

数量化理論Ⅱ類を用いた豪雨時の斜面の崩壊危険度の分析

愛媛大学大学院理工学研究科 学生会員 ○升田圭亮
学生会員 三浦誠司
正会員 小野耕平

1. はじめに

斜面崩壊は、地質や地形などの崩壊が発生し得る素因となる条件を満たした斜面において、降水量や土中水分量などの誘因が一定の閾値を超えた時点で発生すると考えられるため、素因と誘因の両方を考慮した危険度評価が必要である。平成30年7月豪雨では広範囲で斜面崩壊が同時発生したため、地質・地形要因や降水量の影響を同時に評価する上で適した事例といえる。各崩壊地点の素因に関するデータと XRAIN レーダー雨量を用いて、数量化理論Ⅱ類により斜面崩壊の分析を行った。

2. データ作成と解析手法

国土地理院が公開した崩壊地等分布図を利用し、大洲・宇和島地区（愛媛県）、広島東部、広島で発生した斜面崩壊を分析対象とした。レーダー雨量データの中で最も空間解像度が高い XRAIN を利用するため、分析を行う最小単位として 250 m メッシュ（4分の1地域メッシュ）を活用した。表1に今回用いたメッシュ数の一覧を示す。全データの合計数は、分析範囲の中で斜面崩壊が明らかに発生し得ない海上や市街地

表1 メッシュ数一覧

	崩壊	非崩壊		合計
		削減前	削減後	
大洲・宇和島	544	12,566	2,031	2,575
広島東部	448	11,013	1,792	2,240
広島	2,222	12,197	8,888	11,110

を除いた 250 m メッシュの総数であり、メッシュ内で1箇所以上の崩壊が確認されたメッシュを崩壊メッシュとした。崩壊メッシュ数と非崩壊メッシュ数に顕著な差があると判別精度が低下するため、崩壊メッシュ数と非崩壊メッシュ数の比が 1:4 となるように非崩壊メッシュ数をランダムに削減した。

説明変数として、1時間降水量（HR）・土壌雨量指数（SWI）・地質帯・土地利用・標高・傾斜角・平均曲率を選定した。HRとSWIは斜面崩壊の発生に影響する誘因、それら以外は素因である。HRとSWIは上述の XRAIN データから計算し、いずれの地域においても、1時間降水量がピークの時刻を雨量データの取得時刻とした。なお、広島東部、広島では、1時間降水量のピークが2回存在したため、判別精度が高くなった2回目のピークを採用した。地質帯は、20万分の1日本シームレス地質図 V2 を基に分類した。土地利用は、国土数値情報から得られる 100 m メッシュデータを 250 m メッシュデータに変換した。標高は 10 m 間隔の数値標高モデルを利用し、傾斜角と平均曲率は GIS ソフトウェア ArcGIS を用いて標高から算出した。標高・傾斜角・平均曲率は 250 m メッシュよりも高解像度であるため、250 m メッシュ毎にそれぞれの平均値と標準偏差を求め、説明変数として利用した。数量化理論Ⅱ類²⁾は、カテゴリー化した説明変数を用いて、目的変数を判別する手法である。本研究の目的変数である崩壊・非崩壊の判別に対する説明変数の重みをカテゴリースコアという。また、最大カテゴリースコアと最小カテゴリースコアの差をレンジと言い、目的変数に対する影響度を表す。

3. 数量化理論Ⅱ類による判別結果

表2に数量化理論Ⅱ類による判別結果を示す。判別の中率、感度、適合率、相関比の全てにおいて大洲・宇和島地区で最も精度が高い結果が得られた。また、4つの指標を比較すると、感度が最も高いことがわかる。これ

表2 数量化理論Ⅱ類による判別結果

	判別の中率	感度	適合率	相関比
大洲・宇和島(7/7AM7:00)	83.4%	83.5%	57.4%	0.42
広島東部(7/7AM7:00)	70.3%	70.3%	37.2%	0.16
広島(7/7AM5:00)	66.8%	66.2%	33.4%	0.10

