

## サポートベクターマシンを用いた大規模崩壊発生要因分析に関する一考察

中電技術コンサルタント(株) 正会員 ○杉原 成満 正会員 荒木 義則 正会員 倉本 和正  
 非会員 秦 雅之(現所属:国土交通省国土技術政策総合研究所)  
 独立行政法人土木研究所 正会員 山越 隆雄 正会員 武澤 永純  
 山口大学大学院理工学研究科 フェロー会員 古川 浩平

## 1. はじめに

豪雨により発生する大規模崩壊は、大規模な土石流や河道閉塞を生じさせ、下流域に甚大な被害を及ぼすことがある。このような土砂災害を防止・軽減するためには、大規模崩壊の危険性の高い斜面や渓流を把握し、対策を検討・立案することが重要である。

表層崩壊の危険性の高い斜面や渓流の把握に関しては、既存の崩壊実績と地形・地質等の関係を統計手法により分析し、崩壊の危険性を評価する方法が多く検討されている<sup>1)</sup>。統計手法を適用するためには、ある程度まとまった発生・非発生事例が必要であり、大規模崩壊に統計手法を適用した事例は少ない。

宮崎県鰐塚山地では、2005年の台風14号により大規模崩壊(以下、2005年T14大規模崩壊)が多数発生<sup>2)</sup>しており、本研究では、当該事例データを対象に、統計手法を用いた大規模崩壊の発生危険度評価および発生に関する要因分析を試みた。

## 2. 要因分析等に用いる統計手法の概要

大規模崩壊の発生に関する要因分析等は、教師あり学習によるパターン識別手法の一つである *Support vector machine*<sup>3)</sup>(以下、SVM)を用いる。

SVMの概念図を図-1に示す。SVMは、入力されたデータ群に非線形関数を適用させ、高次元特徴空間にマッピングした状態で線形分離を行う。このとき、高次元特徴空間でデータを分離する平面(図-1の $f(x)=0$ の面:以下、分離超平面)は、「各クラスのデータ群の距離(マージン)を最大化」という基準によって最適な学習を行い設定される。この機能により、SVMは高い汎化能力を有した識別が可能となる。

また、SVMでは分離超平面と各データとの距離 $f(x)$ をもって危険度として表現することもできる<sup>2)</sup>。本研究ではこの危険度評価手法を用いて、大規模崩壊の発生危険度評価および発生に関する要因分析を行う。

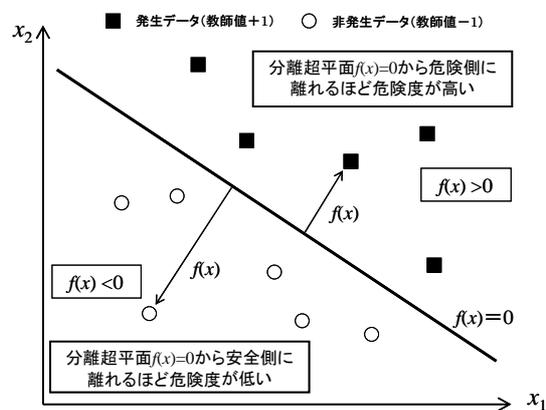


図-1 SVMの概念図

## 3. 使用データの概要

本研究の検討対象地域は、九州南部の鰐塚山地のうち、鰐塚山を中心にした宮崎県内に位置する約130km<sup>2</sup>である。本研究では、検討対象地域を1km<sup>2</sup>程度の単元流域で区分した95流域を分析対象データとし、以下の情報を整理した。

## (1) 大規模崩壊実績データ

分析に用いる大規模崩壊実績データは、既往地質図および2003年撮影の空中写真判読結果に基づく大規模崩壊跡地とし、2005年T14大規模崩壊実績は、分析結果の評価に用いる。

## (2) 微地形要素・地形量データ

微地形要素・地形量データは、「深層崩壊の発生のある溪流抽出マニュアル(案)<sup>4)</sup>」を参考に、円弧状クラック、岩盤クリープ、地すべり地形、山頂緩斜面、活断層、危険メッシュ数(勾配・集水面積と崩壊発生率の複合条件により危険度が高いと判断されるメッシュ数)の6要因を用いる。

