

斜面災害発生時の降雨状況に着目した GIS による危険度評価

九州大学大学院 学生会員○後藤真之助
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. 背景および目的

地球温暖化による集中豪雨は、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。集中豪雨による被害は大規模かつ広範囲なうえ、交通網および連絡網を寸断することが多いため、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、ハザードマップが作成されたが、個々の斜面の崩壊する確率が定量化されておらず、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は困難である。そこで、本研究グループでは、広域的な斜面崩壊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、豪雨時の斜面崩壊箇所や対策箇所の特定制に組みこんできた。本文では、斜面表層における降雨の浸水割合に着目し、日降雨量から崩壊確率を算出し、実際に発生した斜面崩壊と比較することで、斜面崩壊が発生するさいの危険度評価を行った。

2. 内容

2.1 降雨状況に着目した斜面崩壊履歴

1998 年から 2005 年の 8 年間で、実際に斜面崩壊が発生した箇所の中から、崩壊履歴時刻までデータがある箇所を抽出した。表-1 に、北九州市の斜面崩壊発生箇所の履歴の 1 例を示す。

図-1 に、崩壊時刻がわかる崩壊箇所の全 119 件の崩壊時前 24 時間の累積降雨量と最大時間雨量の関係を示す。図より、24 時間累積降雨量が 70mm~110mm の部分でピークがみられた。一方、降雨量が 40mm~50mm と比較的少ない部分でも、少ない件数ではあるが崩壊が発生する結果となった。この原因は、最大時間雨量が 40mm~50mm と短時間で多量の降雨が生じたため、崩壊が発生したと考えられる。

図-2 に、24 時間累積降雨量と斜面崩壊の累積度数分布図を示す。これより、一般に異常降雨といわれる日降雨量 100mm 以上の崩壊度数は 60%となった。崩壊度数が 80%を超えるときの降雨量は 130mm となった。また、70mm 以下の降雨量でも、20%は崩壊する結果となった。

2.2 リスク評価モデル

図-3 にリスクアナリシスフローを示す。崩壊確率は、標高、地質および N 値データをもとに、GIS を用いて対象地域をメッシュ化し、メッシュごとに算出した。また、リスクは、各メッシュの資産 C_i を求め、被害率 K および崩壊確率 P_i との合積 $R = P_i \times C_i \times K$ で算出した。本研究では、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単位斜面とし、崩壊確率を算出し、危険度評価を行った。

表-1 北九州市の斜面崩壊履歴の 1 例

発生日年月日	時刻	市	区	町	経度	緯度
1998/05/11	21:30	北九州市	小倉南区	朽網東1丁目	130.955	33.8001
1998/05/11	19:40	北九州市	小倉南区	徳吉1241-6	130.86	33.8122
1998/05/11	-	北九州市	門司区	猿喰	130.978	33.8887
1998/05/11	19:30	北九州市	門司区	丸山1丁目22-15	130.969	33.9325
1998/05/11	21:55	北九州市	門司区	長谷1丁目19-8	130.975	33.9386
1998/05/11	19:30	北九州市	若松区	乙丸219	130.694	33.9044
1998/05/11	-	北九州市	若松区	赤島町36番	130.782	33.8946
1998/05/11	18:30	北九州市	戸畑区	牧山2丁目3-19	130.817	33.8874
1998/05/11	15:10	北九州市	八幡東区	横田2丁目4番	130.849	33.8653
1998/05/11	7:15	北九州市	八幡西区	星和町	130.731	33.8663

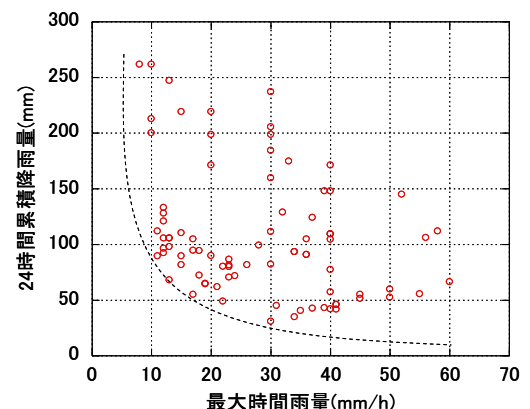


図-1 24 時間累積降雨量と最大時間雨量
に着目した斜面崩壊履歴

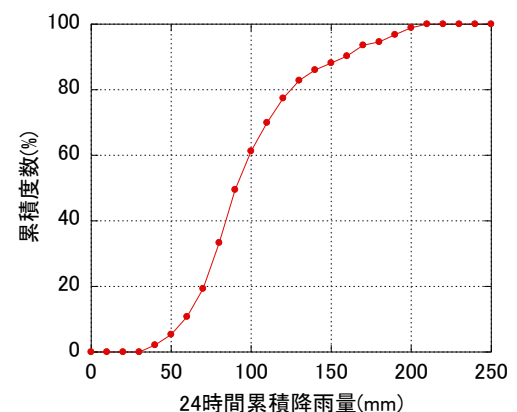


図-2 24 時間累積降雨量と累積度数分布図

2.3 貯留タンクモデル

図-4 に、各メッシュにおける水の出入りの模式図¹⁾を示す。このモデルでは、降雨浸透 R ならびに周囲のメッシュからの地下水流入 I が対象メッシュに貯留し、他のメッシュへの側方流出量 d と蒸発量 E が流出すると考える。流入量は、集水面積から、メッシュごとに流入する水の量に重み付けを行った。算出した重みと、全メッシュの流出量を乗じることでメッシュごとの流入量を算出した。メッシュの貯留高 S は式(1)で求めた。

$$S = S_{t-\Delta t} + (R - E - d + I)\Delta t \quad (1)$$

ここで、 Δt は入力雨量の時間間隔で、1 時間とした。また、図-5 に北九州市の累積流量の分布図を示す。累積流量とは、標高の高い地域から低い地域に流れが累積したメッシュの総和量である。浸水割合 m は、式(2)で求めた。

$$m = \frac{H_w}{n \cdot H} = \frac{S_{r0} \cdot n \cdot H + S}{n \cdot H} = S_{r0} + \frac{S}{n \cdot H} \quad (2)$$

