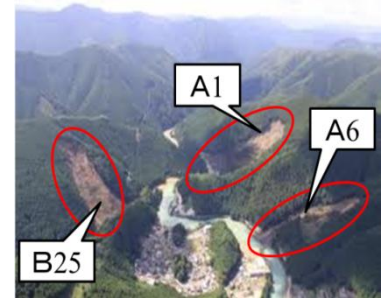


統計学的手法による深層崩壊に対する危険斜面の抽出とその地形的特徴

大阪大学大学院工学研究科 学生員 ○伊藤 真一
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 小田 和広
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 小泉 圭吾

1. はじめに

近年、各地で豪雨による深層崩壊による災害が頻発している．その一例として、平成 23 年の台風 12 号によって引き起こされた紀伊半島での事例が良く知られている (図-1 参照¹⁾)．地球温暖化に伴い、台風は巨大化することが予想されている．つまり、平成 23 年の台風 12 号のような巨大な台風が今後とも襲来することは十分考えられる．したがって、深層崩壊の危険性が高いと考えられる斜面をあらかじめ抽出しておくことは、防災計画の策定において十分価値があると考えられる．ところで、深層崩壊が問題となる山間部には、斜面が無数にある．時間・費用の制約上、すべての斜面について詳細な調査を行うことは不可能である．このため、一次スクリーニングとして、地形等、容易に手に入る情報を基に、深層崩壊の危険度評価をすることが望まれる．つまり、崩壊の危険度が高い斜面を机上で抽出できれば、現地調査等の効率化を図ることが出来る．本研究では、深層崩壊が発生した紀伊半島のとある地区を例にとり、自己組織化マップ (SOM) と数量化Ⅱ類を併用することにより、深層崩壊の危険度評価を試みる．

図-1 紀伊半島の崩壊事例¹⁾

2. 自己組織化マップ (SOM)

自己組織化マップ (Self-Organizing Map, 以下 SOM)²⁾ は教師なし学習型ニューラルネットワークの一種である．数学的に言えば、SOM は高次元のベクトル集団の 2 次元マップ上への写像である．SOM では、個々のベクトル間の類似度をマップ上での距離によって表現する．すなわち、類似度の高いベクトルはマップ上の近い位置に配置され、逆に、類似度の低いものは遠い位置に配置される．つまり、類似したベクトルは集合 (クラスター) としてまとまって表される．これによって高次元ベクトル間の関係を視覚的に捉えることが出来る．

3. 数量化Ⅱ類

数量化Ⅱ類³⁾ とは、数量化理論の中で、カテゴリーデータである目的変数を取り扱う手法である．本手法は主に判別分析に用いられる．この手法は、一つの集団を二つのグループに分けるときの、その集団に属する個体が二つのグループのうちのいずれに属するかを判別するために用いられる．

4. 地形情報のカテゴリーデータ化

SOM や数量化Ⅱ類を適用するためには、地形情報等をカテゴリーデータにしなければならない．本研究では、地理情報システム (以下、GIS) によってそれを行った．図-2 は GIS の適用例を示している．図中赤線は谷、緑線は尾根、青線は川、橙色で囲まれた部分は実際に崩壊した斜面を示している．また、DEM データを併用することにより、(a)標高差(b)遷急線(c)遷緩線(d)傾斜を容易に求めることが出来た．また、地形図から(e)集水面積(f)谷密度(g)川 or 谷(h)攻撃斜面(i)乱れ地形(j)逆地形(k)多段式地形(l)0 次谷地形(m)滑落崖を判別した．以上の 13 項目を斜面評価指標としてカテゴリー化した．表-1 はその一例である．指標が該当すれば○、該当しなければ空白としている．

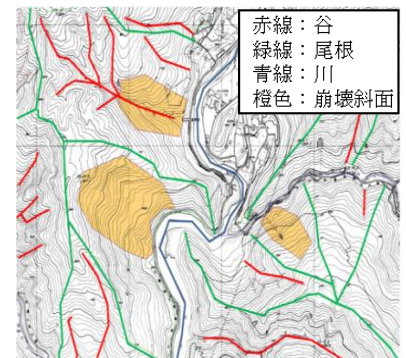


図-2 GIS の適用例

キーワード 自己組織化マップ, 数量化Ⅱ類, 深層崩壊

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科 地球総合工学専攻

表-1 斜面評価指標のカテゴリーデータ化の一例

斜面番号	集水面積	谷密度	標高差	川or谷	攻撃斜面	乱れ地形	逆地形	多段式地形	0次谷地形	滑落崖	遷急線	遷緩線	傾斜
A1	○		○	○	○		○	○	○	○	○	○	
A2		○	○	○					○	○	○		
A3	○								○				○

