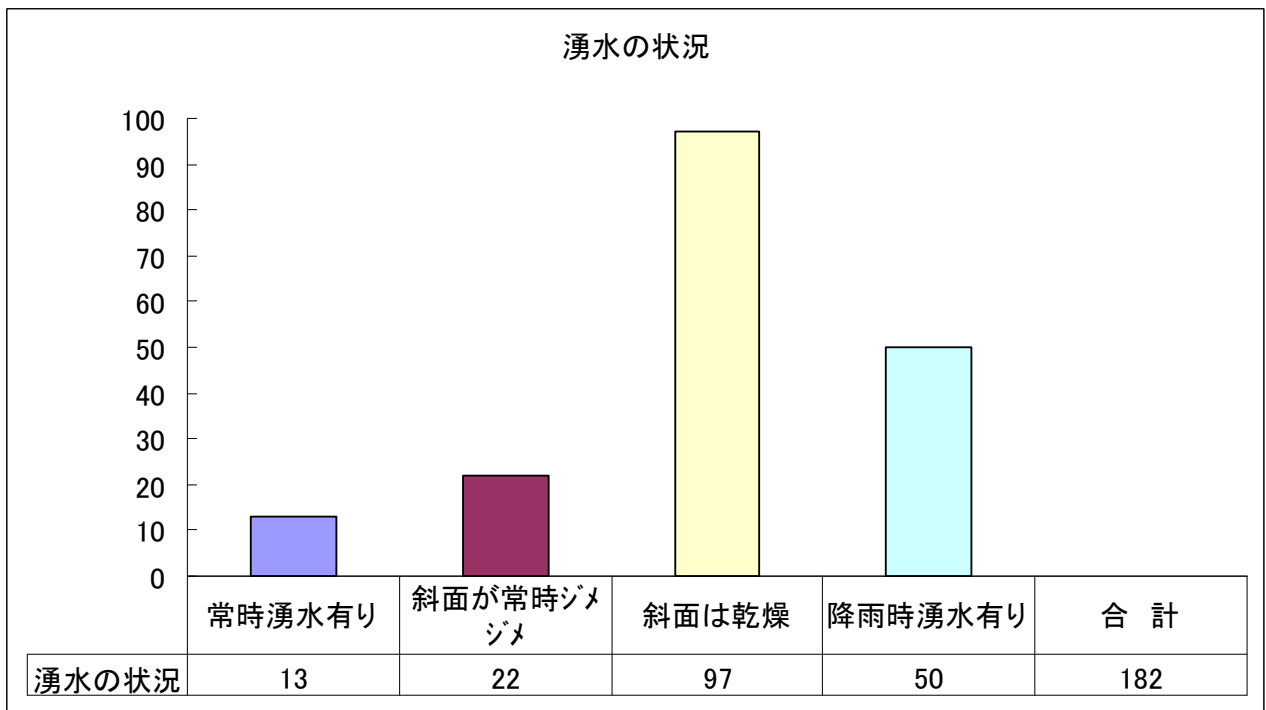


図 2.29 湧水の状況

常時湧水のある対象地は10%に満たず、常時ジメジメしている物を含め20%程度であった。対象地は比較的乾燥状態にあるといえる。



### 2.6.2. 地形・地質状況

ここでは、地形において勾配と横断形状を、地質状況として表土・地盤の状況、断層破碎帯および岩盤の亀裂の有無に関して整理した。

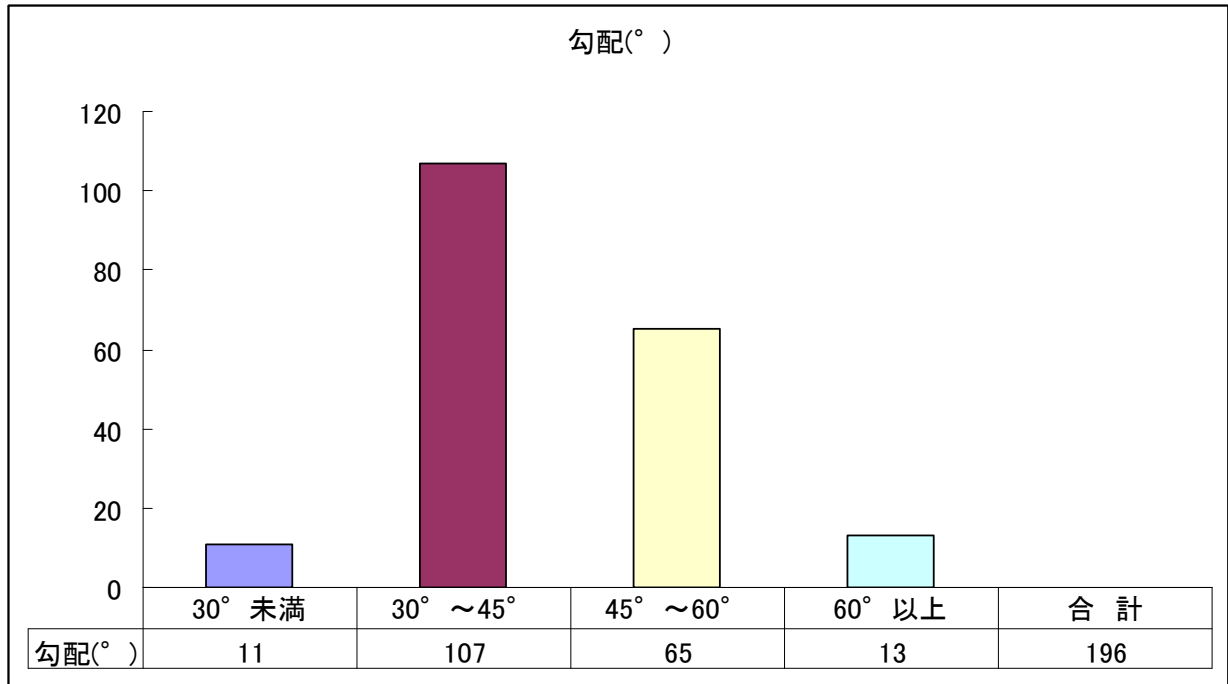


図 2.30 対象地の勾配

殆どが 30° ~60° の範囲であるが、60° 以上という急勾配の対象地も 13 現場あった。

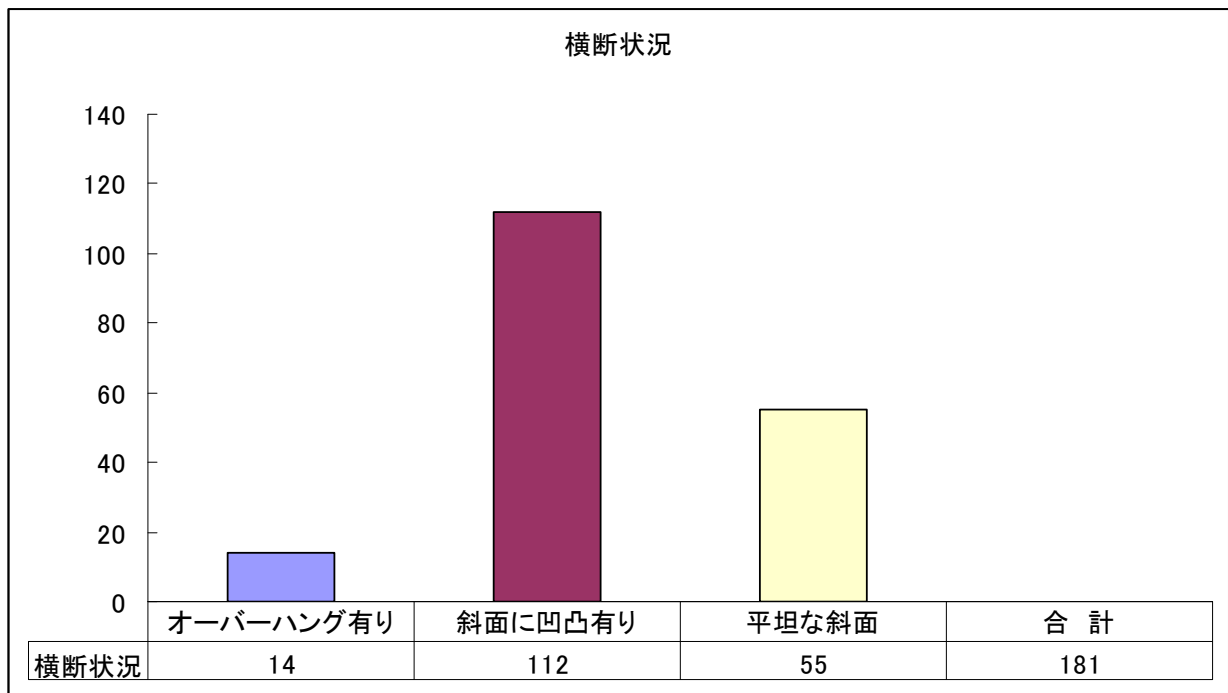


図 2.31 横断形状

対象地の勾配としては殆どの地区で 60° 程度までではあるが、横断形としては半数以上が起伏が激しく、またオーバーハングのある地形も見受けられる。

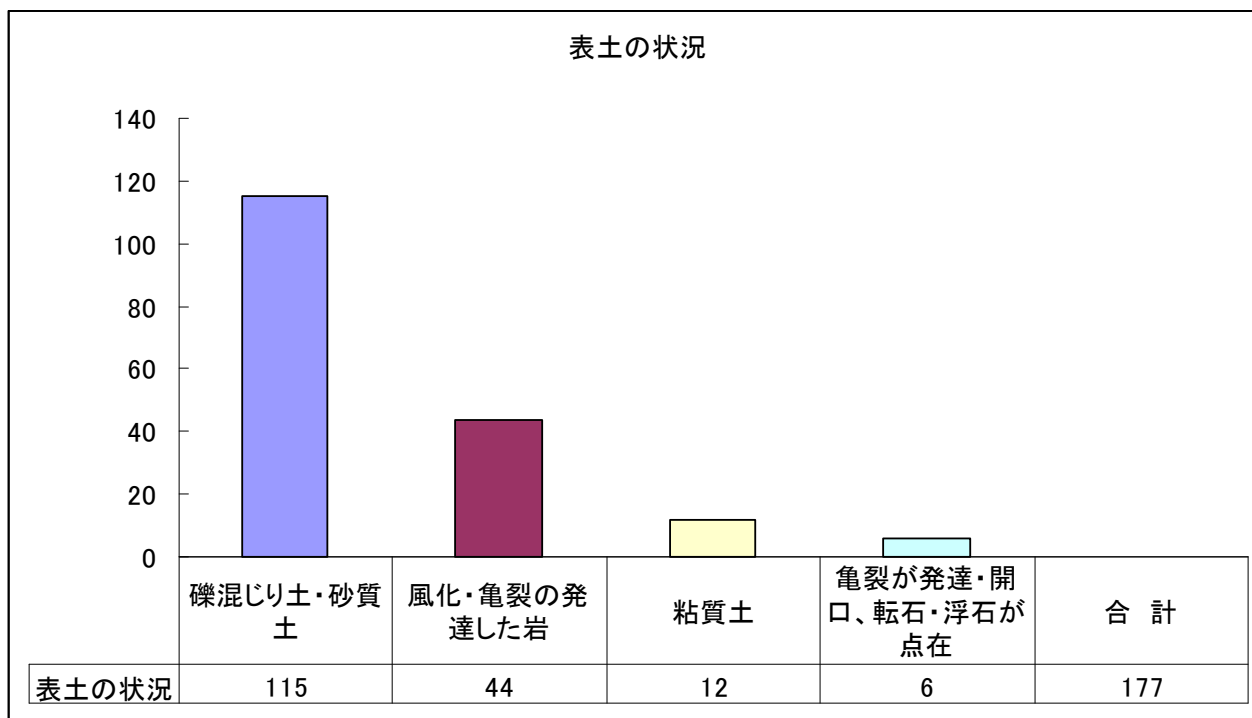


図 2.32 表土の状況

礫混じり土・砂質土と風化・亀裂の発達した岩の表土状況で全体の約 9 割を占めている。

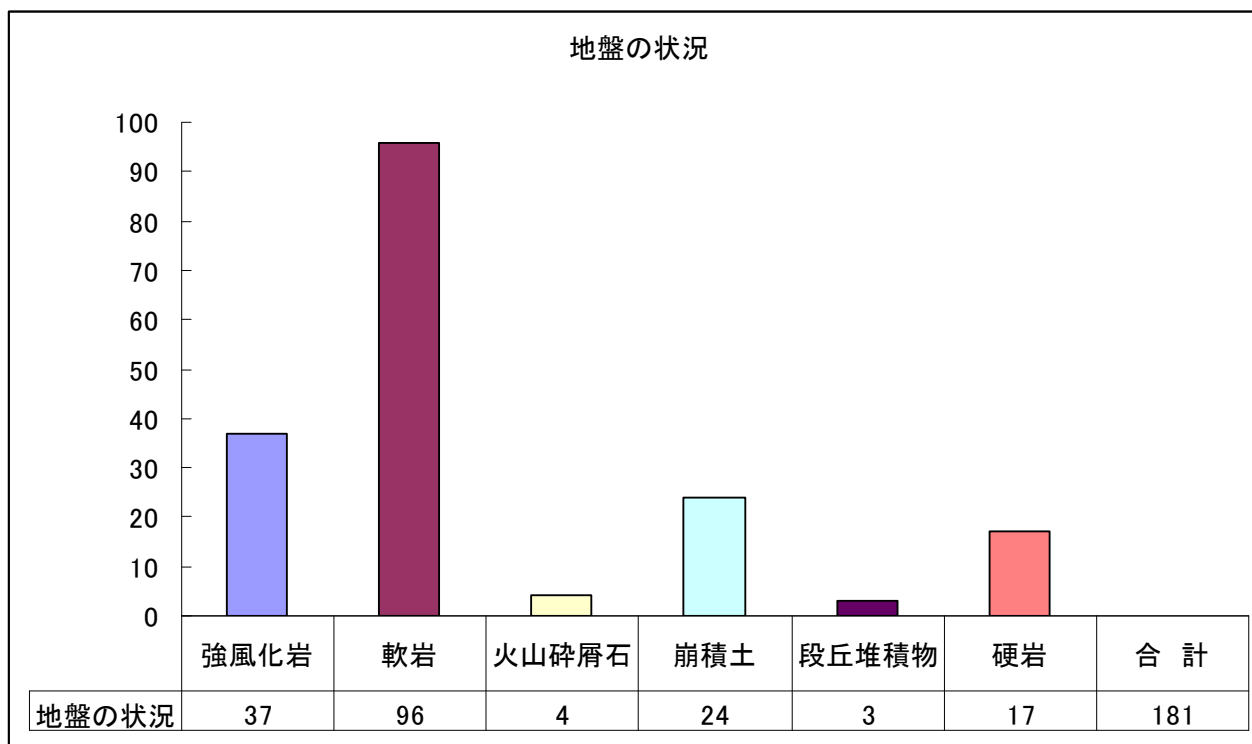


図 2.33 地盤の状況

軟岩が約半数を占めており、強風化岩・崩積土と続いている。

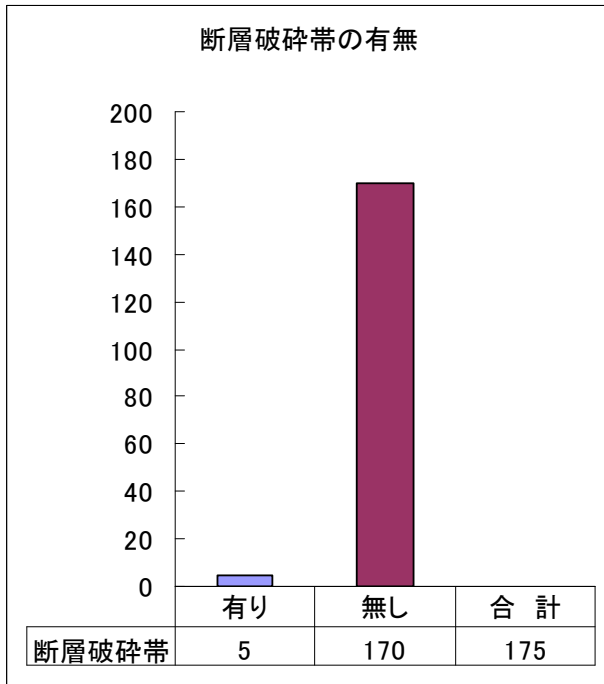


図 2.34 断層破碎帯の有無

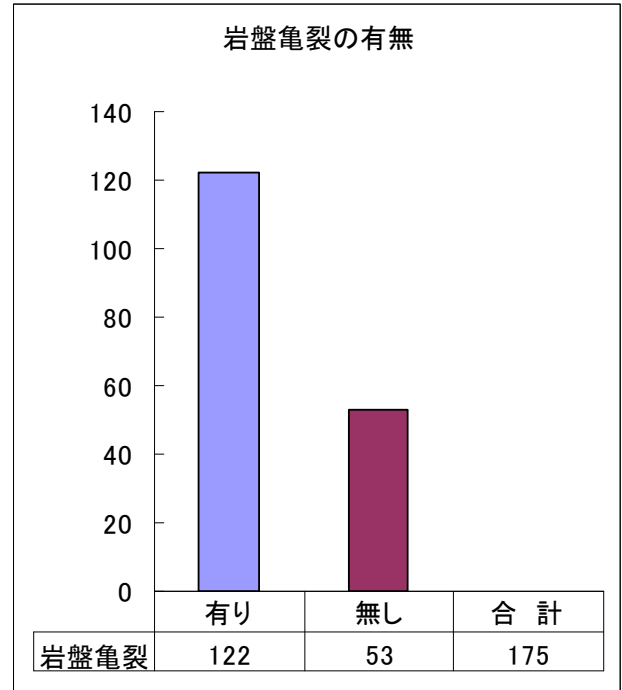


図 2.35 岩盤亀裂の有無

対象地には、断層破碎帯は殆ど無いものの、2/3の地域では岩盤亀裂が確認されている。

2.6.3. 急傾斜地の基本データの一覧表

急傾斜地の基本データは次のとおりである。

表 2.49 急傾斜地の基本データの一覧

番号	都道府県	市町村	箇所名	地形			概況			地質状況					平面縮尺
				勾配(°)	高さ(m)	横断形状	植生	伐採根の状況	湧水の状況	表土の状況		地盤の状況	断層破砕帯	表土の厚さ	
1	A	A1	A11	60	35	オーバーハング有り	植生無し	無し	常時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩、礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	1.0m	有り	1/500
2	A	A1	A12	47	60	斜面に凹凸有り	針葉樹	無し	斜面が常時ジメジメ	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	1.0m	有り	1/1000
3	B	B1	B11	60	20	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	火山砕屑石	—	1.0m	—	1/250
4	B	B2	B21	80	25	オーバーハング有り	広葉樹	有り	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	強風化岩	無し	0.1m	有り	1/500
5	B	B3	B31	36	100	斜面に凹凸有り	針葉樹	無し	常時湧水有り	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	有り	1/5000
6	C	C1	C11	40	200	平坦な斜面	針葉樹	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土	崩積土	無し	0.8m	無し	1/5000
7	D	D1	D11	38	16	平坦な斜面	広葉樹	有り	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.2m	有り	1/1000
8	D	D2	D21	37	77	—	草地	有り	斜面が常時ジメジメ	—	—	無し	—	—	1/1200
9	D	D3	D31	30	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1/1000
10	D	D4	D41	35	100	平坦な斜面	広葉樹	有り	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	崩積土	無し	0.3m	有り	1/2500
