

大阪大学 学生会員 ○伊藤 真一
大阪大学大学院 正会員 小泉 圭吾

大阪大学大学院 正会員 小田 和広

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。したがって、まず、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有効である。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。

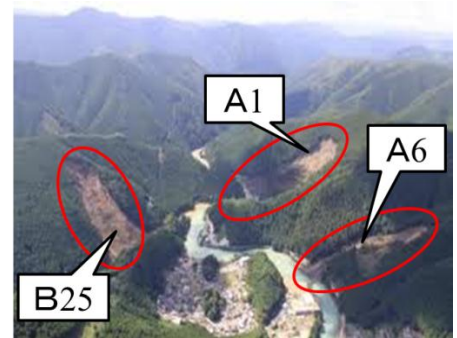


図-1 紀伊半島における崩壊事例

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を 2 次元マップ上に写像する。このとき、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。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。そして、ベクトル集団の傾向や相関関係の理解が容易になる。

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。ただし、通常の判別分析では説明変数が数値であるのに対し、数量化Ⅱ類ではそれらもカテゴリーデータとなっている。

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化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。

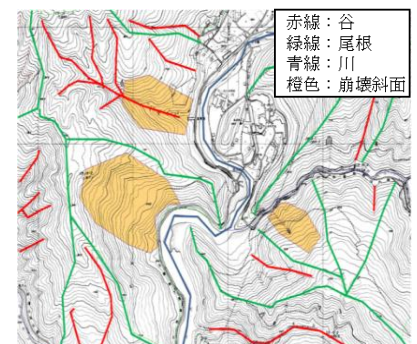


図-2 GIS の適用例

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、本研究の解析対象である地区に存在する 104 ケ所の斜面に対する SOM によるクラスタリングを示している。赤丸で囲まれた斜面が台風 12 号によって崩壊した 3 つの斜面を示している。図-3 より、今回解析対象とした斜面は 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と推定された。そこで、逆に崩壊の危険度の低い斜面の抽出を試みた。

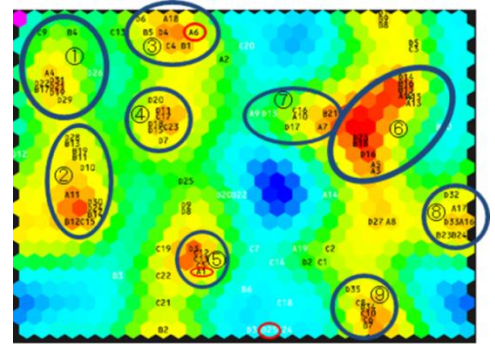


図-3 SOM による斜面のクラスタリング

つまり、安全性が高いと評価される斜面以外を崩壊の危険性が高いと見なすことにした。本研究では、サンプルスコアが 0.25 以下の斜面が安全性が高いと判断した。なお、101 ケ所の未崩壊斜面の内、サンプルスコアが 0.25 以下の斜面は 71 ケ所であった。表-2 はサンプルスコアが 0.25 以下の斜面の割合を示している。①, ②, ⑥, ⑧の各クラスターではサンプルスコアが 0.25 以下である斜面が 9 割以上であった。また、これら 4 つのクラスターに含まれる斜面の多くは、サンプルスコアがマイナスで与えられている。サンプルスコアがマイナ

表-2 サンプルスコアが 0.25 以下の斜面の割合

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
サンプルスコアがマイナス	7	8	3	3	1	10	3	6	2
サンプルスコアが0~0.25	2	2	1	2	0	0	2	0	2
サンプルスコアが0.25以下の斜面の数	9	10	4	5	1	10	5	6	4
クラスターに含まれる斜面の数	10	11	7	7	5	11	7	6	5
サンプルスコアが0.25以下の斜面の割合	0.9	0.909	0.571	0.714	0.2	0.909	0.714	1	0.8

スの斜面は、サンプルスコアが 0~0.25 の斜面と比べてより安定性が高いと考えられる。このことから、これら 4 つのクラスターに含まれる斜面は、他のクラスターに含まれる斜面と比べて崩壊の危険度が低いと考えられる。次に、これら 4 つのクラスターに含まれる斜面がどのような特徴を持つのかを調べた。その結果、(i) 滑落崖がない (ii) 斜面の水は谷に流れ込む (iii) 攻撃斜面ではない (iv) 逆地形は該当しない、の 4 点が共通していた。よって、この 4 つを満たす斜面が崩壊の危険度の低い安全な斜面だと考えられる。この条件に加えて、過去に崩壊が起こった場所でよく見られる遷急線、遷緩線、典型的な地すべり地形などの指標が該当しないと安全度はさらに増すと考えられる。

6. まとめ

本研究では、SOM と数量化Ⅱ類を併用して、深層崩壊に対する危険度評価手法を提案するとともに、それを近畿地方のとある地区の斜面に適用し、安定性の高い斜面の抽出を試みた。そして、抽出された斜面に共通する特徴を明らかにした。その特徴は (i) 滑落崖がない (ii) 斜面の水は谷に流れ込む (iii) 攻撃斜面ではない (iv) 逆地形は該当しないであった。これらの特徴を持つ斜面は安定性が高い斜面と考えられる。逆に、滑落崖があり、攻撃斜面や逆地形が該当する斜面は崩壊の危険度の高い斜面である可能性が十分考えられる。また、今回の検討では、崩壊事例が 3 ケ所と少なく、崩壊の危険度の高い斜面の抽出ができなかった。今後、他地域の崩壊事例を追加して更なる検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 林野庁, 山地災害の発生状況, 2013 年現在, 林野庁 H P : 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