

## GISを導入した斜面崩壊ハザードマップおよびリスクマップによる危険度評価

九州大学大学院 学生会員 ○三角真貴子  
九州大学大学院 正会員 陳 光斉

九州大学大学院 フェロー 善 功企  
九州大学大学院 正会員 笠間清伸

## 1. はじめに

地球温暖化に起因する集中豪雨は、年々増加傾向にあり、それに伴う斜面崩壊の被害拡大が大きな社会問題になっている。斜面崩壊による被害は大規模かつ広範囲なうえ、交通網・連絡網を寸断する事が多いため経済的影響も大きい。これまでに斜面災害への備えとして、土砂災害防止法の下「急傾斜地崩壊危険箇所」を指定し、ハザードマップが作成された。しかし、従来のハザードマップでは、個々の斜面の崩壊する確率が定量化されておらず、急傾斜地崩壊危険箇所の多い地域では、崩壊する危険度の高い斜面を特定し、早急に対策を行うことが困難である。

そこで、本研究では、広域的な斜面災害リスクを評価する手法として、地理情報システム(GIS)を用いてハザードマップおよびリスクマップを作成し、豪雨時の斜面崩壊危険箇所や対策必要箇所を特定する。本文では、対象地域をメッシュ化したときのメッシュサイズの影響および対策必要箇所の検討を行った。

## 2. 研究概要

## 2.1 リスク評価モデル

図-1 にリスクアナリシスフローを示す。ハザードマップは、標高、地質データ、N値をもとにGISを用いて、対象地域を約 1kmでメッシュ化し、表層崩壊を仮定した力学的斜面安定計算により、各メッシュの崩壊確率 $P_f$ を求めて作成した。斜面安定計算に用いた式(1)を以下に示す。

$$F_s = \frac{c + \{(1-m)\gamma + m\gamma'\}H \cos \theta \tan \phi}{\{(1-m)\gamma + m\gamma_{sat}\}H \sin \theta} \quad (1)$$

ここで、 $c$ ：粘着力、 $\phi$ ：内部摩擦角、 $\theta$ ：メッシュ平均勾配、 $\gamma$ ：単位体積重量、 $\gamma'$ ：水中単位体積重量、 $\gamma_{sat}$ ：飽和単位体積重量、 $H$ ：崩壊深、 $H_w$ ：地下水位深さ、 $m$ ：浸水割合 ( $=H_w/H$ )

リスクマップは、各メッシュの資産 $C_i$ を算出し、被害率 $K$ およびハザードマップで求めた崩壊確率 $P_f$ との合積 $R=P_f \times C_i \times K$ でリスクを計算して作成した。今回、被害率 $K$ は、急傾斜地崩壊危険箇所の想定被害額<sup>1)</sup>をもとに算出した。本文では、斜面崩壊の多い福岡県北九州市を対象に、メッシュの大きさを 1km×1kmならびに 100m×100mとしたハザードマップおよびリスクマップを作成し、メッシュサイズの精度への影響を評価した。

## 2.2 ハザードマップ

図-2 に北九州市の斜面の崩壊する危険性を示したハザードマップを示す。メッシュサイズは、(1) 1km×1km、(2) 100m×100mである。崩壊確率が著しく高い地域として、北九州市南部と北東部が挙げられるが、これらの地域には山間部が多く、斜面勾配も大きいことから、豪雨時に斜面崩壊が発生する危険性が高いと予想される結果、降雨、斜面安定