11	D	D4	D42	47	45	平坦な斜面	針葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	硬岩	無し	0.3m	有り	1/1000
12	D	D4	D43	40	57	平坦な斜面	竹林	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.3m	有り	1/500
13	D	D5	D51	40	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1/500
14	D	D5	D52	35	110	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.5m	無し	1/1000
15	D	D6	D61	40	80	斜面に凹凸有り	竹林	無し	降雨時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.5m	有り	1/1000
16	D	D6	D62	35	70	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.5m	無し	1/500
17	D	D7	D71	35	30	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.5m	無し	1/1000
18	D	D7	D72	45	150	斜面に凹凸有り	針葉樹	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.6m	有り	1/1500
19	D	D8	D81	40	65	斜面に凹凸有り	針葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	硬岩	無し	0.5m	無し	1/1600
20	D	D9	D91	33	11	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.1m	有り	1/500
21	D	D10	D101	40	19	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.2m	無し	1/1700
22	E	E1	E11	45	49	斜面に凹凸有り	林	無し	常時湧水有り	礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	0.6m	有り	1/1000
23	E	E1	E12	45	55	平坦な斜面	広葉樹	無し	斜面が常時ジメジメ	礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	0.6m	有り	1/2023
24	E	E2	E21	50	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1/1250
25	E	E3	E31	35	31	オーバーハング有り	草地	有り	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	0.3m	有り	1/1000
26	E	E1	E13	60	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1/1565
27	E	E4	E41	50	16	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	0.4m	有り	1/910
28	E	E5	E51	70	15	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	0.4m	有り	1/877
29	E	E5	E52	63	14	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	0.4m	有り	1/947
30	E	E6	E61	45	12	平坦な斜面	竹林	無し	斜面が常時ジメジメ	風化・亀裂の発達した岩	硬岩	無し	0.3m	有り	1/2000
31	F	F1	F11	35	5	平坦な斜面	広葉樹	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土	崩積土	無し	0.6m	有り	1/2500
