

GIS を用いた降雨による斜面崩壊のリアルタイム予測

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. 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頻発や被害の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く、人的影響も大きい。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の特定に取り組んできた。しかし、これまでのハザードマップは、斜面勾配に大きく依存し、誘因である降雨の影響はあまり反映されなかった。そこで、本文では、斜面表層における降雨の浸水割合に着目して、時間雨量から斜面崩壊のリアルタイム予測を試みた。さらに、作成したハザードマップを実際に発生した斜面崩壊と比較し、その精度評価を行った。

2. 内容

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、崩壊確率 P_i を求めて作成した。また、リスクマップは、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 $R = P_i \times C_i \times K$ でリスクを計算して作成した。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 $100\text{m} \times 100\text{m}$ としたハザードマップを作成し、その精度を評価した。

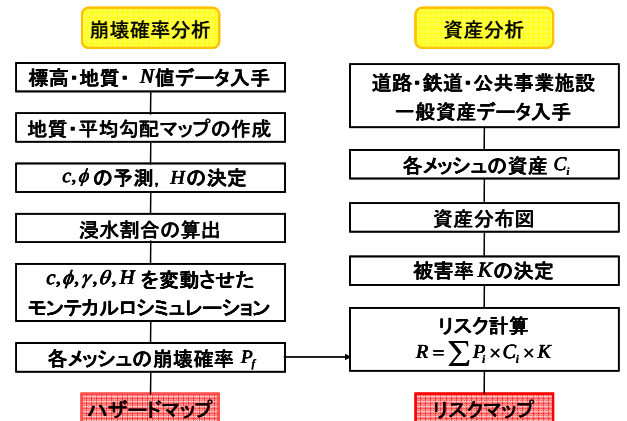


図-1 リスクアナリシスフロー

2.2 浸水割合

図-2 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 F が土中に浸透して貯留し、基底流 d (ここで、基底流 d は流出高とした) と蒸発量 E_a が流出すると考える。メッシュの貯留高 S は式(1)で求めた。

$$S = S_{t-\Delta t} + (F - E_a - d)\Delta t \quad (1)$$

$$S(t) = \begin{cases} S_{\max} & (S > S_{\max}) \\ S & (S \leq S_{\max}) \end{cases} \quad (2)$$

ここで、 Δt は入力雨量の時間間隔で、1 時間とした。また、図-3 に北九州市の集水メッシュを示す。集水メッシュは、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個数である。これより、勾配の小さい斜面下部の集水効果を求められる。以上をふまえ、浸水割合 m は、各メッシュの貯留高 S に集水効果を考慮した補正項 h_q を加え、飽和貯留高 $S_{\max}$ で除して求めた(式(3))。

