

ラフ集合による深層崩壊発生の重要要因と発生・非発生条件の抽出

和歌山県
 国立研究開発法人土木研究所
 国土交通省近畿地方整備局紀伊山地砂防事務所
 (株) エイト日本技術開発

○森川智・西岡恒志・筒井和男・福田和寿
 木下篤彦・森加代子
 今森直紀
 海原荘一・竹本大昭・只熊典子

1. はじめに

平成 23 年 9 月の台風 12 号(以下、「台風 12 号」という)では総雨量 1,000mm を超える降雨により奈良県南部や和歌山県内で多数の深層崩壊が発生した。

深層崩壊の発生危険度を把握するためには、地形や地質、降雨指標など深層崩壊の発生と関連性の高い素因や誘因を把握することが必要となる。広範囲を対象にした地形要因などの深層崩壊の発生条件については鈴木ら及び田村らの研究¹⁾や千木良らの研究²⁾の他、木下らの研究³⁾があるが、地形条件と降雨条件の両方を併せて扱った検討事例はまだない。

そこで、本研究では広範囲を対象とした深層崩壊リスク評価に資するため、台風 12 号で多数の深層崩壊が生じた奈良県南部地域を対象にデータマイニング手法の 1 つであるラフ集合⁴⁾を用いて、既存資料等を基に、地形・地質や降雨など深層崩壊発生に関連性の深い重要要因の抽出や誘因と素因について発生条件及び非発生条件を把握した。図-1 に本研究の対象とした奈良県南部の範囲を示す。

2. 深層崩壊の要因分析に用いたデータ

2.1 深層崩壊の定義と発生・非発生の区分

本研究では深層崩壊の定義については深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル(案)¹⁾において、深層崩壊の目安としている面積 10,000m² の崩壊を深層崩壊として取り扱った。深層崩壊発生の有無とその評価単位として、研究対象範囲を約 1km² の流域に分割し、この約 1km² の分割流域ごとに深層崩壊の発生・非発生を区分し、深層崩壊を含む流域を発生流域、深層崩壊

を含まない流域を非発生流域と定義した。深層崩壊が複数の流域にわたる場合は、深層崩壊の崩壊範囲を含む全ての流域を発生流域として取り扱った。なお、研究対象範囲の流域数は発生流域が 61 流域、非発生流域が 787 流域の計 848 流域である。

2.2 データベースの作成

ラフ集合により深層崩壊の発生・非発生条件を抽出するにあたり、評価単位である分割流域ごとに深層崩壊に関連する可能性の高い地形・地質等の各要因についてのデータベースを構築した。

深層崩壊に関連する要因としては、微地形及び地質構造、地質、地形量などの素因のほかに、誘因として 36 時間雨量、48 時間雨量、累積雨量及びその 3 つの長期降雨指標の超過確率年を加えた 14 要因とした。

微地形については国土地理院の 1/25,000 数値地図を判読したものをを用い、斜面方位や標高差などの地形量データについては国土地理院の 50m メッシュデータを基に作成した。また、千木良らの研究²⁾では古地形の縁端部からの解析領域で深層崩壊が発生しているとしているため、検討対象に地形の解析度を示す接峰面差を加えた。36 時間雨量、48 時間雨量、累積雨量は C バンド 1km メッシュ雨量値を用いて算出した。長期雨量指標の超過確率年については、過去 36 年間のアメダスの雨量データを用いて確率年コンターを設定し、各流域の確率年を求めた³⁾。

3. ラフ集合の概要

ラフ集合は 1982 年にポーランドの計算機学者 Zdzisław Pawlak によって提唱⁴⁾されたもので、その基本概念は類別と近似であり、データベースの分離性を低下させずに如何に簡約化できるかという点に主眼が



図-1 検討対象範囲 (奈良県南部)

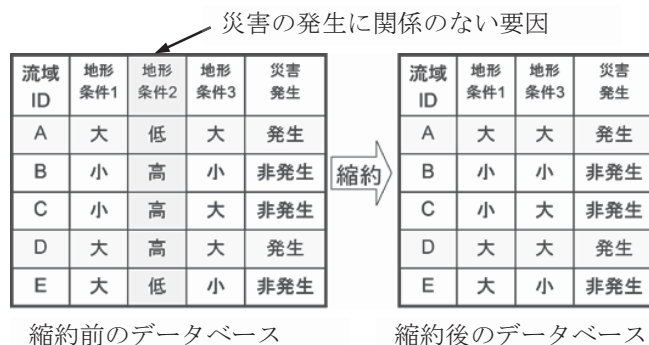


図-2 ラフ集合におけるデータベース簡約のイメージ

置かれている。ラフ集合の主な機能として、データベースの縮約とルール抽出がある。

縮約とはデータベースで与えられた全ての属性と同等の対象を識別するために必要な最小限の属性の部分集合とすることであり、例えば図-2 の例のように地形条件 2 を除いて考えても、災害の発生及び非発生には関係ないとなると、データベース上では地形条件 2 は省略することができるという考え方である。