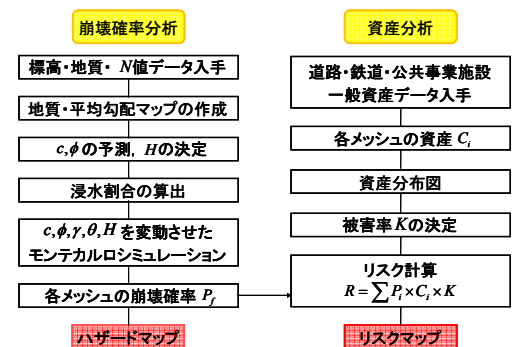
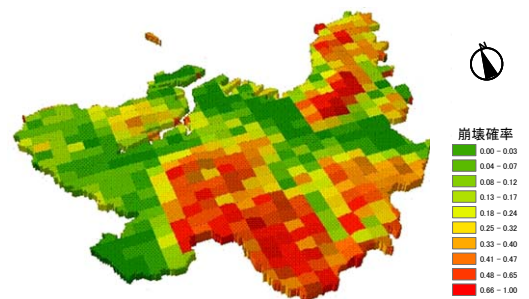
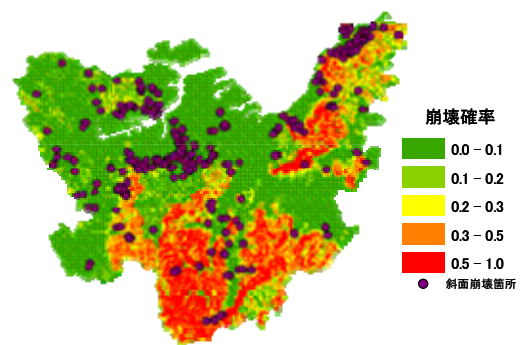


図-1 リスクアナリシスフロー



(1) 1km×1km



(2) 100m×100m

図-2 北九州市のハザードマップ

果になった。また、図-2(2)の 100m×100m ハザードマップに過去の斜面崩壊データを重ねて精度を評価した。図-3 に崩壊確率と崩壊発生件数率の関係を示す。崩壊発生件数率は、崩壊確率の各段階におけるメッシュ内の崩壊発生件数を、合計崩壊発生件数で除して求めた。急斜面が多くなる崩壊確率 0.2 以上で、1km×1km メッシュでは斜面崩壊の 45%が発生したのに対し、100m×100m メッシュでは斜面崩壊の 53%が発生する結果になった。これより、メッシュサイズを細分割することで、斜面崩壊危険地域を特定するためのハザードマップの精度が上がったと考えられる。しかし、本研究で用いた斜面崩壊データは斜面周辺に民家や公共施設があることが前提のため、山間部の斜面崩壊データが不足しており、崩壊確率が高い地域との比較が困難である。今後は、航空写真や現地調査で山間部の斜面崩壊データを収集して、崩壊確率が高い地域の精度評価を行う必要がある。

### 2. 3 リスクマップ

図-4 にメッシュサイズが 1km×1km と 100m×100m の場合の北九州市門司区におけるリスクマップを示す。門司区は、北九州市の北東部に位置し、北九州市の中でも特に斜面崩壊が多い地域である。リスクマップは、急傾斜地崩壊危険箇所<sup>3)</sup>と比較して、精度を評価した。図-5 に急傾斜地崩壊危険箇所に該当するメッシュにおけるGISを用いた本手法により計算したリスク $R$ と、費用便益分析により計算したリスク $R_{BC}$ の関係を示す。グラフより、 $R$ と $R_{BC}$ の関係式(2)を得た。

$$R_{BC} = 87.7 + 0.557R \quad (2)$$

これより、急傾斜地崩壊危険箇所に指定された地域のリスクから、費用便益分析によるリスクを想定できると考えられる。また、表-1 に門司区における急傾斜地崩壊危険箇所の危険度順位を示す。これは、崩壊確率をもとに順位付けしており、各危険箇所のリスクも算出した。これより、崩壊危険度の高い斜面を特定し、優先的に対策を行うことが可能になると考えられる。また、リスクから斜面崩壊時の損失額も想定されるため、崩壊確率の高い地域の中でも、さらにリスクが大きい地域を特定することも重要である。

### 3. 総括

(1) ハザードマップにおいて、メッシュサイズを小さくすることで、崩壊確率 0.2 以上における斜面崩壊の割合が 43%から 53%と高くなり、斜面崩壊予測の精度が上がった。(2) 今後は、リスクマップに民家の分布状況を取り入れることで、さらに精度の高いリスクマップを作成し、リスク $R$ と費用便益分析によるリスク $R_{BC}$ について相関性の高い関係式を導き出す必要がある。

