

## GIS を用いた降雨時の斜面崩壊リスクアナリシスー太宰府市を例としてー

九州大学大学院 学生会員 ○ 森山 崇 フェロー会員 善 功企  
正会員 陳 光斉 正会員 笠間 清伸

## 1. はじめに

日本では、地震や豪雨に伴う斜面崩壊が毎年発生し、多くの尊い人命が奪われ、道路や構造物などの社会資産に被害を与えている。平成9年において、急傾斜地崩壊危険箇所は81,850ヶ所にのぼるといわれている。これら全ての危険斜面において対策を実施するには、時間、技術、人力および経済的に大きな制約がある。したがって、各危険斜面のリスクを適切に評価し、それを優先的な対策斜面の選択基準の評価指標とする斜面災害リスクマネジメントの有効実施が強く望まれている。本文では、既往の研究<sup>1)</sup>で実施されてきた道路に付随した個別斜面が引き起こす斜面災害リスク評価ではなく、GIS(地理情報システム)を活用して、複数の斜面による地域一帯での斜面崩壊リスク評価手法について、太宰府市を事例として検討するものである。

## 2. GISを用いたリスク評価モデル

図-1にGISを用いたリスクアナリシスの評価モデルを示す。対象地域をメッシュ化し、メッシュごとに斜面安定解析による崩壊確率の算定(確率分析モデル)および資産に比率した被害額の算定(被害分析モデル)を行い、両者を掛け合わせることでリスクとした。

## 2.1 確率分析モデル

崩壊確率の算出は、斜面勾配および表層地質分類<sup>2)</sup>ごとの地盤強度定数<sup>3)</sup>を用いて、計算メッシュごとに斜面安定解析を行った。斜面安定解析は、降雨時における表層崩壊を想定し、以下に示す無限斜面の安全率計算式(1)を用いた。

$$F_s = \frac{c}{\gamma_{sat} H \sin \theta} + \left( \frac{\gamma'}{\gamma_{sat}} \right) \frac{\tan \phi}{\tan \theta} \quad \dots (1)$$

ここで、 $c$ : 粘着力、 $\phi$ : せん断抵抗角、 $\theta$ : 斜面勾配、 $H$ : 崩壊深( $=H' \cos \theta$ )、 $\gamma'$ : 水中単位体積重量、 $\gamma_{sat}$ : 飽和単位体積重量である。

次に、崩壊確率を算出するために、式(1)を用い、 $c$ 、 $\phi$ および $H$ を正規分布( $CV=0.3$ )と仮定して、10,000回のモンテカルロ法により表層崩壊確率を算出した。図-2にモンテカルロ法により求めた各風化地質の斜面勾配 $\theta$ と表層崩壊確率 $P$ の関係を示す。

## 2.2 被害分析モデル

被害分析モデルは、GISの計算メッシュごとに資産の算定を行い、被害額は資産に比率(※被害率:  $K=$ 被害額/資産額)するものと仮定した。表-1に斜面崩壊による直接被害として考慮した資産項目と評価方法<sup>4)</sup>を示す。まず、被害額の算出に必要な資産、世帯数および従業者等の基礎数量を入手<sup>5)</sup>し、全国および都道府県別評価単価を乗じることで、町村丁別の行政境界ごとに人家や事業所等の資産を算定する。さらに、資産を計算メッシュへ按分した後、その他の道路や鉄道等のポ

