

類似性分析に基づく崩壊確率推定法

防衛大学校 建設環境工学科 正会員○香月 智 深和 岳人 学生員 作田 健

1. 緒 言

本研究は、山地における最上流部への流入土砂量に影響する山腹崩壊の予測を、航空写真から得られるモニタリングデータおよびこれに付随する降雨データ等を用いて、データ類似度分析に基づき崩壊確率を算出する方法について考察したものである。

2. データ類似性分析による崩壊確率

1) 観測データ

本研究は、図-1に示す愛媛県重信川上流域の砂防区域内の崩壊記録を対象としている。ここでは、昭和23年、39年、50年、52年、および平成11年の崩壊状況が航空写真として記録され、表-1のデータが50m間隔、50,569グリッドでデジタルデータ化されている。なお、平成11年のデータは同年9月14～15日の豪雨直後の崩壊情報（ y_i ）も含まれている。

2) データ相似性分析と崩壊確率

表-1に示した素因・誘因データは、図-2(a)に示すように、因子（ x_i ）は任意の数値範囲を有するデータ列となっている。これを、各々の数値が0.0～1.0の範囲の数値を有する規定データ（ $\bar{x}_i$ ）に変換する（図-2(b)）。規定データは21次元の超空間に点在するが、図-2(c)に示すように、データ間の遠近によって類似度を測ることができる。すなわち、類似度はデータ j と k の間に次式によるユークリッド距離で与えられる。

$$r_{jk} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_{ik})^2} \quad (1)$$

ここで、 r ：類似度。この際、ある閾値半径 R を設定し、データ j と、 R を超えない範囲の類似度を有するデータを選択する。そのうえで、崩壊確率を次式のように定める。

$$p_{sj} = n_{fs} / (n_s + 1) \quad (2a)$$

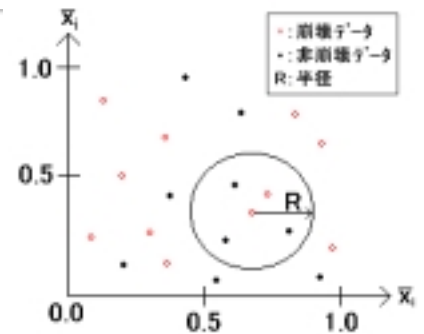
$$p_{ej} = n_f / n_s \quad (2b)$$



図-1 対象流域

表-1 使用データ

項目	説明
経度	緯度
植生	グリッドの植生（農耕地、草地、針葉樹（人工）、針葉樹（自然）、広葉樹、その他）
地質	グリッドの地質（沖積・洪積層、三波川帯、和泉層群、鎮家帯、その他）
崩壊状況	S23、S39、S50、S52のグリッドの崩壊状況
標高	グリッドの標高
勾配	グリッドの勾配
方向	グリッドが向いている斜面方向（8方向と平坦の9種）
リモートセンシングデータ	Landsat5号のH14.8.29のTMデータ（取得周波数帯7バンド）グリッドが有する各バンドの輝度
時間最大降雨量	流域内の降雨観測点13ヶ所をディセン
ピークまでの3時間雨量	補間し、各グリッドに割り当てた値
ピークまでの6時間雨量	
積算雨量	
推定	崩壊状況
	H11のグリッドの崩壊状況



(c) 類似領域

図-2 データ相似性分析

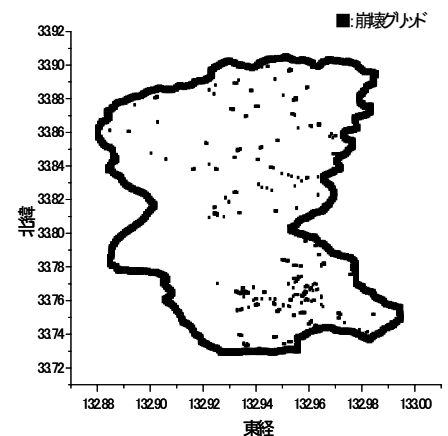


図-3 平成11年崩壊結果

キーワード 斜面崩壊、データ類似性分析、崩壊確率

連絡先：〒239-8686 神奈川県横浜須賀野市走水 1-10-20 防衛大学校 建設環境工学科 TEL 046-841-3811 FAX 046-844-5913

ここで、 p_{sj} ：データ j 周辺の統計崩壊確率、 p_{ej} ：データ j 周辺の推定崩壊確率、 n_s ： $r_{jk} \leq R$ を満足するデータ数、 n_f ： n_s 個の中での崩壊データ数、 n_{fs} ： n_f にデータ j が崩壊している場合に 1 を加えたもの。

すなわち、データ j に関して y_j と p_{sj} とが一致するとは、素因・誘因データの類似性と崩壊の発生・非発生が良く一致することを示す。 p_{ej} は、自分自身の結果は未知であるが、類似するデータから自分自身の崩壊・非崩壊を推定するものであり、これと y_j との一致度が高いとは、推定の適中率が高いことを表す。

