

## 1.目的

日本は国土の約七割が山地・丘陵地から成り、市街地の拡大や近年の豪雨の増加に伴い土砂災害が数多く発生するという現状にある。そのような状況下では、斜面に法枠工を施すなどのハード対策を全ての土砂災害危険箇所に施す事は、時間やコストの問題から不可能であり、避難ルートの確保や建築の制限などのソフト対策の必要性が高まっている。土砂災害が起こる可能性の高い地域を視覚的に把握できるハザードマップは、そのようなソフト対策に対して有用であり、高精度のハザードマップの作成が望まれている。しかし、ハザードマップの作成には、メッシュ分割を行う必要があり、メッシュサイズがマップの精度に影響を与える要因となる。本文では、これまでの 100m, 50m, および 10m メッシュに加えて、5m ピクセルの数値地形(DEM)を用いて、メッシュサイズの影響を検証し、より精度が高く信頼性のあるハザードマップの作成を目指した。

## 2.解析概要

本文では、北九州市を対象として、地域を正方形のメッシュで分割し、個々のメッシュの勾配や地質等のデータを地理情報システム(GIS)によって入力し、無限長斜面安定解析、モンテカルロシミュレーションを行い崩壊確率の算出をした。斜面安定解析では浸水割合をパラメータに導入することで、見かけの粘着力を考慮した。また、メッシュサイズによる影響を比較するために、崩壊確率毎の面積の割合を算出した。

### 2.1 崩壊確率の算出

斜面安定解析では、図-1のような降雨時の無限長斜面を仮定し、安全率算定式に、見かけの粘着力 $c_{\psi}$ を考慮した Montrasio らの式<sup>1)</sup>を含む式(1)~(6)を用いた。

$$F_s = \frac{W' \cdot \sin \theta + F'}{N' \cdot \tan \phi' + C'} \quad (1)$$

$$W' = \cos \theta \cdot H \cdot \Delta s \cdot \gamma_w [m(n-1) + G_s(1-n) + n \cdot S_{r0}(1-m)] \quad (2)$$

$$N' = W' \cdot \cos \theta \quad (3) \quad F' = \gamma_w \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta \cdot m \cdot H \cdot \Delta s \quad (4)$$

$$C' = (c' + c_{\psi}) \Delta s \quad (5)$$

$$c_{\psi} = A \cdot S_{r0} \cdot (1 - S_{r0})^{\lambda} \cdot (1 - m)^{\alpha} \quad (6)$$

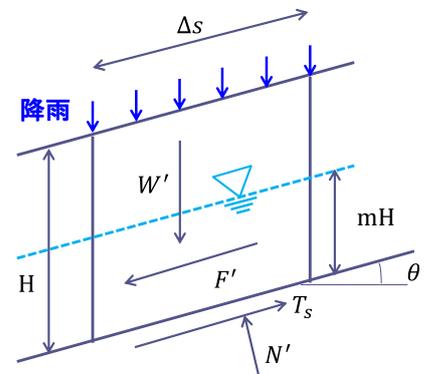


図-1 無限長斜面モデル

ここで、 $F_s$  : 安全率,  $N'$  : 垂直応力,  $W'$  : 土の自重,  $T_s$  : 土のせん断強さ,  $F'$  : 透水力,  $c'$  : 土の有効粘着力,  $\phi'$  : 内部摩擦角,  $\theta$  : 勾配,  $H$  : 表層厚,  $\Delta s$  : 一要素の長さ,  $\gamma_w$  : 水の単位体積重量,  $m$  : 浸水割合,  $n$  : 間隙率,  $S_{r0}$  : 初期飽和度,  $A$  : 土の種類に依存するパラメータ,  $\lambda$  および  $\alpha$  : 土の種類によらず一定のパラメータである。また、広域での解析による地盤定数のバラつきを考慮するために、 $c'$ ,  $\phi'$ ,  $\theta$  をそれぞれ指数分布, 正規分布, 実測値に近い分布となる確率変数として、5000 回のモンテカルロシミュレーションを行い、崩壊確率  $P_F$  を式(7)で算出した。

$$P_F = \frac{\text{Number}(F_s < 1)}{5000} \quad (7)$$

## 2.2 メッシュサイズによる影響の検証

メッシュサイズの影響を検証するために、1km 四方の地域を対象に、5m, 10m, 50m, 100m のメッシュサイズでハザードマップを作成した。また、崩壊確率を 7%単位で 4 段階に分け、それぞれの占める面積の割合を算出した。