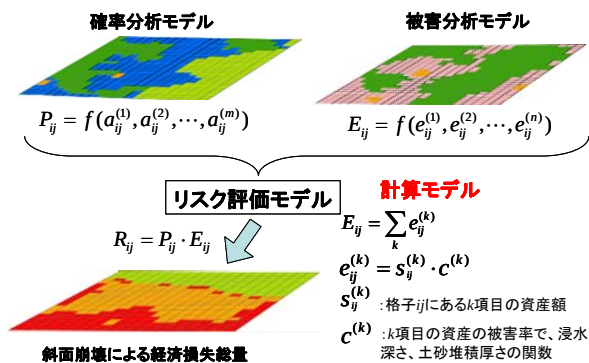


図-1 GISを用いたリスクアナリシス

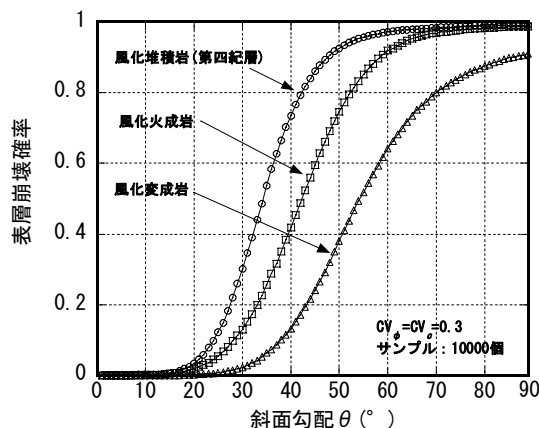
図-2 斜面勾配 $\theta$ と崩壊確率 $P$ の関係

表-1 資産項目と評価方法

| 資産項目                  | 評価方法                                                                                  |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 人家                 |                                                                                       |
| 家屋: $s^{(1)}$         | $= (\text{人家個数}) \times (\text{平均床面積}) \times (\text{評価単価}) \times (\text{被害率})$      |
| 家庭用品: $s^{(2)}$       | $= (\text{世帯数}) \times (\text{家庭用品評価単価}) \times (\text{被害率})$                         |
| 農漁家償却資産: $s^{(3)}$    | $= (\text{農漁家世帯数}) \times (\text{償却評価単価}) \times (\text{被害率})$                        |
| 農漁家在庫資産: $s^{(4)}$    | $= (\text{農漁家世帯数}) \times (\text{在庫評価単価}) \times (\text{被害率})$                        |
| 2. 事業所                |                                                                                       |
| 事業所償却資産: $s^{(5)}$    | $= (\text{労働者数}) \times (\text{産業分類別償却資産評価単価}) \times (\text{被害率})$                   |
| 事業所在庫資産: $s^{(6)}$    | $= (\text{労働者数}) \times (\text{産業分類別在庫資産評価単価}) \times (\text{被害率})$                   |
| 3. 道路: $s^{(7)}$      | $= (\text{道路延長}) \times (\text{復旧単価})$                                                |
| 4. 鉄道: $s^{(8)}$      | $= (\text{鉄道延長}) \times (\text{復旧単価})$                                                |
| 5. 橋梁: $s^{(9)}$      | $= (\text{橋梁長}) \times (\text{幅員}) \times (\text{復旧単価})$                              |
| 6. 公益事業施設: $s^{(10)}$ | $= (\text{施設数}) \times (\text{床面積}) \times (\text{単位面積当たりの標準単価}) \times (\text{被害率})$ |
| 7. 農作物: $s^{(11)}$    | $= (\text{耕地面積}) \times (\text{年平均収量}) \times (\text{農作物価格}) \times (\text{被害率})$     |

リラインデータ<sup>6)</sup>や公益事業施設等のポイントデータ<sup>7)</sup>を各メッシュに入力し、評価単価や被害率等の数値を乗じることにより、メッシュごとに資産および被害額の算出を行った。

### 3. 計算事例

計算事例として、太宰府市の斜面崩壊リスクアナリシスを行った結果を図-3(a)～(f)に示す。図-3(a)は、人家( $s^{(1)}$ ～ $s^{(4)}$ )および事業所( $s^{(5)}$ ,  $s^{(6)}$ )資産を町村丁別の境界ごとに算定した結果である。図-3(b)は、資産を4次メッシュ(約100mピッチ)に按分した結果である。図-3(c)は、その他の道路 $s^{(7)}$ 、鉄道 $s^{(8)}$ および公益事業施設 $s^{(10)}$ のデータである。考慮した資産を全て重ね合わせて計算した結果が、図-3(d)の資産分布図である。資産は傾斜の急な山間部にほとんど存在せず、平坦な都市部に集中している。図-3(e)は、図-2の斜面勾配と崩壊確率の関係をj用いて求めた崩壊確率の分布図である。崩壊確率の分布が表層崩壊の危険度を表しており、ハザードマップである。図-3(f)は、最終的な結果として、資産分布図と崩壊確率分布を掛け合わせて求めたリスクの分布図( $K=0.1$ )である。注目すべき点は、リスクマップでは、ハザードマップにおいて崩壊の危険度が高い山間部では、ほとんどリスクが存在していないことである。この理由は、山間部には資産がほとんど存在しないためである。最もリスクが高くなるのは、都市部と山間部の接点部分、すなわち都市部の周辺である。図-3(f)の結果は、リスクの分布傾向を100mメッシュでマクロ的に表現できており、広域的なリスク評価手法を提示できたものと考えられる。なお、結果の妥当性については今後検証していきたい。