3. 分析結果と考察

図-3 に、平成 11 年の豪雨によって実際に崩壊したグリッドを表す。南東部に集中する崩壊箇所は、表川流域上流部である。また、北部は重信川本川上流部であるが、ここではほぼ均等に散在して崩壊箇所が現れている。なお、全 50,569 グリッド中、崩壊グリッドは 444 グリッド（0.8%）である。

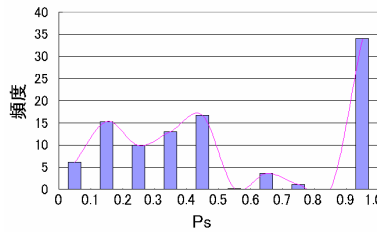
図-4(a)、(b)に、それぞれ、崩壊地点および非崩壊地点に対する統計崩壊確率の頻度分布を示す。ただし、半径は $R=0.1$ としている。

図-4(a)では、1.0 に集中することが望ましいが、 $p_s = 0.1 \sim 0.5$ 付近のグリッドがかなり存在する。逆に、図-4(b)の非崩壊データの場合には、崩壊確率 0.0 に集中しており、良好な類似性がある。図-5 は、図-4(a)、(b)を基に各グリッドの統計崩壊確率を地図上にプロットしたものである。図-3 の崩壊発生事実に概ね一致するように、崩壊確率の高い地域が分布していることがわかる。

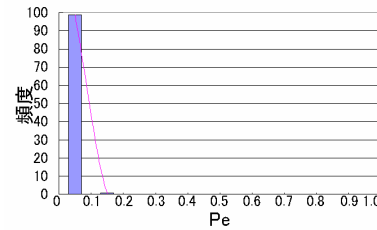
図-6 は、推定崩壊確率について、図-4 と同様に分析したものである。図-6(b)の傾向は図-4(b)とほぼ同様であるが、崩壊地点をまとめた図-6(a)については、図-4(a)に比べて崩壊確率が 0.0 側にシフトしている。しかし、図-7 に示す、推定崩壊確率を地図上へのプロットしたもので、図-5 に比べて全体的に崩壊確率が低く推定されるものの、図-3 の事実の分布と同様に、概ね崩壊確率の高い地域に一致するように、崩壊確率の高い地域が分布している。

参考文献

- 1) 片出ら：ニューラルネットワークによる山地源流部の斜面崩壊予測に関する研究，第 29 回関東支部技術研究発表会講演概要集，pp.34-35，2001
- 2) T. コホネン：自己組織化マップ，シュプリンガー・フェアラーク東京株式会社，1996.6

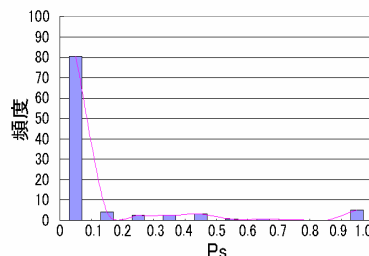


(a) 自己が崩壊の場合

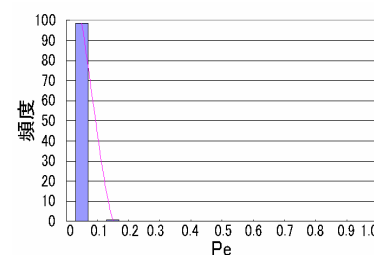


(b) 自己が非崩壊の場合

図-4 統計崩壊確率の一致度



(a) 自己が崩壊の場合



(b) 自己が非崩壊の場合

図-6 推定崩壊確率の一致度

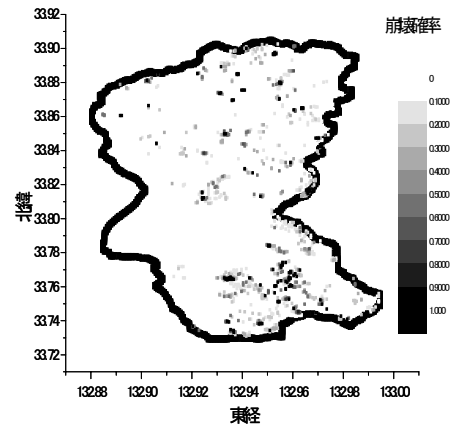


図-5 統計崩壊確率

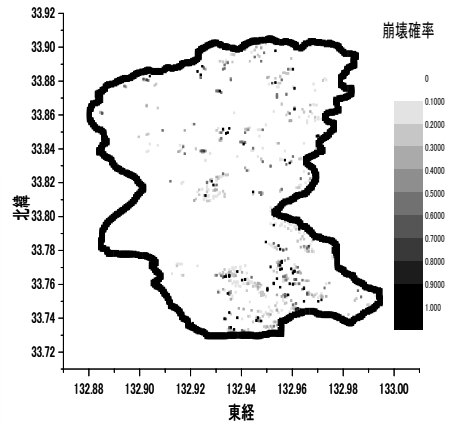


図-7 推定崩壊確率