32	F	F1	F12	40	8	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土	崩積土	無し	0.6m	有り	1/2000
33	F	F2	F21	45	30	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	斜面は乾燥	粘質土	軟岩	無し	0.3m	有り	1/500
34	F	F3	F31	45	50	平坦な斜面	針葉樹	無し	常時湧水有り	礫混じり土・砂質土	段丘堆積物	無し	0.5m	無し	1/2000
35	F	F4	F41	45	20	斜面に凹凸有り	広葉樹	有り	斜面が常時ジメジメ	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	有り	1/1000
36	G	G1	G11	40	15	斜面に凹凸有り	針葉樹	無し	斜面が常時ジメジメ	粘質土	崩積土	無し	0.3m	無し	1/2500
37	G	G1	G12	33	45	斜面に凹凸有り	竹林	無し	斜面が常時ジメジメ	礫混じり土・砂質土	崩積土	無し	0.3m	無し	1/2500
38	H	H1	H11	60	50	平坦な斜面	針広混交	無し	斜面が常時ジメジメ	礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	—	有り	1/2500
39	H	H2	H21	35	40	平坦な斜面	針広混交	有り	常時湧水有り	礫混じり土・砂質土	崩積土	無し	0.7m	有り	1/2500
40	H	H3	H31	35	230	斜面に凹凸有り	針葉樹	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土	硬岩	無し	0.6m	有り	1/2500
41	H	H4	H41	35	50	平坦な斜面	針広混交	無し	斜面が常時ジメジメ	礫混じり土・砂質土	硬岩	無し	0.5m	有り	1/2500
42	H	H4	H42	35	50	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	斜面が常時ジメジメ	礫混じり土・砂質土	硬岩	無し	0.4m	有り	1/2000
43	I	I1	I11	42	30	斜面に凹凸有り	針葉樹	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	1.0m	有り	1/2500
44	I	I1	I12	39	35	斜面に凹凸有り	針葉樹	有り	降雨時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.5m	有り	1/2500
45	I	I1	I13	42	34	斜面に凹凸有り	針葉樹	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	1.0m	有り	1/2500
46	J	J1	J11	58	10	平坦な斜面	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	0.6m	有り	1/500
47	J	J2	J21	34	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1/2500
48	J	J3	J31	37	12	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	降雨時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩	硬岩	無し	0.15m	有り	1/500
49	J	J3	J32	50	14	斜面に凹凸有り	植生無し	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	硬岩	無し	0.1m	有り	1/1000
50	K	K1	K11	55	35	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	降雨時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩	硬岩	有り	0.5m	有り	1/1000
51	K	K2	K21	40	10	平坦な斜面	針葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	1.5m	有り	1/2500