5. 斜面の崩壊危険度評価

図-3 は、本研究の検討地区に存在する 104 ヶ所（非崩壊 101 ヶ所、崩壊 3 ヶ所）の斜面に対する SOM によるクラスタリングを示している。赤い小丸は台風 12 号によって崩壊した斜面を示している。青い大丸はクラスターと判別される領域を示している。今回の検討地区の斜面は 9 つのクラスターに区分された。このうち、実際に崩壊した斜面を含んでいるクラスターは③と⑤である。すなわち、このクラスターに含まれる斜面は、崩壊した斜面と類似した特徴を有している。次に、同じ斜面評価指標に対し数量化Ⅱ類を適用した。その結果、実際に崩壊した 3 つの斜面だけが崩壊する危険性が高いと推定された。つまり、この検討から深層崩壊の危険性の高い斜面を抽出することが出来なかった。そこで、検討地区以外の崩壊した斜面を含めて再検討した。図-4 は崩壊斜面 10 ヶ所、非崩壊斜面 101 ヶ所に対するクラスタリング結果を示している。また、図-4 中、数量化Ⅱ類で崩壊すると推定された斜面を黒い小丸で示している。崩壊事例を追加することによって、数量化Ⅱ類でも崩

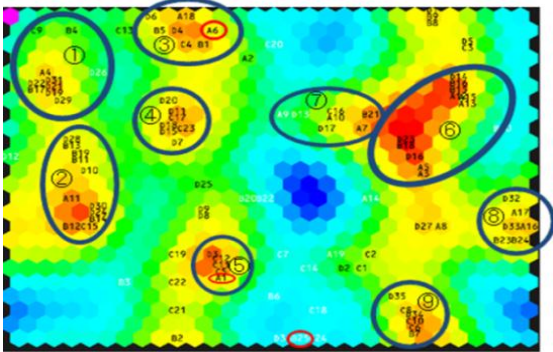


図-3 クラスタリング結果（崩壊斜面 3 ヶ所）

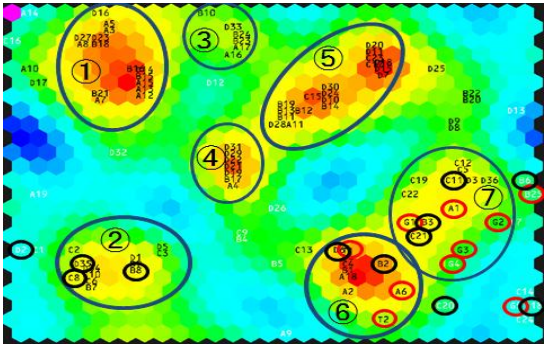


図-4 クラスタリング結果（崩壊斜面 10 ヶ所）

壊の危険性が高いと判断される 12 ヶ所の斜面を抽出することができた。図-4 において実際に崩壊した斜面を含んでいるクラスターは⑥と⑦である。この 2 つのクラスターの中で数量化Ⅱ類によって崩壊すると推定された斜面は 5 ヶ所ある。ここで、SOM と数量化Ⅱ類は考え方や影響の大きい指標に大きな違いがある。よって、実際の崩壊斜面を含むクラスターにクラスタリングされ、崩壊すると推定された 5 ヶ所の斜面は SOM から数量化Ⅱ類からも危険性が高いと判断されていると言える。このことから、本研究ではこの 5 ヶ所の斜面を深層崩壊の危険性の高い斜面として抽出した。さらに、抽出された 5 ヶ所の斜面がどのような特徴を持つのか調べた。表-2 は、この 5 ヶ所の危険斜面のデータを示している。抽出された 5 ヶ所の危険斜面は川 or 谷、攻撃斜面、0 次谷地形、滑落崖、遷急線、遷緩線という指標が概ね該当している。このことから、本研究で抽出した危険斜面は (i) 斜面の水が直接川に流れ込む (ii) 攻撃斜面である (iii) 0 次谷地形が該当する (iv) 滑落崖がある (v) 遷急線がある (vi) 遷緩線があるという 6 つの特徴があることが分かった。

表-2 抽出した危険斜面のデータ

斜面番号	谷密度	川or谷	攻撃斜面	乱れ地形	逆地形	多段式地形	0次谷地形	滑落崖	遷急線	遷緩線	傾斜	サンプルスコア
B2		○	○				○	○	○	○		2.406
B3		○	○			○	○	○	○	○		1.286
C11	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	0.492
C21	○	○	○			○	○	○	○	○	○	0.708
D6	○	○	○				○	○	○	○		2.347

6. まとめ

本研究では、SOM と数量化Ⅱ類を併用して、紀伊半島のとある地区の危険斜面の抽出を試みた。崩壊事例を増やすことで、101 ヶ所の未崩壊斜面の中から 5 ヶ所の危険斜面を抽出できた。また、抽出された危険斜面は川、攻撃斜面、0 次谷地形、滑落崖、遷急線、遷緩線という 6 つの特徴を含んでいるということが分かった。

参考文献

1) 林野庁, 山地災害の発生状況, 2013 年, 林野庁 HP : http://www.rinya.maff.go.jp/j/saigai/saigai/con_2.html
2) 自己組織化マップとそのツール, 大北他, 2008, pp1~13, シュプリンガー・ジャパン
3) 初心者がらくらく読める多変量解析の実践 下, 菅民郎, 2007, pp44~116, 現代数学社