

ラフ集合論による山口県がけ崩れ発生降雨の特徴要因抽出に関する研究

大日本コンサルタント
山口大学工学部
八千代エンジニアリング
山口大学工学部

正会員
正会員
正会員
正会員

○篠崎嗣浩
榊原弘之
菊池英明
古川浩平

山口県土木建築部
山口大学工学部
甲南大学理学部

鉄賀博巳
倉本和正
中山弘隆

1. はじめに 現在、全国には急傾斜地危険箇所が約 87,000 箇所も存在しているが、斜面のコンクリート被覆、排水工等を中心とするハード対策の整備率は 24%と依然低く、警戒・避難体制の整備等のソフト対策が積極的に行われている。しかしながら、斜面崩壊のメカニズムは複雑であり、解明されていない点も多い。本研究では、ラフ集合論をがけ崩れの原因となる降雨要因に適用し、現在蓄積されている雨量データから崖崩れ発生に寄与する重要な要因を抽出すると共に、がけ崩れに至る降雨パターンの分類を試みる。

2. ラフ集合について ラフ集合は、類別と近似を基本とした概念である。がけ崩れ発生・非発生データを例にしてラフ集合論¹⁾について簡略に示す。図-1において、同一カテゴリ内において発生と非発生データが混在する(矛盾データである)場合、カテゴリの組み合わせによる結果属性(発生、非発生)の必要十分条件を得ることができない。このようなデータの部分集合をラフ集合と呼ぶ。ラフ集合における重要要因の組み合わせを評価する指標として、整合度を以下のように定義する。

整合度 = 整合データ数/全データ数

ここで「整合データ」とは、図-1における同じ領域内の結果属性が全て同じであるデータをいう。要因数を増加させることにより整合度は増加する。図-2はそれを概念的に表したものである。2本の斜線によりデータの集合領域が細分化されている。これは、新たな要因が追加されたことを意味する。要因が増加することにより、整合データが増加し、他方矛盾データが減少することが分かる。本研究においては、整合度の要求水準を任意に設定可能な重要要因抽出手法を用いて、山口県のがけ崩れのデータに適用する。

3. 使用データ概要 本研究においては、降雨の均一性を考慮するため、既往の研究を参考に山口県内の気象庁管轄の降雨観測所を中心とした半径 5km 内のエリアを対象とする。降雨の対象期間は、1976 年～1997 年の 22 年間とする。また、本研究では土石流予測に関する既往の研究により、24 時間以上の無降雨期間で区切られている一まとまりの降雨を一連降雨として定義する。また、倉本らの研究²⁾の定義により一連降雨は、時間雨量 20mm/hr 以上、もしくは累積 80mm 以上のものに限定した。なお、ラフ集合を用いてがけ崩れを解析する際に使用した降雨要因、及び図中で用いた記号を表-1、降雨要因の定義を図-3に示す。

4. 安山岩主体の地域への適用結果 対象として山口県内でも特にがけ崩れの多発する地域の一つであり、

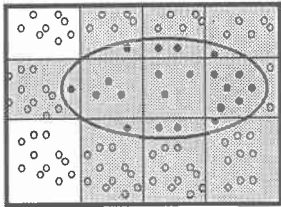


図-1 ラフ集合と矛盾データ

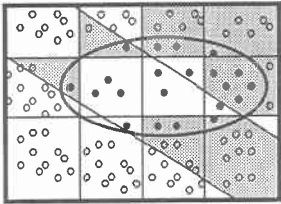


図-2 要因の追加による矛盾データの減少

表-1 使用降雨要因一覧

属性番号	降雨指標	図中記号
①	推定時刻またはピーク時刻時間雨量	$R_n(0)$
②	推定時刻またはピーク時刻累積雨量	$R_c(0)$
③	推定時刻またはピーク時刻までの降雨継続時間	L
④	推定時刻またはピーク時刻1時間前の時間雨量	$R_n(1)$
⑤	推定時刻またはピーク時刻2時間前の時間雨量	$R_n(2)$
⑥	推定時刻またはピーク時刻3時間前の時間雨量	$R_n(3)$
⑦	推定時刻またはピーク時刻0～4時間区間の最大時間雨量	$R_m(0, 4)$
⑧	推定時刻またはピーク時刻0～4時間区間の累積雨量	$R_c(0, 4)$
⑨	推定時刻またはピーク時刻5～9時間区間の最大時間雨量	$R_m(5, 9)$
⑩	推定時刻またはピーク時刻5～9時間区間の累積雨量	$R_c(5, 9)$
⑪	推定時刻またはピーク時刻10～14時間区間の最大時間雨量	$R_m(10, 14)$
⑫	推定時刻またはピーク時刻10～14時間区間の累積雨量	$R_c(10, 14)$
⑬	推定時刻またはピーク時刻15時間以前区間の最大時間雨量	$R_m(15, br)$
⑭	推定時刻またはピーク時刻15時間以前区間の累積雨量	$R_c(15, br)$

崩壊発生要因の抽出の重要性が高い気象庁下関観測所周辺地域を取り上げる。下関観測所において一連降雨は127回(発生:23,非発生:104)あり、発生降雨によるがけ崩れ災害の総数は58件である。