ここで、 n : 間隙率、 H : 表層厚、 H_w : 水深、 S_{r0} : 初期飽和度である。

2.4 崩壊確率算出

これらの崩壊箇所を、気象庁が発行するレーダー・アメダス解析雨量データを用いて、崩壊が発生した時刻の24時間前からの降雨状況を入力した。

図-6 に、2.1 で示した降雨状況を入力して算出した、斜面崩壊発生時の崩壊確率分布を示す。図より、崩壊確率が 0.35~0.45 の部分で、最も崩壊件数が多かった。

3. 総括

降雨の浸水割合に着目し、日降雨量から崩壊確率を算出し、実際に発生した斜面崩壊と比較することで、危険度評価を行った。本文で得られた結果を以下に示す。

- (1) 降雨量データが既知であれば、どの時刻であっても崩壊確率を算出することが可能である。
- (2) 24時間累積降雨量が 70mm~110mm の際に崩壊が発生する確率が最も高くなると考えられる。また、崩壊度数が 80%を超えるときの降雨量は 130mm となった。
- (3) 崩壊確率が 0.35~0.45 の部分で、最も崩壊件数が多かった。

<参考文献>

- 1) 三隅良平ら：分布型流出モデルを用いた表層崩壊危険域のリアルタイム予測，自然災害科学，2004。

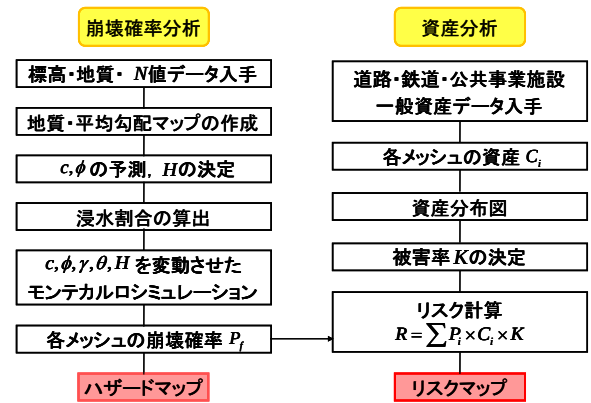


図-3 リスクアナリシスフロー

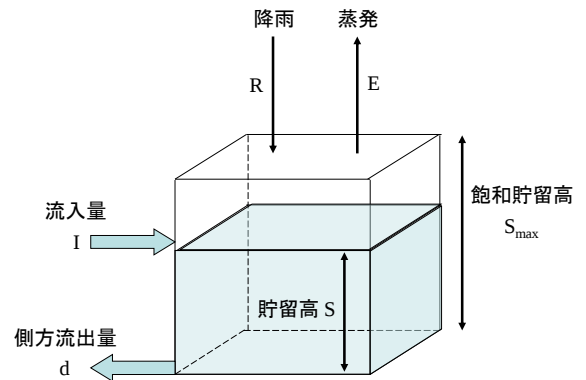


図-4 各メッシュにおける水の出入り

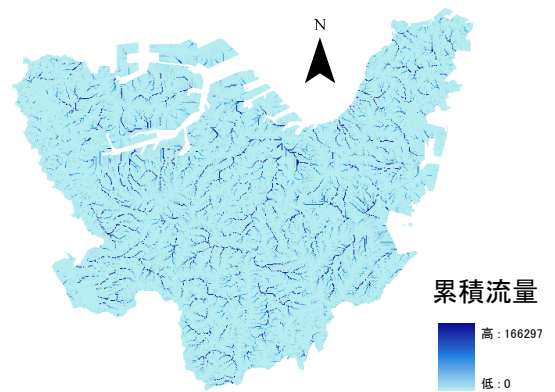


図-5 北九州市の累積流量の分布図

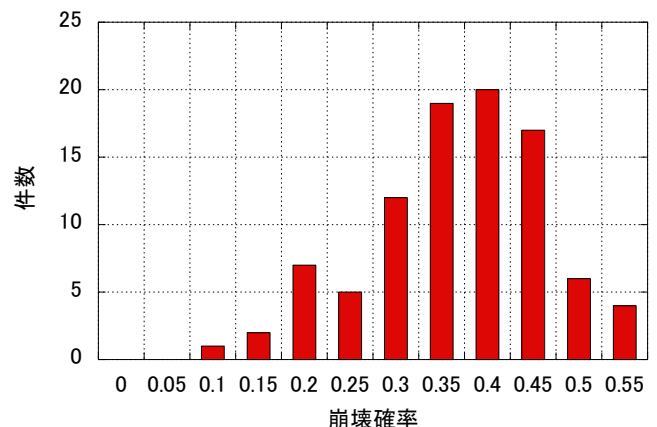


図-6 崩壊発生時の崩壊確率分布