

急傾斜地における斜面危険度評価手法の提案

岡山理科大学 正会員 ○佐藤 丈晴
 株式会社オリエンタルコンサルタンツ 正会員 澤 夏起
 株式会社ダイヤコンサルタント 非会員 樋上 広篤

1. 目的

近年豪雨に起因した土砂災害が多発しており、多くの地域が被災している。すべての斜面でハード対策を実施できないため、ソフト対策として土砂災害の発生に関する危険度評価が実施されてきた。膨大な調査データから斜面崩壊の発生に特に影響を及ぼす重要な素因（以下本研究では重要要因と記す）を特定する手法としてラフ集合が用いられてきた。本研究の目的は、この手法を用いて斜面の危険度評価手法を提案することである。

2. ラフ集合を用いる理由

ラフ集合の手法に関する詳細な説明は榊原他（2000）に譲り、ラフ集合を危険度評価手法として採用する理由について述べる。点検調査を行う技術者は、現地で様々な斜面の要因について調査する。危険度の評価は、要因ごとの結果を加算する方法は採用しない。なぜなら、現地の条件によって同じ要因でも危険度が異なるからである。例えば、斜面の向きについて考える。一般的に南向きの斜面は、日照の関係から北向き斜面と比較して崩壊しやすいと言われている。しかし、北向きに傾斜した地質構造となっていれば、北向き斜面は流れ盤斜面となり、斜面崩壊が発生しやすい条件となる。逆に南向き斜面は受け盤斜面となるため、危険性は北向き斜面と比較して小さくなることが予想される。このとき南向きだからといってそのまま評価しない。

このように点検技術者は、要因ごとの単純な積和による評価を行わず、複数要因の関係性（組み合わせ）から相乗効果あるいは相殺効果を考えながら、現地で総合評価を行っている。ラフ集合は、災害発生および非発生の実績データから要因を組み合わせで相乗効果、相殺効果を表現できる手法の一つであることから、今回提案する危険度評価手法の基となる考え方として採用することとした。

3. 検討対象地域と用いたデータ

本検討は、岡山県玉野市を対象とした（図-1）。玉野市は、岡山県南部の児島半島に位置する都市であり、急峻な山地が海岸付近まで迫っている。都市部は海岸と山地の狭い地域に集中しており、昭和時代から山麓部まで宅地化が進んでいる地域である。そのため、土砂災害が少ない岡山県において土砂災害の発生件数が多い地域である。南東部の重要港湾のある沿岸の都市部縁辺で災害発生が集中していることが確認できる。

本検討は、玉野市に分布する 115 箇所の急傾斜地崩壊危険箇所を対象とした。地形の要因は、急傾斜地崩壊危険箇所カルテで調査された 21 項目と危険箇所の位置から地質を割り当てた地質要因を加えた 22 項目の要因のデータベースから検討を行った。玉野市は、基盤をなす古生界二畳紀の超丹波層群に属し、低変成度の粘板岩、砂岩、チャートからなる。この地層は、児島半島中央部の高標高地を形成している。この基盤地質を白亜紀花崗岩類が不整合に覆って、児島半島の大半を占める。古生界の諸岩類には接触変成作用を及ぼし、NE-SW 系と NS 系に卓越する断層沿いに岩脈として貫入している。粗粒花崗岩が広く分布しており、山頂付近には玉ねぎ状風化した直径数 m の花崗岩が多くみられるのが特徴である。

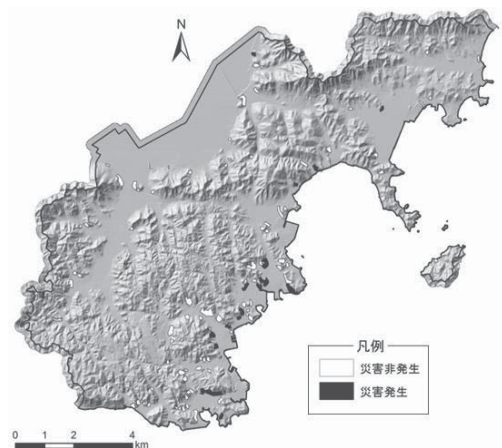


図-1 玉野市の急傾斜地崩壊危険箇所位置と災害発生分布

キーワード：急傾斜地，危険度評価，ラフ集合，規則性，重要要因

連絡先：700-0005 岡山市北区 理大町 1-1 岡山理科大学 TEL：086-256-8003（学科）

4. 発生に寄与する重要要因の組合せ抽出

ラフ集合解析を実施し、重要要因の抽出を行った。表-1に示した結果4要因にてすべての急傾斜地を説明することができた。1要因のみの検討では、整合度が最もよかったのは、上位地形の方向（整合度26.1%）、次いで斜面方位（整合度16.5%）となった一方、傾斜度の整合度は0であった。斜面延長と傾斜度については、カテゴリ値が大きいほど発生率が高くなる傾向にあり、現実的な傾向を示している。