降雨指標を入力、崩壊発生、非発生を出力としてラフ集合論を適用した。抽出された要因において、崩壊発生・非発生の分類特徴が見られた組み合わせを図-4に示す。発生降雨が2つの集合に分離されることがわかる。時間雨量20mm以上の崩壊に対しては、発生前数時間の集中的な降雨による崩壊と考えられることから「短期性降雨による崩壊」と呼ぶこととする。それ以外の崩壊は、崩壊前数時間の雨量が小さいにも関わらず、がけ崩れが発生していることから長期性の降雨要因が影響していると推定される。

次に時間雨量20mm未満の発生降雨のみを抽出し、実際に長期性の降雨要因が影響するのか再度ラフ集合論を適用し検証する。抽出された重要要因のうち、発生降雨の分類特徴が表れている要因の組み合わせを図-5に示す。これらの要因の特徴から、発生時刻十数時間前の長時間にわたる降雨量の影響が大きいといえる。そこで、図-5に示すような基準線を設定し、この基準線の外側を「長期性降雨による崩壊」と呼ぶこととする。また、内側の領域に含まれる崩壊データは、降雨データに基づく予測が非常に困難ながけ崩れであると考えられる。

5. おわりに 本研究により、安山岩主体の下関観測所周辺地域においては、崩壊に寄与する降雨として発生前短時間の集中的な降雨、および発生前十数時間前の長時間にわたる降雨の2種類の降雨パターンが存在することが明らかとなった。短期性降雨による崩壊は、数時間の間に累積50mm以上の降雨を経験した直後に発生している。一方、長期性降雨による崩壊は累積雨量が150mmを超過した後、15時間以上経過した時点で発生している。

参考文献 1) 榊原弘之、倉本和正、菊池英明、中

山弘隆、鉄賀博己、古川浩平：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（投稿中）2) 倉本和正、鉄賀博己、菊池英明、守川倫、門間敬一、古川浩平：急傾斜地における斜面要因を考慮した崩壊発生限界雨量線の設定手法に関する研究、土木学会論文集（投稿中）

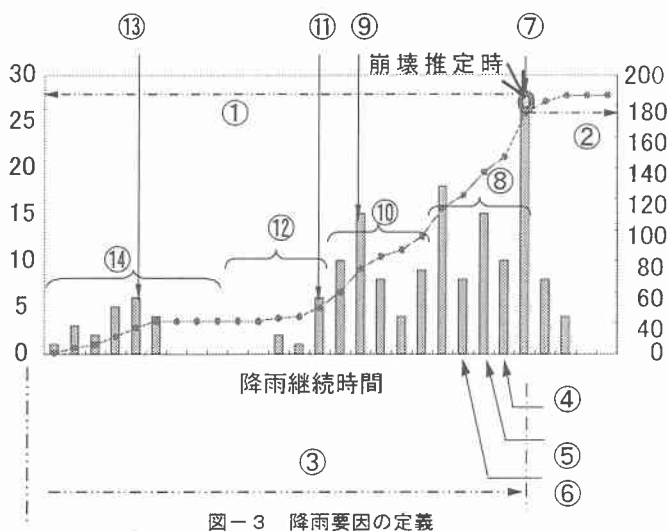


図-3 降雨要因の定義

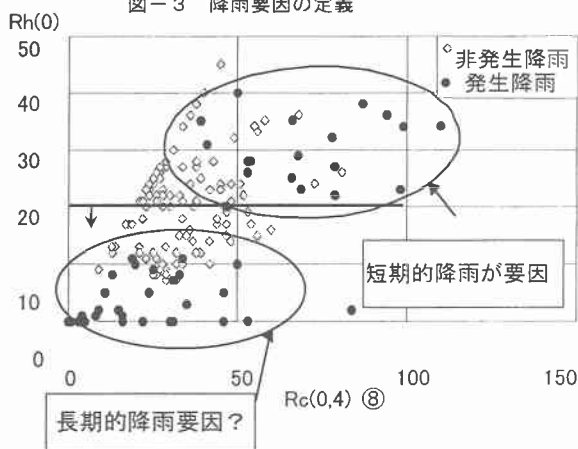


図-4 短期性降雨による崩壊パターンの抽出

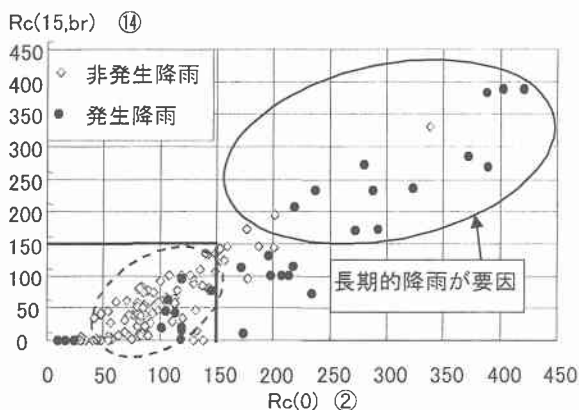


図-5 長期性降雨による崩壊パターン