表 2.50 急傾斜地の基本データの一覧

番号	都道府県	市町村	箇所名	地形			概況			地質状況					平面縮尺
				勾配(°)	高さ(m)	横断形状	植生	伐採根の状況	湧水の状況	表土の状況		地盤の状況	断層破砕帯	表土の厚さ	
52	K	K3	K31	40	80	平坦な斜面	針広混交	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	1.0m	無し	1/2500
53	K	K4	K41	40	120	斜面に凹凸有り	針広混交	有り	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	1.0m	無し	1/2500
54	K	K4	K42	40	42	斜面に凹凸有り	竹林	有り	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	無し	1/2500
55	K	K5	K51	38	22	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	1.0m	有り	1/500
56	K	K6	K61	40	50	平坦な斜面	針葉樹	有り	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	ば	0.4m	無し	1/1000
57	K	K6	K62	40	50	斜面に凹凸有り	針広混交	有り	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.4m	無し	1/1000
58	K	K6	K63	40	40	平坦な斜面	広葉樹	有り	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.4m	無し	1/1000
59	K	K6	K64	45	40	平坦な斜面	針葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.4m	無し	1/1000
60	K	K5	K52	40	60	斜面に凹凸有り	針広混交	有り	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	1.0m	有り	1/2500
61	K	K5	K53	35	54	斜面に凹凸有り	針葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	1.0m	有り	1/2500
62	K	K4	K43	50	80	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.7m	無し	1/2500
63	K	K4	K44	40	40	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	1.0m	無し	1/2500
64	K	K5	K54	40	70	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.3m	無し	1/2000
65	K	K5	K55	31	12	斜面に凹凸有り	草地	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	1.0m	有り	1/2500
66	K	K6	K65	30	120	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	無し	1/2500
67	K	K4	K45	40	170	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	1.0m	無し	1/2000
68	K	K4	K46	40	30	平坦な斜面	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	1.0m	無し	1/2000
69	K	K4	K47	40	60	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	1.0m	無し	1/2000
70	K	K4	K48	40	90	平坦な斜面	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	1.0m	無し	1/2000
71	K	K4	K49	40	20	平坦な斜面	針広混交	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	1.0m	無し	1/2000
72	K	K7	K71	40	30	平坦な斜面	針葉樹	有り	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.8m	無し	1/2000
73	K	K7	K72	35	30	平坦な斜面	針葉樹	有り	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.4m	無し	1/2500
74	K	K7	K73	42	15	平坦な斜面	針葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	無し	1/2500
75	K	K7	K74	40	18	平坦な斜面	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	無し	1/2500
76	K	K7	K75	30	40	平坦な斜面	針葉樹	有り	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.4m	無し	1/2500
77	K	K7	K76	40	150	斜面に凹凸有り	針葉樹	有り	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.6m	無し	—
78	K	K8	K81	40	300	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.5m	有り	1/1000
79	L	L1	L11	40	10	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	硬岩	無し	0.5m	有り	1/500
80	L	L1	L12	45	10	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	亀裂が発達、開口しており転石、浮石が点在する	強風化岩	無し	0.4m	—	1/1000
81	L	L2	L21	35	20	斜面に凹凸有り	針広混交	有り	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	0.5m	無し	1/1000
82	L	L1	L13	35	10	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	斜面が常時ジメジメ	礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	1.0m	—	1/1000
83	L	L3	L31	60	10	平坦な斜面	針広混交	有り	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	0.5m	無し	1/1000
84	L	L1	L14	40	10	平坦な斜面	広葉樹	無し	斜面が常時ジメジメ	礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	0.5m	—	1/500
85	L	L4	L41	50	10	オーバーハング有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	強風化岩	無し	0.3m	無し	1/1000
86	M	M1	M11	40	40	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	亀裂が発達、開口しており転石、浮石が点在する	硬岩	無し	0.5m	有り	1/1000
87	M	M2	M21	40	20	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	斜面が常時ジメジメ	礫混じり土・砂質土	崩積土	無し	0.5m	無し	1/500
88	N	N1	N11	32	12	オーバーハング有り	竹林・広葉樹	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土	軟岩	有り	0.5m	有り	1/1000
89	N	N2	N21	60	22	斜面に凹凸有り	針葉樹	無し	常時湧水有り	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	有り	1/2000
90	N	N3	N31	75	9	斜面に凹凸有り	竹林	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.3m	有り	1/2000
91	N	N4	N41	50	25	斜面に凹凸有り	竹林	有り	斜面が常時ジメジメ	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	有り	1/1000
92	N	N4	N42	40	25	平坦な斜面	針広混交	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.8m	有り	1/1000
93	N	N5	N51	60	12	斜面に凹凸有り	竹林	有り	常時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩	硬岩	有り	0.5m	有り	1/1000
94	N	N5	N52	45	21	斜面に凹凸有り	針葉樹	無し	降雨時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	不明	0.6m	有り	1/1000
95	N	N5	N53	67	12	オーバーハング有り	竹林	無し	降雨時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩	硬岩	無し	0.8m	有り	1/1000
96	N	N5	N54	35	15	平坦な斜面	針広混交	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	硬岩	無し	1.5m	有り	1/500
97	N	N13	N131	40	6	斜面に凹凸有り	竹林・針広混交	有り	降雨時湧水有り	粘質土	強風化岩	無し	0.3m	有り	1/500
98	N	N6	N61	40	40	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面が常時ジメジメ	礫混じり土・砂質土	崩積土	無し	2.0m	有り	1/500
99	N	N6	N62	60	30	斜面に凹凸有り	針葉樹	無し	斜面が常時ジメジメ	礫混じり土・砂質土	崩積土	無し	2.0m	有り	1/500
100	N	N7	N71	30	20	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	降雨時湧水有り	風化・亀裂の発達していない岩	崩積土	無し	0.5m	有り	1/500
101	N	N8	N81	30	20	平坦な斜面	草地・竹林・広葉樹	有り	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土	崩積土	不明	—	—	1/500