### 4. 終わりに

本文では、GISを用いた広域的な斜面崩壊リスク評価手法を提案した。本リスク評価手法は、既往の研究の確率分析モデルを用いることにより、地震時の斜面災害、液状化災害および洪水災害等の各種自然災害リスク評価にも適用の可能性があるものと考えられる。しかしながら、本手法において、確率分析モデルのパラメーターの決定手法および被害率の算定について十分検討する必要がある。今後は、対象地域を広げ、各地域で本手法の適用性を検討しつつ、リスク評価モデルの改善と実用化への展開を進めていきたい。

《参考文献》 1) 吉田一亮：斜面崩壊のリスクアナリシスにおける不確実性に関する研究，九州大学修士論文，2003。 2) 国土のすがた，<http://tochi.mlit.go.jp/tockok/tochimizu/catalog.html>，国土交通省土地・水資源局国土調査課，2004.7.15。 3) 土木学会岩盤力学委員会編，岩盤斜面の調査と対策，pp113-115，1999。 4) 治水経済調査マニュアル(案)，国土交通省河川局，2000。 5) 統計GISプラザ，<http://gisplaza.stat.go.jp/GISPlaza/index.html>，総務省統計局，2005。 6) 数値地図2500(空間データ基盤)，(財)日本地図センター，2003。 7) 国土数値情報ダウンロードサービス，<http://nlftp.mlit.go.jp/inf/>，国土交通省，2005.3.24。

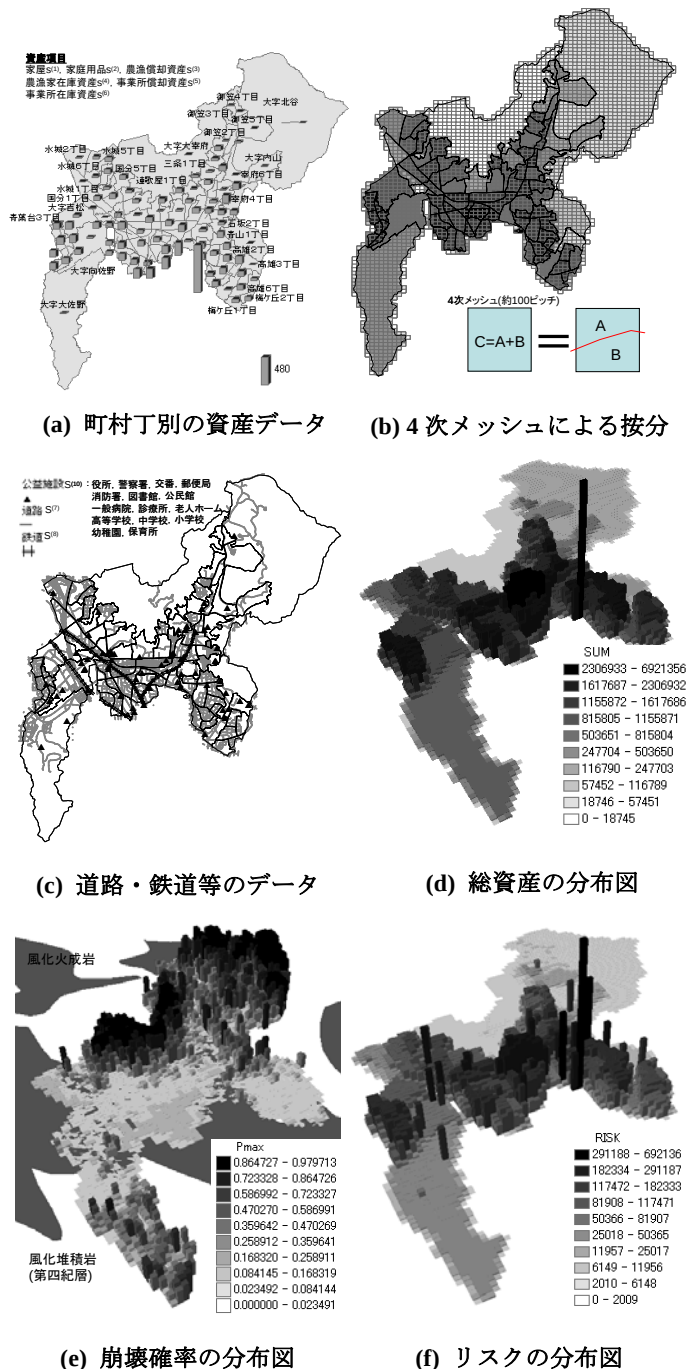


図-3 太宰府市をモデルとしたリスクアナリシス結果