### 3.解析結果

#### 3.1 崩壊確率の算出結果

図-2 は、門司区の間山部の地域を抽出し、5mメッシュで解析を行ったハザードマップである。また、図-3 は、図-2 と同じ地域で、100m メッシュで解析を行ったハザードマップである。2 つのハザードマップを比較すると、100m メッシュでは崩壊確率の低いエリアでも、5m メッシュでは高い崩壊確率が算出されていることがわかる。同様に、100m メッシュでは高い崩壊確率のエリアでも、5m メッシュでは低い崩壊確率となったエリアも抽出されている。

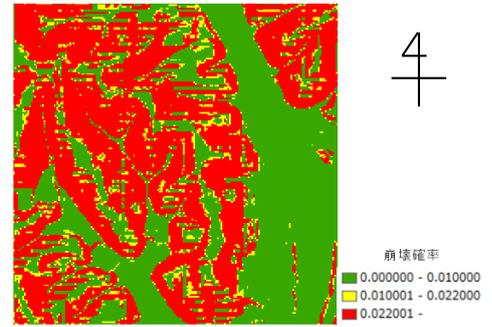


図-2 5m メッシュで作成されたハザードマップ

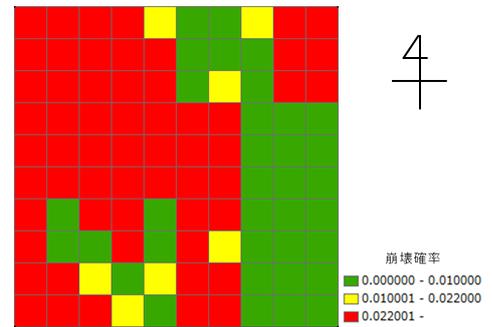


図-3 100m メッシュで作成されたハザードマップ

#### 3.2 メッシュサイズによる影響の検証結果

図-2 の地域で、メッシュサイズによる影響の検証を行った。表-1 はそれぞれのメッシュサイズにおいて算出された崩壊確率と、崩壊確率毎の面積の割合の関係である。表より、100m メッシュではほとんどのエリアが 21%未満の崩壊確率で占められ、5m, 10m メッシュでは崩壊確率 21%以上の高い危険度のエリアが抽出されている。

表-1 崩壊確率と面積の割合の関係

崩壊確率	5mメッシュ	10mメッシュ	50mメッシュ	100mメッシュ
0.07	75.72%	77.06%	86.75%	95%
0.14	17.88%	18.13%	13%	5%
0.21	5.74%	4.36%	0.25%	0%
0.28	0.66%	0.45%	0%	0%

## 4.まとめ

メッシュサイズを小さくすることで、より詳細に危険なエリアを抽出することができた。また、10m 以下のメッシュサイズでは、50m, 100m メッシュでは算出されなかった 21%以上の崩壊確率を算出できた。この結果より、5m, 10m メッシュのハザードマップでは、危険度の高いエリアをより詳細に判別できるという面で有用性があることがわかった。しかし、10m 以下のメッシュでは、データの量が大きく解析に時間がかかるという問題がある。今後は広域的な地域でハザードマップの作成に応用する為、10m 以下のメッシュで解析を行う必要がある地域を選定する手法の検討が望まれる。

<参考文献>

- 1) L. Montrasio and R. Valentino : A model for triggering mechanisms of shallow landslides, Nat.Hazards Earth Syst. Sci.,pp.1149-1159,2008.