$$m = (S + h_q) / S_{\max} \quad (3)$$

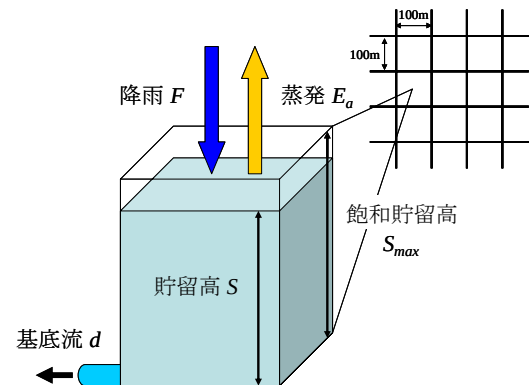


図-2 各メッシュにおける水の出入り

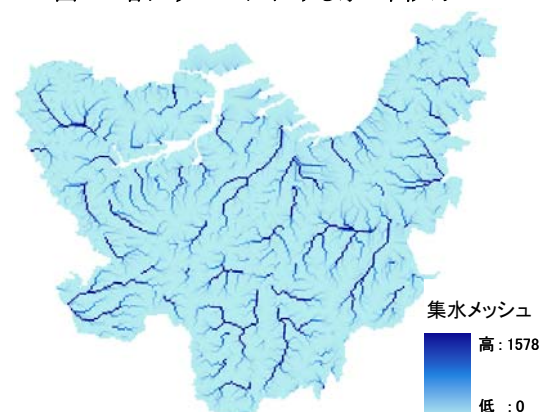


図-3 北九州市の集水メッシュ

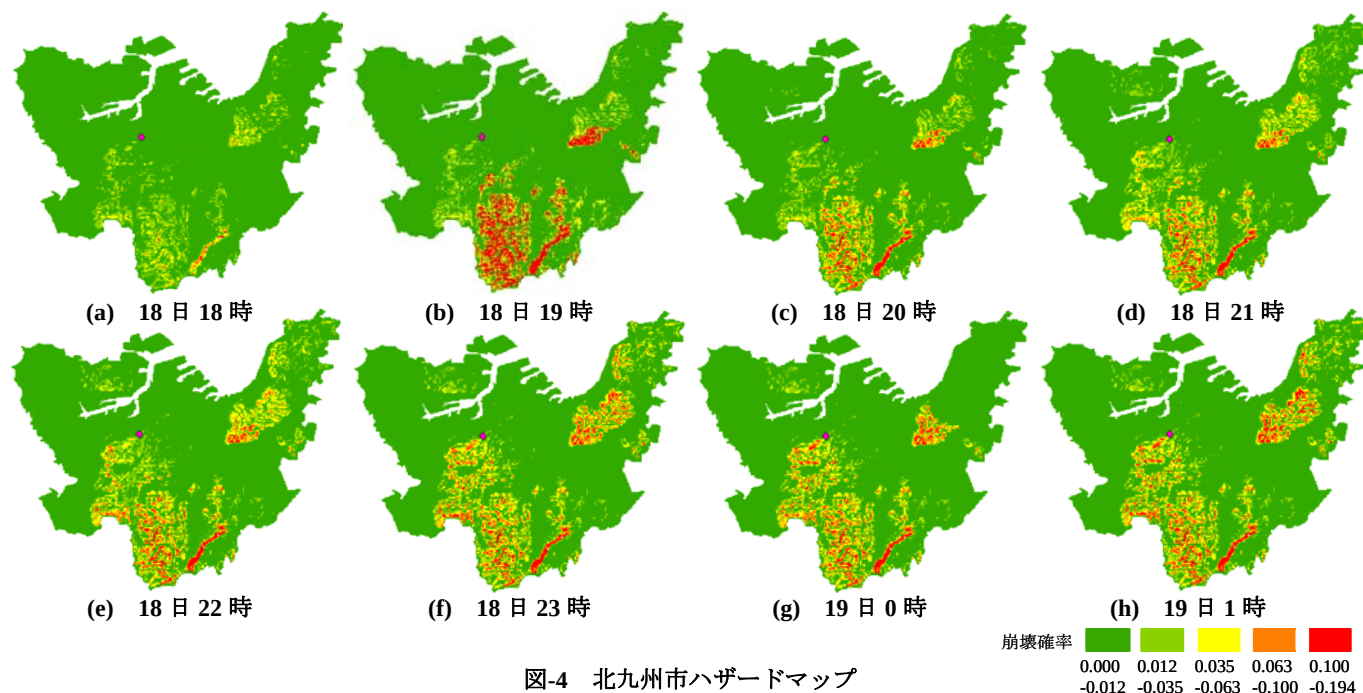


図-4 北九州市ハザードマップ

2.3 ハザードマップのリアルタイム予測

図-4 に、2003 年 7 月 18 日 18 時から 19 日 1 時までの 1 時間ごとの北九州市ハザードマップを、図-5 に、北九州市各区の時間雨量の移行を示す。各メッシュの浸水割合を算出するさい、それが属する区の時間雨量を与えた。雨が降り始めた 18 日 18 時(図-4(a))では、崩壊確率が大きい地域はほとんどないが、時間経過とともに、危険地域が拡大した。特に、北九州市南部に位置する小倉南区において、時間雨量が急増した 18 日 19 時のハザードマップは、18 時のそれと比較すると、崩壊確率が急激に大きくなる結果となった。

また、図-6 に八幡東区大谷の崩壊確率と時間雨量の移行を示す。八幡東区大谷では 19 日 1 時に斜面崩壊が発生しており、その位置を図-4 の赤い点で示す。斜面崩壊が発生した 19 日 1 時は時間雨量が最も多く、崩壊確率も大きい値を示した。さらに、雨が降り始めた 18 日 18 時と崩壊が発生した 19 日 1 時の崩壊確率を比較すると、その値はほぼ 10 倍になった。これより、ハザードマップに時間雨量を導入することで、斜面の崩壊する危険性をリアルタイムで予測できると考えられる。

3. 総括

斜面表層の浸水割合に着目し、時間雨量から斜面の崩壊確率をリアルタイムで予測した。本文で得られた結果を以下に示す。

- (1) 浸水割合の計算に集水効果を取り入れることで、斜面勾配の小さい地域で崩壊が発生する危険性を考慮した。
- (2) 斜面崩壊が発生した地点において、雨の降り始めと崩壊発生時の崩壊確率を比較するとほぼ 10 倍になり、斜面の崩壊する危険性をリアルタイムで予測できた。

謝辞: 本研究は、環境省地球環境研究総合推進費(S-4)による成果の一部である。

<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.

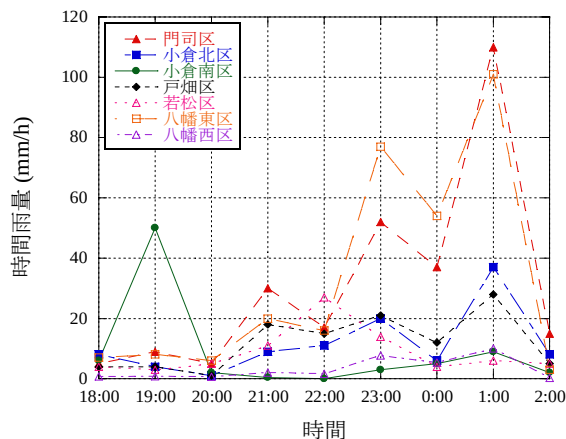


図-5 北九州市各区の時間雨量の移行

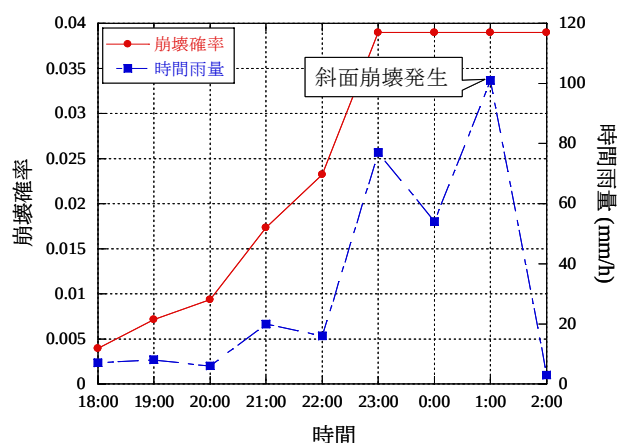


図-6 八幡東区大谷の崩壊確率と時間雨量の移行