## 4. 大規模崩壊発生要因分析結果

## (1) 大規模崩壊の発生危険度評価

大規模崩壊跡地の有無と微地形・地形量データとの関係をSVMにより分析した結果を図-2に示す。

キーワード *Support vector machine*, 大規模崩壊, 微地形指標, 統計手法, 要因分析

連絡先 〒734-8510 広島市南区出汐2丁目3-30 中電技術コンサルタント(株) TEL082-256-3347

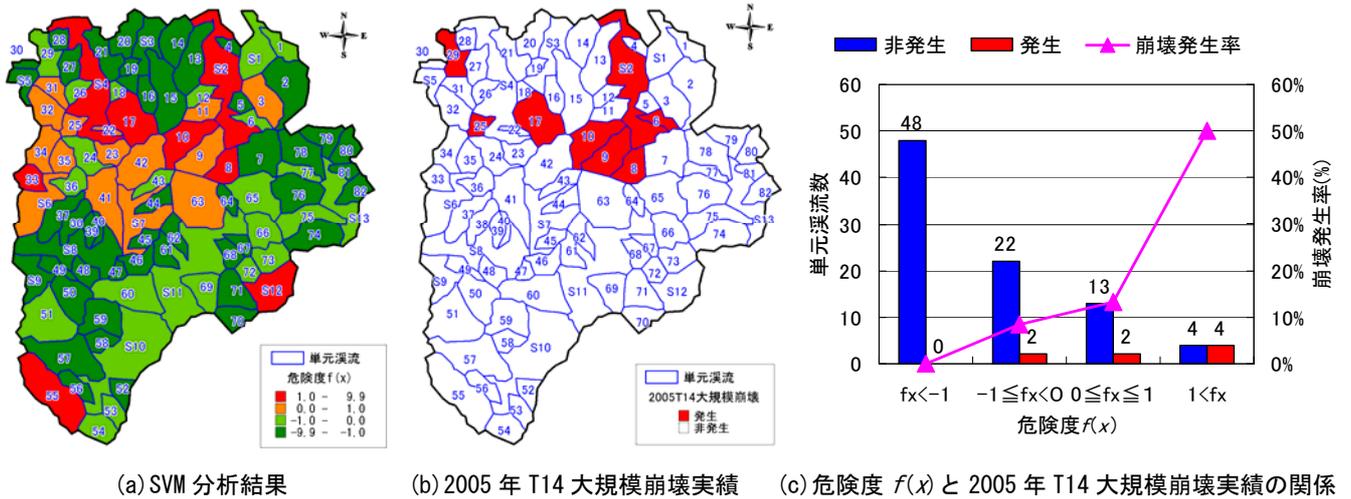


図-2 SVMの分析結果と2005年T14大規模崩壊実績の関係

図-2(a), (b)より, SVM分析により得られる危険度  $f(x)$ が高い単元流域が分布するエリアは, 2005年T14大規模崩壊実績が多く分布していることが確認できる。また, 図-2(c)より, SVM分析により得られる危険度  $f(x)$ が高い単元流域ほど, 2005年T14大規模崩壊実績を有する割合が高くなる傾向も確認できる。

これらのことから, SVMの分析結果は, 大規模崩壊の危険性の高い溪流の抽出に活用できるものと考えられる。ただし, 中には空振りや見逃しも見られる。そのため, 今後は降雨条件や他の微地形条件等による影響を想定し, その原因を明らかにすることで分析精度の向上に努める必要がある。

(2) 大規模崩壊の発生要因分析

各微地形データをカテゴリ区分し, 各カテゴリに含まれる単元流域の平均危険度  $f(x)$ をもって, 各微地形データが大規模崩壊の発生に与える影響を分析した。分析結果を図-3に示す。

図-3より, 岩盤クリープ, 地すべり地形, 円弧状クラックは, それらを多く含むほど危険度  $f(x)$ が高くなる傾向を示すため, これらの要因は当該地域において大規模崩壊の発生危険度評価に寄与する要因と考えられる。それに対し, 山頂緩斜面は少ない場合は危険度  $f(x)$ に明瞭な関係は認められず, 多く含む場合は危険度  $f(x)$ が小さくなる傾向を示す。また, 活断層の有無と危険度  $f(x)$ に明瞭な関係は認められない。そのため, これらの要因は, 当該地域において大規模崩壊の発生危険度評価に寄与しない要因と考えられる。

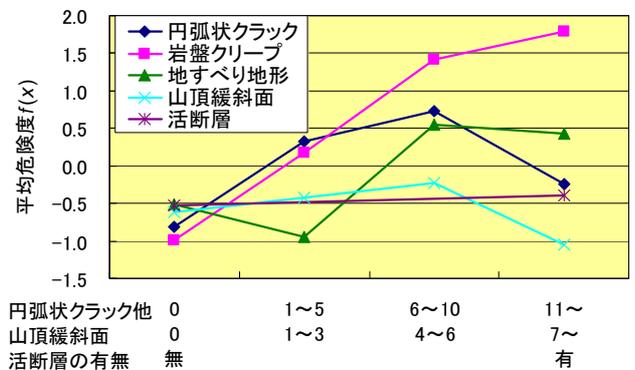


図-3 危険度  $f(x)$  と各微地形・地形量データの関係

5. まとめ

本研究における主要な検討結果を以下に示す。

- ・大規模崩壊の危険性の高い溪流の抽出において, SVMの分析結果を活用できる可能性が示された。
- ・SVMの分析結果を活用することで, 各微地形・地形量データが大規模崩壊の発生に与える影響を分析することが可能である。

参考文献

- 1) 例えば, 大石博之, 小林央宜, 尹禮分, 田中浩一, 中山弘隆, 古川浩平: サポートベクターマシンによる対策工効果を考慮した斜面災害危険度の設定, 土木学会論文集, Vol.63, No.1, pp.107-118, 2007.
- 2) 古閑美津久・堀川毅信・宇城輝・谷内正博: 2005年台風14号による宮崎県鰐塚山北麓および北郷町広渡川上流の崩壊・土石流, 応用地質, Vol.47, No.4, p.232-241, 2006.
- 3) Cortes C. and Vapnik, V.: Support vector networks, Machine Learning, Vol.20, pp.273-297, 1995.
- 4) 独立行政法人土木研究所: 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.