表 2.51 急傾斜地の基本データの一覧

番号	都道府県	市町村	箇所名	地形			概況			地質状況					平面縮尺
				勾配(°)	高さ(m)	横断形状	植生	伐採根の状況	湧水の状況	表土の状況		地盤の状況	断層破砕帯	表土の厚さ	
102	N	N9	N91	60	30	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土	硬岩	無し	1.0m	有り	1/500
103	N	N10	N101	50	60	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.5m	有り	1/1000
104	N	N11	N111	30	30	平坦な斜面	竹林	無し	降雨時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩	火山砕屑石	無し	1.0m	有り	1/1000
105	N	N12	N121	40	50	平坦な斜面	針広混交	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土、風化・亀裂の発達していない岩	段丘堆積物	無し	1.0m	無し	—
106	O	O1	O11	40	35	平坦な斜面	竹林	無し	斜面は乾燥	粘質土	軟岩	無し	0.5m	有り	1/1100
107	O	O1	O12	45	60	平坦な斜面	広葉樹	有り	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	有り	1/1200
108	O	O1	O13	55	60	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	有り	1/1000
109	O	O2	O21	45	90	平坦な斜面	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.3m	有り	1/1400
110	O	O3	O31	60	45	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.5m	無し	1/900
111	O	O3	O32	60	35	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	有り	1/800
112	O	O3	O33	55	25	斜面に凹凸有り	広葉樹	有り	降雨時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.5m	有り	1/750
113	O	O3	O34	50	45	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	亀裂が発達、開口しており転石、浮石が点在する	軟岩	無し	0.3m	無し	1/1000
114	O	O3	O35	50	45	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	亀裂が発達、開口しており転石、浮石が点在する	軟岩	無し	0.3m	有り	1/850
115	O	O1	O14	45	30	斜面に凹凸有り	草地	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.2m	無し	1/1000
116	O	O1	O15	55	30	斜面に凹凸有り	広葉樹	有り	斜面が常時ジメジメ	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.3m	有り	1/700
117	O	O1	O16	55	40	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.2m	無し	1/1200
118	O	O1	O17	55	26	平坦な斜面	草地	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.2m	有り	1/600
119	O	O2	O22	30	30	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.2m	有り	1/1000
120	O	O4	O41	60	30	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	有り	0.5m	無し	1/750
121	O	O3	O36	60	15	斜面に凹凸有り	草地	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	有り	1/850
122	O	O5	O51	60	16	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	有り	1/750
123	O	O5	O52	60	18	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	斜面は乾燥	粘質土	軟岩	無し	0.4m	無し	1/600
124	O	O5	O53	60	30	平坦な斜面	草地	有り	常時湧水有り	粘質土	軟岩	無し	0.5m	有り	1/750
125	O	O5	O54	50	14	平坦な斜面	広葉樹	無し	斜面は乾燥	粘質土	軟岩	無し	0.3m	無し	1/900
126	O	O1	O18	50	20	平坦な斜面	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	有り	1/1300
127	O	O1	O19	60	21	平坦な斜面	植生無し	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.1m	有り	1/1250
128	O	O1	O110	40	15	平坦な斜面	広葉樹	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.2m	無し	1/1100
129	O	O1	O111	55	14	平坦な斜面	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	火山砕屑石	無し	0.5m	無し	1/750
130	O	O6	O61	60	18	平坦な斜面	広葉樹	無し	斜面が常時ジメジメ	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.8m	有り	1/900
131	O	O6	O62	45	15	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	有り	1/700
132	O	O5	O55	50	16	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	有り	1/1200
133	O	O5	O56	60	26	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	1.0m	有り	1/1000
134	O	O5	O57	60	15	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面が常時ジメジメ	粘質土	軟岩	無し	0.5m	有り	1/600
135	O	O5	O58	45	14	平坦な斜面	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	有り	1/600
136	O	O5	O59	30	29	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.2m	有り	—
137	O	O5	O510	50	20	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	常時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.2m	有り	1/600
138	O	O5	O511	60	15	斜面に凹凸有り	竹林	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	軟岩	無し	0.2m	有り	1/500
139	O	O7	O71	45	25	平坦な斜面	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.3m	—	1/1500
140	O	O8	O81	45	20	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	粘質土	火山砕屑石	無し	0.5m	有り	1/2000
141	P	P1	P11	35	70	平坦な斜面	草地	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土	硬岩	無し	1.0m	有り	1/2500
142	P	P2	P21	35	15	斜面に凹凸有り	竹林	無し	斜面が常時ジメジメ	粘質土	段丘堆積物	無し	2.0m	無し	1/500
143	P	P2	P22	30	25	斜面に凹凸有り	針広混交	有り	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	1.0m	無し	1/2500
144	Q	Q1	Q11	36	30	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	降雨時湧水有り	亀裂が発達、開口しており転石、浮石が点在する	硬岩	無し	0.4m	有り	1/500
145	Q	Q2	Q21	35	18	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	降雨時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩	強風化岩	無し	0.1	有り	1/500
146	Q	Q2	Q22	36	23	オーバーハング有り	針広混交	無し	斜面は乾燥	亀裂が発達、開口しており転石、浮石が点在する	軟岩	無し	0.3m	無し	1/500
147	Q	Q3	Q31	39	66	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面が常時ジメジメ	礫混じり土・砂質土	強風化岩	無し	0.2m	無し	1/500
148	S	S1	S11	65	10	オーバーハング有り	広葉樹	無し	降雨時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩	強風化岩	無し	0.7m	有り	1/1000
149	R	R1	R11	50	30	斜面に凹凸有り	針葉樹	無し	降雨時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩	強風化岩	有り	0.3m	有り	1/1000
150	R	R2	R21	35	154	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩	強風化岩	不明	0.3m	無し	1/1000
151	R	R3	R31	45	30	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	0.5m	有り	—
152	R	R4	R41	30	10	平坦な斜面	竹林	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土	軟岩	無し	2.0m	有り	1/1000