は、判別による見逃しが少ないことを意味する。斜面崩壊の見逃しは、土砂災害の被害の増大に繋がるため、斜面の崩壊危険度評価の指標として重要である。

4. 対象地区ごとのレンジの比較

図1に数量化理論Ⅱ類によって算出したレンジを示す。地区ごとに比較すると、大洲・宇和島地区はHRやSWIの誘因、広島東部や広島では土地利用や地質帯、標高など、素因の影響が大きいという結果になった。また、大洲・宇和島地区では素因の影響は小さいが、広島東部や広島では、素因と誘因の影響度合いに大差がないことがわかった。全体で比較すると、HRの影響が突出していることがわかる。

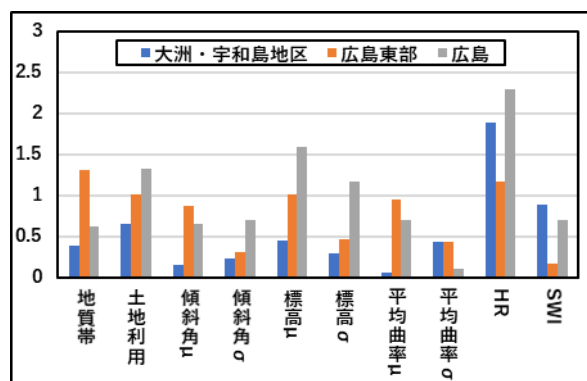


図1 レンジの比較

5. 大洲・宇和島地区における分析結果の詳細

3地区の中で、判別精度が最も高くなった大洲・宇和島地区に着目して結果を考察する。図2に判別結果を図示する。赤色が的中した崩壊、黄色は見逃し、緑色が空振りをそれぞれ示している。崩壊的中させたメッシュは一定の範囲に集中しており、空振りと判別されたメッシュは、崩壊的中の周辺に位置していることがわかる。空振りが集中した領域では降雨の特性が類似しており、斜面崩壊の発生に与える降雨の影響が特に大きい同地区では、高い空振り率の原因となったと考えられる。

見逃しは、北側の秩父帯や三波川帯で多く見られ、特に三波川帯では実際に崩壊した6メッシュ全てを見逃す結果となった。見逃したメッシュはいずれも降水量が少なく、その影響であることも考えられるが、三波川帯は崩壊メッシュ数自体が少なく、また地すべり型の崩壊が占める割合が高い³⁾ことから、十分な判別精度が得られなかった可能性がある。今後、このような崩壊形態の違いも加味していく必要がある。

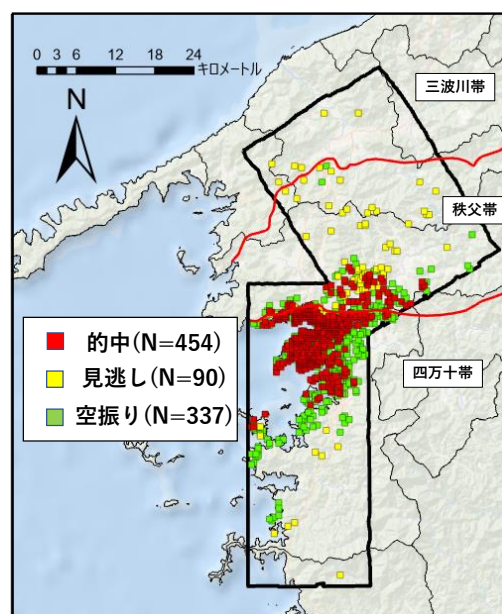


図2 判別結果図

6. まとめ

平成30年7月豪雨を対象として、3つの地区に数量化理論Ⅱ類を適用し、素因と誘因の危険度評価を行った。斜面崩壊が発生した原因として、大洲・宇和島地区では誘因が、広島東部・広島では素因が崩壊に大きく影響を与えていたことが分かり、地区によって各要因の影響度が異なることが分かった。今後は、判別精度が十分でなかった地区に対してメッシュの細分化などを行い、判別精度を向上させる必要がある。

参考文献

- 1) 小野ら:平成30年7月豪雨による愛媛県南西部の斜面崩壊に関する降雨特性の分析,地盤工学ジャーナル, 16(2), 105-115, 2021.
- 2) 菅, 藤越: 質的データの判別分析 数量化2類, 現代数学者, 2011.
- 3) Mori, Ono: Landslide disasters in Ehime Prefecture resulting from the July 2018 heavy rain event in Japan, Soils and Foundations 59, 2396-2409, 2019.