4. ラフ集合による深層崩壊発生要因の分析結果

4.1 重要要因の分析方法

深層崩壊と関係の深いと考えられる 14 項目の中から、深層崩壊の発生及び非発生の分離性を低下させることなく図-2 のようにデータベースを縮約するための重要要因を選定した。検討対象範囲には、深層崩壊には到っていないものの地すべりを生じているような箇所もあり、同じような条件の斜面が発生しているところと非発生となっている箇所もあると考えられることから、ラフ集合の解析においては、発生・非発生の分離性はある程度矛盾を許容するのが現実的であると考えられる。このため、本研究における深層崩壊の発生・非発生の重要要因の抽出においては、5%程度のエラー(5%の流域は矛盾が生じる)は許容するものとして整合度(整合データ数/全データ数)95%の条件で解析を行うこととした。

4.2 重要要因の分析結果

ラフ集合による解析では、一般的に要因数が多いほど発生・非発生の分離性は向上する傾向にあるが、できるだけ少ない要因数で発生・非発生を分離することが望ましい。本研究ではラフ集合による解析の結果、検討対象とした全 14 要因に対し、概ねその 50%以下となる要因数である僅か 6 要因で整合度 95%を確保する要因の組み合わせを抽出することができた。

全 14 要因に対する 6 要因の組み合わせは 3,003 通り存在する。その 3,003 通りの要因の中で重要要因として選ばれる割合が大きい要因は、深層崩壊の発生・非発

生に深く関係している要因と考えられることから、6 要因となる全 3,003 通りの組み合わせのうち各要因がどの程度の割合で選定されているかを求め、それを選定率として重要要因の評価指標とした。図-3 に各要因の選定率を示す。

地形要因などの素因の中では斜面方位や微地形該当数の他、標高差や接峰面の選定率が高く、誘因では累積雨量の確率年の選定率が高く、これらの要因が深層崩壊の発生を左右すると考えられる。

5. まとめ

本研究では、奈良県南部地域を対象に平成 23 年台風 12 号の災害について机上で得られる深層崩壊に関する深いと考えられる要因について、深層崩壊の発生率等を把握するとともに、ラフ集合により約 1km²に分割した流域単位で深層崩壊に対する重要要因を把握するとともに発生・非発生ルールを抽出し、その妥当性を確認した。深層崩壊の発生・非発生を考える上での重要要因としては、斜面方位、微地形該当数、累積雨量の超過確率年、標高差、接峰面差、断層からの距離であった。

参考文献

- 1) 田村圭司・内田太郎・鈴木隆司・寺田秀樹・栗原淳一：深層崩壊の発生の恐れのある溪流抽出マニュアル(案)、土木研究所資料、第 4115 号、2008
- 2) 千木良雅弘：深層崩壊発生場所の地質・地形学的予測-2011 年台風 12 号による深層崩壊が教えたもの-、日本地球惑星科学連合、ニュースレター JGL, Vol.11, No.1, p.10-12, 2015
- 3) 木下篤彦, 北川眞一, 内田太郎, 海原荘一, 竹本大昭, 只熊典子：深層崩壊が集中的に発生する降雨条件-平成 23 年台風 12 号の降雨分析-, 砂防学会誌, Vol. 66, No.3, p. 24-31, 2013
- 4) 中村昭：ラフ集合-その基本概念と知識情報-, 数理科学, No.373, p78-83, 1994

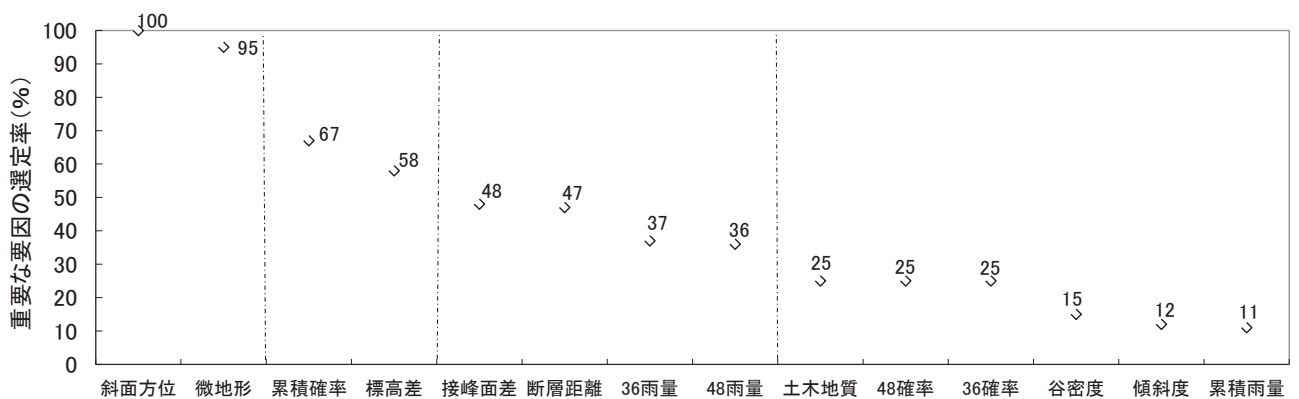


図-3 深層崩壊と関係の深いと考えられる全 14 要因と各要因の重要要因の選定率の関係