表 2.52 急傾斜地の基本データの一覧

番号	都道府県	市町村	箇所名	地形			概況			地質状況					平面縮尺	
				勾配(°)	高さ(m)	横断形状	植生	伐採根の状況	湧水の状況	表土の状況		地盤の状況	断層破砕帯	表土の厚さ		岩盤の亀裂
153	R	R5	R51	75	10	平坦な斜面	広葉樹	無し	常時湧水有り	礫混じり土・砂質土		崩積土	無し	1.2m	無し	1/1000
154	S	S2	S21	35	29	—	—	—	—	—		—	—	—	—	1/1250
155	S	S3	S31	45	150	平坦な斜面	針広混交	有り	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土		強風化岩	無し	0.5m	有り	1/1000
156	S	S4	S41	60	8	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土		強風化岩	無し	0.5m	無し	1/1000
157	S	S5	S51	60	12	平坦な斜面	広葉樹	有り	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土		強風化岩	—	0.4m	無し	1/1000
158	S	S5	S52	45	30	オーバーハング有り	針広混交	有り	降雨時湧水有り	—		強風化岩	無し	1.0m	有り	1/1000
159	S	S5	S53	35	40	斜面に凹凸有り	竹林・針葉樹	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土		崩積土	無し	1.5m	有り	1/1000
160	S	S6	S61	60	30	オーバーハング有り	広葉樹	無し	常時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩		崩積土	無し	1.0m	有り	1/2000
161	S	S7	S71	63	20	—	—	—	—	—		—	—	—	—	1/1000
162	S	S8	S81	49	31	—	—	—	—	—		—	—	—	—	1/1000
163	S	S8	S82	34	28	—	—	—	—	—		—	—	—	—	1/1000
164	S	S9	S91	70	8	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩		軟岩	無し	0.5m	有り	1/1000
165	S	S9	S92	40	10	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土		崩積土	無し	2.0m	有り	1/1000
166	S	S9	S93	65	6	斜面に凹凸有り	竹林	無し	降雨時湧水有り	粘質土		崩積土	無し	3.0m	有り	1/1000
167	S	S9	S94	55	7	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土		強風化岩	無し	1.0m	有り	1/500
168	S	S9	S95	50	5	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土		崩積土	無し	2.0m	有り	1/1000
169	S	S10	S101	58	20	斜面に凹凸有り	広葉樹	有り	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土		軟岩	無し	0.5m	有り	1/1000
170	S	S10	S102	50	15	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土		崩積土	無し	2.0m	有り	1/1000
171	S	S10	S103	?	?	—	—	—	—	—		—	—	—	—	1/2000
172	S	S10	S104	60	7	斜面に凹凸有り	針葉樹	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土		崩積土	無し	0.5m	有り	1/2000
173	S	S11	S111	60	25	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土		強風化岩	無し	1.0m	有り	1/1000
174	S	S11	S112	50	15	平坦な斜面	草地	無し	斜面は乾燥	礫混じり土・砂質土		軟岩	無し	1.0m	有り	1/1000
175	S	S11	S113	60	15	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	降雨時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩		軟岩	無し	0.5m	有り	1/1000
176	S	S11	S114	55	15	斜面に凹凸有り	広葉樹	有り	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩		軟岩	無し	1.0m	有り	1/1000
177	S	S11	S115	60	15	斜面に凹凸有り	広葉樹	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩		軟岩	無し	0.5m	有り	1/2000
178	S	S11	S116	36	22	—	—	—	—	—		—	—	—	—	1/1000
179	S	S11	S117	60	10	オーバーハング有り	広葉樹	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土		崩積土	無し	0.8m	有り	1/1000
180	S	S11	S118	60	20	オーバーハング有り	広葉樹	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土		崩積土	無し	1.2m	有り	1/1000
181	S	S11	S119	40	15	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	常時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩		崩積土	無し	2.0m	有り	1/1000
182	S	S11	S1110	60	20	オーバーハング有り	広葉樹	有り	降雨時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩		強風化岩	無し	1.0m	有り	1/1000
183	S	S12	S121	40	20	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	降雨時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩		崩積土	無し	1.0m	有り	1/1000
184	S	S13	S131	42	18	—	—	—	—	—		—	—	—	—	1/500
185	S	S14	S141	60	30	オーバーハング有り	針広混交	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩		軟岩	無し	0.5m	有り	1/1500
186	S	S14	S142	?	?	—	—	—	—	—		—	—	—	—	1/1000
187	S	S14	S143	40	15	平坦な斜面	竹林	無し	斜面は乾燥	風化・亀裂の発達した岩		軟岩	無し	0.1m	有り	1/2500
188	T	T1	T11	35	30	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—
189	T	T2	T21	20	30	—	—	—	—	—		—	—	—	—	1/500
190	T	T3	T31	40	25	—	—	—	—	—		—	—	—	—	1/1000
191	T	T4	T41	80	15	平坦な斜面	広葉樹	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土		強風化岩	無し	1.0m	有り	1/2500
192	T	T5	T51	34	20	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土		強風化岩	無し	0.5m	有り	1/2500
193	T	T6	T61	45	18	平坦な斜面	針広混交	無し	降雨時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩		軟岩	不明	3.0m	有り	1/1500
194	T	T7	T71	?	?	—	—	—	—	—		—	—	—	—	1/2500
195	T	T8	T81	?	?	—	—	—	—	—		—	—	—	—	1/2500
196	T	T9	T91	40	15	斜面に凹凸有り	針葉樹	無し	降雨時湧水有り	粘質土		軟岩	無し	0.3m	有り	1/2500
197	T	T9	T92	50	10	斜面に凹凸有り	広葉樹	有り	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土		強風化岩	無し	0.4m	有り	1/2500
198	T	T10	T101	50	20	斜面に凹凸有り	針広混交	有り	降雨時湧水有り	礫混じり土・砂質土		強風化岩	無し	3.0m	有り	1/2500
199	T	T11	T111	70	50	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	斜面が常時ジメジメ	礫混じり土・砂質土		軟岩	無し	0.3m	有り	1/2500
200	T	T11	T112	70	50	斜面に凹凸有り	針広混交	無し	常時湧水有り	風化・亀裂の発達した岩		軟岩	無し	0.3m	有り	1/2500
201	T	T12	T121	?	?	—	—	—	—	—		—	—	—	—	1/2500

斜面勾配・平均曲率の  
簡易計算プログラム操作マニュアル

国土交通省 国土技術政策総合研究所  
危機管理技術研究センター砂防研究室



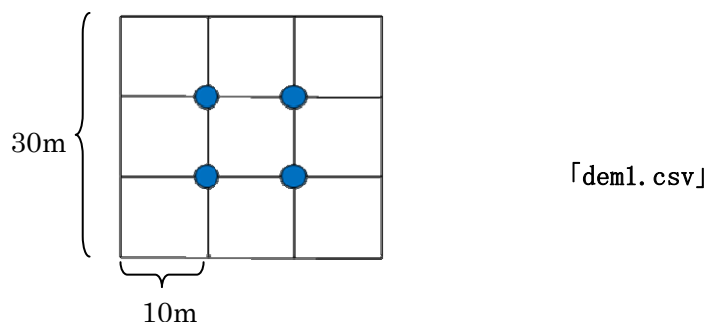
## 1. 斜面勾配・平均曲率の簡易計算プログラム操作方法

この計算プログラムでは、10mメッシュの標高データ（DEM）を用いて、斜面勾配と平均曲率の算定を行います。計算は区画ごとに標高データを作成して算定します。

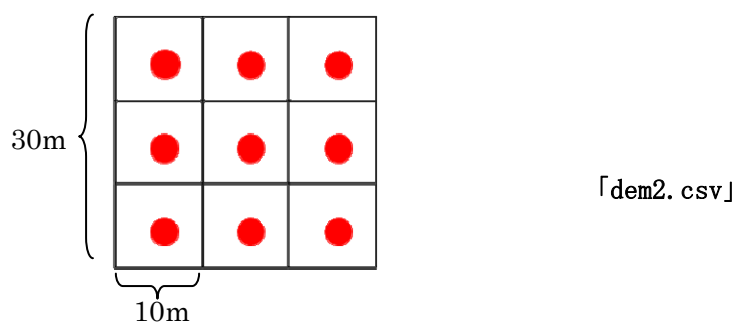
### 1.1. 計算条件

- ・計算で使用するデータは、10mの正方メッシュの標高データ（DEM）とします。
- ・正方メッシュの数は10×10の100個まで対応していますが、「地震時の急傾斜斜面崩壊危険度評価で用いる斜面の勾配、平均曲率を算出する場合は以下のデータが必要です（地震時の急傾斜地崩壊危険箇所危険度評価マニュアル p.4を参照）。