ところが2要因の解析結果から、斜面方位に傾斜度を重ね合わせると整合度が61.7%と急激に上昇した(図-2)。災害発生斜面の分布は図-1に示した。図中の黒で示した斜面は、南東部に集中している。この地域は市街地周辺部の急峻な斜面であることから、傾斜度と斜面方位の組合せでも当該地域の特性をよく表していることが確認できる。

5. 提案する危険度評価手法

提案する危険度評価手法を以下に示した。

- (1) 得られた重要要因の組合せに基づいて、ラフ集合解析によるルール抽出を行う。
- (2) ルール拡張（佐藤他，2002）を行う。
- (3) 確信度から急傾斜地の危険度を算定するため、非発生ルールの確信度を負値（-1倍）にする。
- (4) 危険度を評価する急傾斜地ごとに該当するルールを抽出する。
- (5) 該当ルールごとの確信度をすべて加算し、危険度指標として採用する。

まずラフ集合を用いて4つの重要要因の組み合わせからルールを抽出した。これらのルールを拡張し、整理されたルールは30個となった。危険箇所ごとに該当するルールを抽出し、該当ルールの確信度の和を算定して危険度ランクを求めた。すべての危険箇所と危険度のランクの関係を図-3に示した。横軸の危険度ランクは、数値が大きいほど危険度が高いことを示している。危険度ランクが-1~1付近では、発生斜面と非発生斜面が混在している。非発生斜面の危険度ランクが正の値を取るということは、この斜面が発生ルールに属していることを示す。災害が発生した斜面と同様の地形的特性を有している斜面であることから、同じ誘因（例えば降雨等）を今後経験すると、災害が発生する可能性は他の非発生斜面よりも高い。このように非発生斜面であっても災害発生の素因を潜在的に有していることをこの危険度ランクは示している。

引用文献

- 榊原他(2000)ラフ集合を用いたデータマイニングによるがけ崩れ発生要因の抽出に関する研究，土木学会論文集 No658, 221-229
 佐藤他(2002)1982年7月長崎災害におけるラフ集合を用いた土石流発生・非発生評価ルール設定に関する研究，土木学会論文集 No721, 13-25

表-1 重要要因の組み合わせ

カテゴリ	斜面延長	傾斜度	斜面方位	上位地形の方向
	1	2	4	6
1	200m未満	35°未満	東	東
2	200~400m	35~40°	南東	南東
3	400~600m	40~50°	南	南
4	600~800m	50~60°	南西	南西
5	800m以上	60°以上	西	西
6			西北	西北
7			北	北
8			北東	北東
9				その他

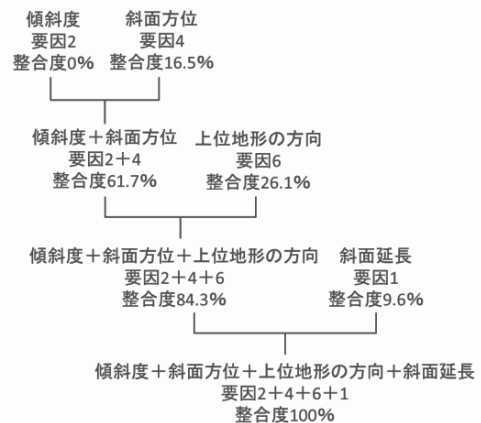


図-2 重要要因の組み合わせと整合度

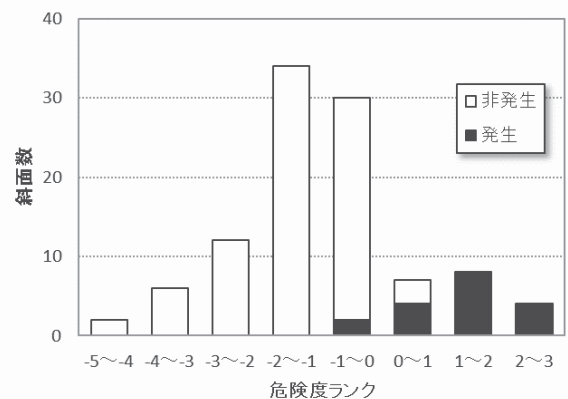


図-3 ランクごとの発生斜面の分布