<参考文献>1) 福岡県土木部砂防課：急傾斜費用便益分析シート，2007。2) 入門大介ら：地理情報システムを用いた斜面災害リスクマップの作成，土木学会西部支部研究発表会，2009。3) 北九州市消防局：北九州市土砂災害危険箇所個別カルテ，2007。

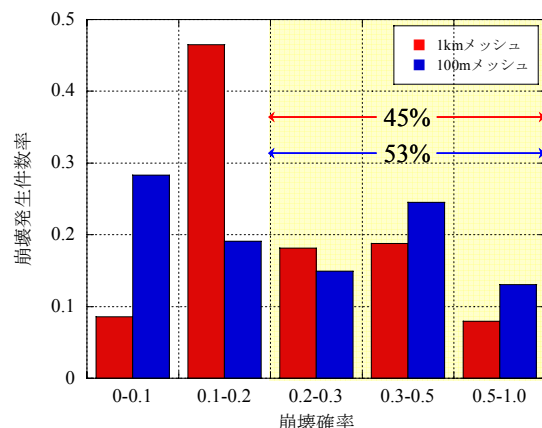


図-3 100m×100m の北九州市ハザードマップ

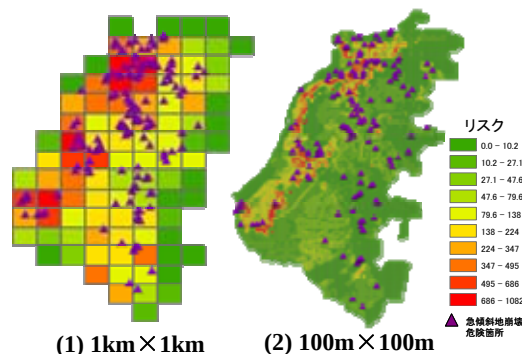


図-4 門司区リスクマップ

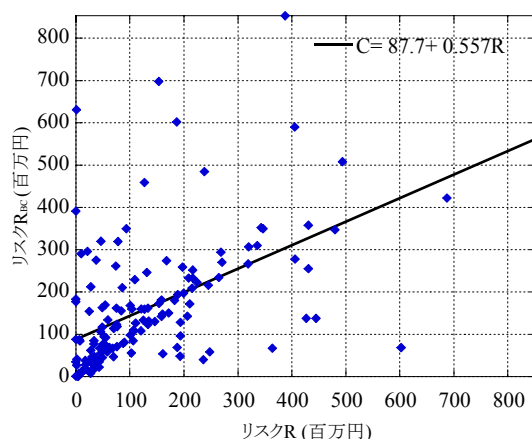


図-5 リスクと想定被害額の関係

表-1 急傾斜地崩壊危険箇所の危険度順位

| 順位 | 場所      | $P_f$ | $R$ (万円) |
|----|---------|-------|----------|
| 1  | 伊川      | 0.596 | 26.52    |
| 2  | 永黒1丁目   | 0.588 | 8.06     |
| 3  | 永黒1-9   | 0.568 | 7.78     |
| 4  | 上藤松3丁目  | 0.546 | 7.48     |
| 5  | 大積      | 0.495 | 9.38     |
| 6  | 畑田町1    | 0.492 | 94.54    |
| 7  | 吉志      | 0.486 | 8.02     |
| 8  | 清見4丁目   | 0.482 | 20.74    |
| 9  | 黒川      | 0.481 | 70.28    |
| 10 | 奥田3丁目   | 0.477 | 7.02     |
| 11 | 大里東5丁目  | 0.475 | 6.51     |
| 12 | 伊川      | 0.474 | 19.05    |
| 13 | 黒川      | 0.461 | 53.88    |
| 14 | 伊川      | 0.458 | 19.06    |
| 15 | 丸山3丁目   | 0.457 | 18.67    |
| 16 | 柄杓田     | 0.456 | 6.71     |
| 17 | 畑       | 0.456 | 12.04    |
| 18 | 高砂町     | 0.442 | 16.90    |
| 19 | 大久保1-10 | 0.436 | 61.35    |
| 20 | 大久保2-8  | 0.436 | 61.35    |