斜面勾配・・・2×2＝4メッシュ分のデータ（4個の標高データ）



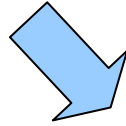
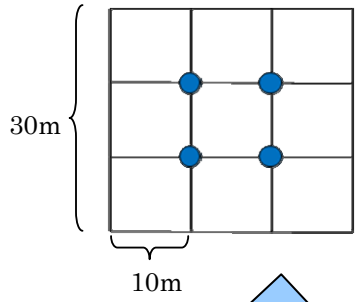
平均曲率・・・3×3＝9メッシュ分のデータ（9個の標高データ）



- ・計算で使用する標高データ（DEM）のファイル名は、必ず斜面勾配については「dem1.csv」、平均曲率は「dem2.csv」としてください。
- ・データの入力形式は矩形（縦n個×横n個 斜面勾配：2×2、平均曲率3×3）とし、データの一部に空欄がないようにしてください。

### 1.2. 計算で用いる標高データ（DEM）のデータファイルの作成

- ・DEMデータファイルは、表計算ソフト（Excelなど）を利用して作成します。
- ・データはcsv形式（テキスト形式でカンマ区切り）で保存してください。



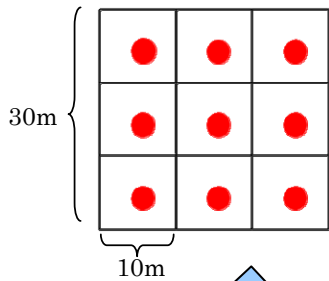
Microsoft Excel - dem1.csv

	A	B	C	D	E	F
1	310.95	310.025				
2	304.325	303.7				
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

dem1.csv として保存



図 1. Excel を用いた標高データ入力例（斜面勾配の場合）



Microsoft Excel - dem2.csv

	A	B	C	D	E	F
1	312	311.8	311.8			
2	310	310	306.5			
3	298.5	298.8	299.5			
4						
5						
6						
7						
8						
9						

dem2.csv として保存

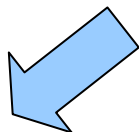


図 2. Excel を用いた標高データ入力例（平均曲率の場合）

### 1.3 計算プログラムの起動方法

1) 1.3 で作成した斜面勾配を求める dem1.csv ファイルと平均曲率を求める dem2.csv、計算プログラム（勾配・平均曲率作成プログラム.exe）を同一フォルダ内に格納します（同一フォルダにないと計算結果が出力されません）。

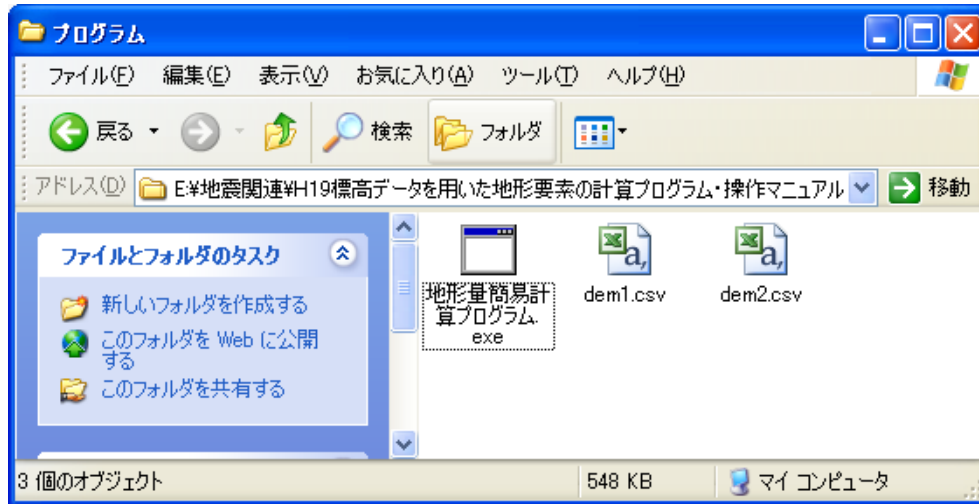


図 3. フォルダでのファイル格納状況例

2) 勾配・平均曲率作成プログラム.exe をダブルクリックします。

- 自動的に dem1.csv、dem2.csv を読み込んで、出力されるファイルとして、斜面勾配算出結果「slope.csv」と、平均曲率算出結果「cur.csv」の2つのファイルが同じフォルダに書き出されます。

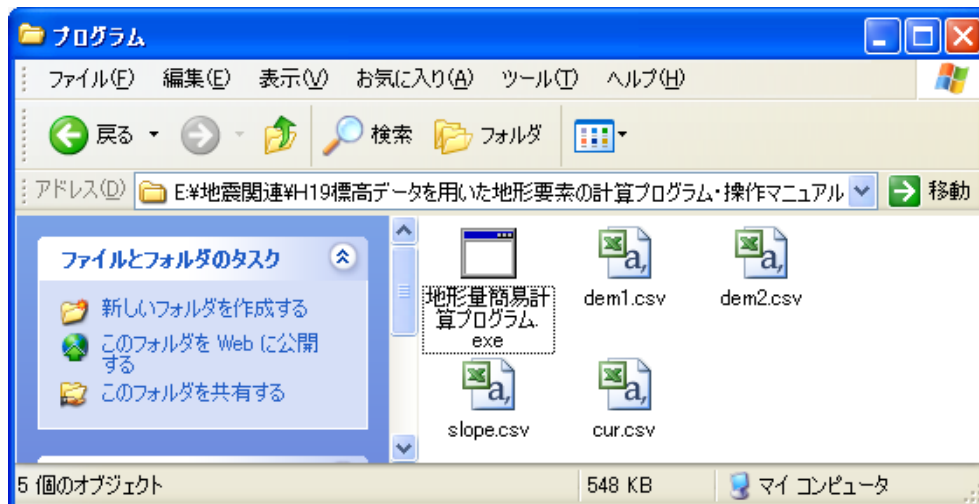


図 4. 斜面崩壊、平均曲率の計算結果ファイルの書き出し

#### 1. 4. 計算結果の表示

- ・ 計算結果は斜面勾配が slope.csv に、平均曲率が cur.csv に出力されます。
- ・ 斜面勾配については計算結果が 1 つ出力されます。平均曲率については、3 × 3 の 9 データが出力されますが、中央の値が求める平均曲率となります。これはDEMデータの四方を囲むエリアは計算できないため、周辺が“-9999”のエラー値で表示するためです。

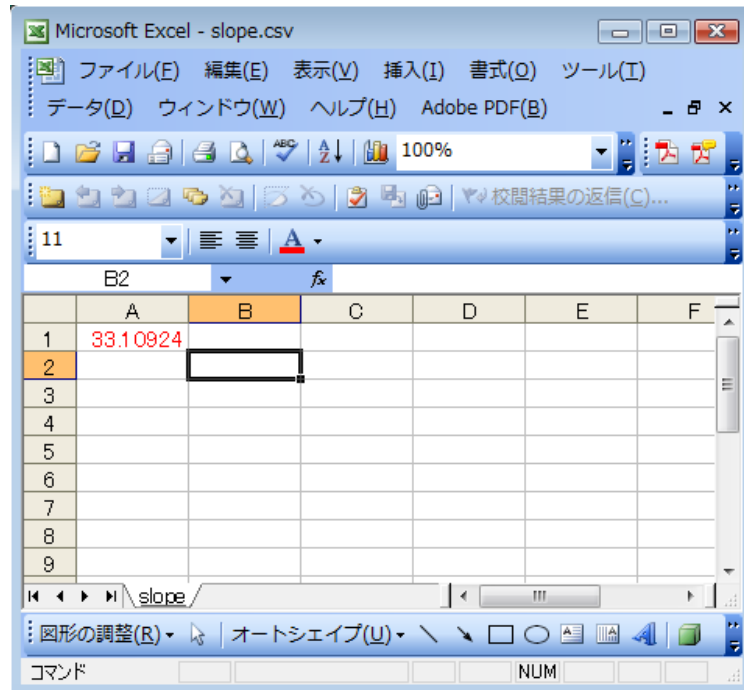


図 5. 計算結果（斜面勾配）の例

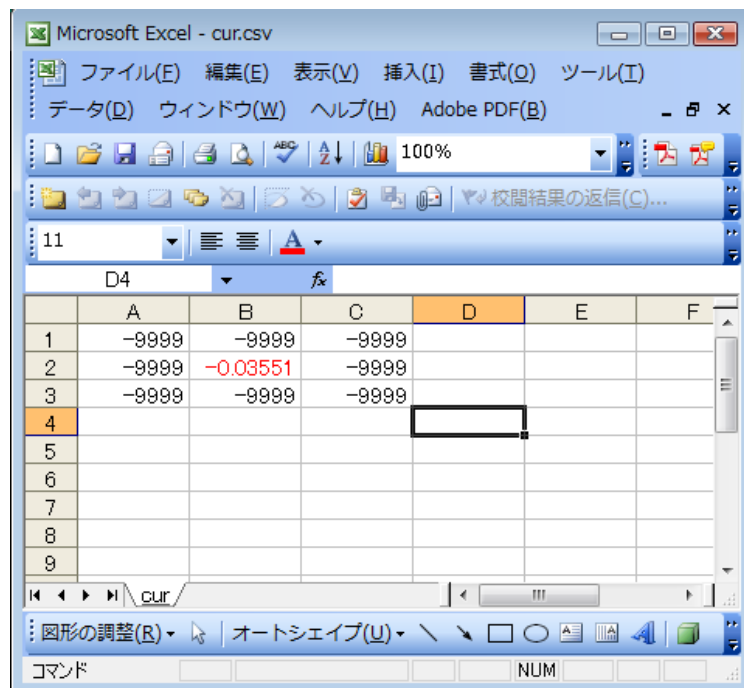


図 6. 計算結果（平均曲率）の例

### 1.5. 斜面の勾配、平均曲率の算出

斜面に設定した 30m×30mの区画ごとに dem1.csv、dem2.csv を作成し、斜面の勾配と平均曲率を算出します。

## 2. (参考) 斜面の勾配、平均曲率の計算方法について

「地震による斜面崩壊危険度評価手法に関する研究 (国総研資料第 204 号、2004 年 11 月)」  
での手法にもとづき、斜面の勾配、平均曲率を算出する。それぞれの算出方法を以下に示す。

### 斜面勾配

各メッシュの水平面からの傾きを示す地形量である。メッシュの周囲 4 点からの距離が最小となるような平面 (一次傾向面) を決定し、その平面の最急勾配を各メッシュの斜面勾配とした。すなわち、上記平面の方程式を数式 1、水平面の方程式を数式 2 とすると、それら 2 つの平面がなす角が斜面勾配となる。なお、数式 1 と数式 2 の平面のなす角は、一般に数式 3 で表される。

数式 1

$$a_1x + b_1y + c_1z + d = 0$$

数式 2

$$a_2x + b_2y + c_2z + d = 0$$

数式 3

$$\theta = \cos^{-1} \frac{a_1a_2 + b_1b_2 + c_1c_2}{\sqrt{(a_1^2 + b_1^2 + c_1^2)(a_2^2 + b_2^2 + c_2^2)}}$$

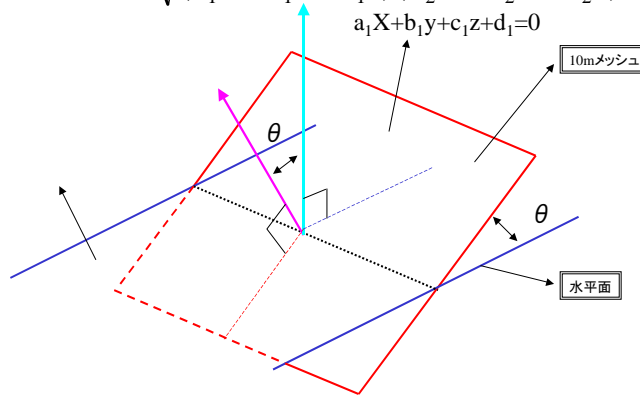


図 1. 斜面勾配の算出イメージ

## 平均曲率

地形の凹凸の指標として用いられるもので、曲面上のある点を通る全ての測地線（曲面上で2点間を結ぶ最短距離の曲線）の曲率の最大値と最小値の平均として定義される量である。算出方法は数式4に示すとおりである。

数式 4

$$H = \frac{h_{xx}(1+h_y^2) + h_{yy}(1+h_x^2) - 2h_x h_y h_{xy}}{2(1+h_x^2+h_y^2)^{\frac{3}{2}}}$$

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

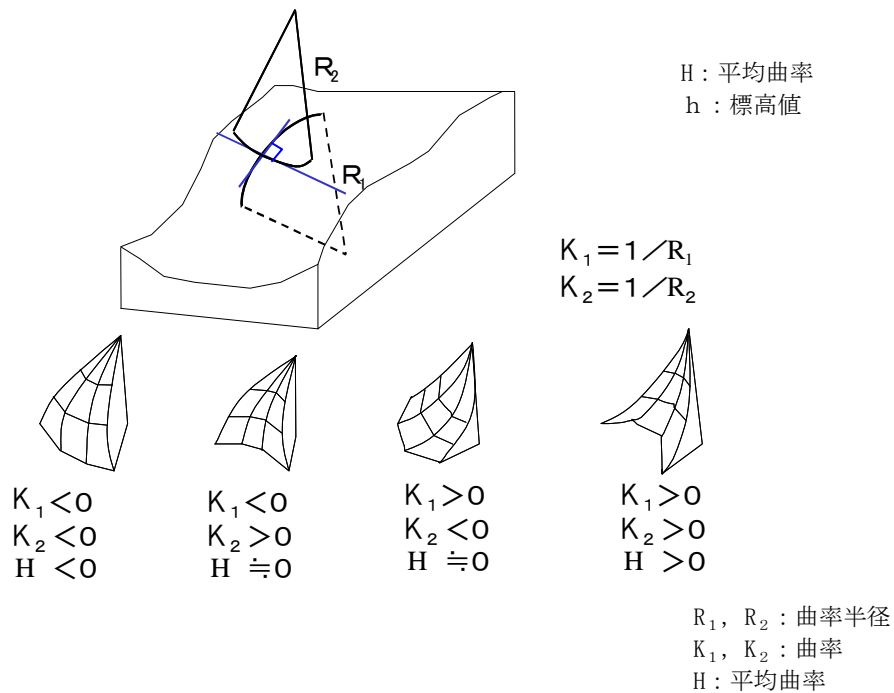


図 2. 平均曲率の算出イメージ

引用文献：西田顕郎・小橋澄治・水山高久（1997）：数値地形モデルに基づく地震時山腹崩壊斜面の地形解析，砂防学会誌，Vol49, No.6, pp.9～16

-----  
国土技術政策総合研究所資料  
TECHNICAL NOTE of N I L I M  
No.511                      January 2009

-----  
編集・発行 ©国土技術政策総合研究所  
-----

本資料の転載・複写の問い合わせは  
〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地  
企画部研究評価・推進課 TEL029-864-2675