

京都大学工学部

学生員

○大加戸彩香

京都大学大学院工学研究科

正生員

小山 倫史

アーステック東洋（株）

正会員

丸木 義文

アーステック東洋（株）

正会員

中井 卓巳

京都大学理事

正会員

大西 有三

1. はじめに

道路法面の点検は、道路防災総点検の安定度調査表¹⁾に基づいて行われているが、既存の膨大な点検データが有効利用されていないという問題が指摘されている。そこで、本研究ではこれらの点検データに基づき、自己組織化マップ（SOM）を用いて道路法面を特徴ごとに分類し、優先的に対策を施す必要がある法面の抽出を行い、安定度調査表の要因項目による評点との比較を行った。

2. 自己組織化マップ（Self-Organizing Map）²⁾

SOM とは Kohonen によって提案されたニューラルネットワークの一種であり、多次元の入力データをその類似度によって2次元（あるいは3次元）上に配置して出力する手法である。SOM は入力と出力の関係をあらかじめ与えない教師なしのニューラルネットワークであり、高次元のデータ間に存在する非線形な統計学的関係を、データの情報を保存しながら可視化することができる。

3. 道路法面のクラスタリング

本研究では道路防災総点検の際に用いる安定度調査表を活用し、国土交通省近畿地方整備局管内の道路法面のうち、落石崩壊を対象とした314箇所をSOMにより分類した。このうち6箇所は実際の被災箇所であり、健全性（危険度）評価の基準とした。道路法面ごとに定義される入力ベクトルは安定度調査表の要因項目に基づき、地形、構造、変状等の全19個の19次元のベクトルである（表1）。

解析の結果得られた全体マップ1を図1に示す。全体マップは5つのクラスタに分類でき、クラスタA, B, C, D, Eと名付け、入力ベクトルごとに得られる19個の要素マップを用いて考察を行った。

表1：入力ベクトル（項目）と入力方法

入力ベクトル	入力方法
X1: 崖錐地形	1: 該当する 0: 該当せず
X2: 崩壊跡地	1: 該当する 0: 該当せず
X3: 遷急線明瞭	1: 該当する 0: 該当せず
X4: 台地の裾部	1: 該当する 0: 該当せず
X5: 脚部浸食	1: 該当する 0: 該当せず
X6: オーバーハング	1: 該当する 0: 該当せず
X7: 集水型斜面	1: 該当する 0: 該当せず
X8: 土石流跡地	1: 該当する 0: 該当せず
X9: 尾根先端等凸型斜面	1: 該当する 0: 該当せず
X10: 崩壊性の土質	1: 顕著 0.5: やや顕著 0: 該当せず
X11: 崩壊性の岩質	1: 顕著 0.5: やや顕著 0: 該当せず
X12: 表土及び浮石・転石の状況	1: 不安定 0.5: やや不安定 0: 安定
X13: 湧水状況	1: あり 0.5: しみ出し程度 0: なし
X14: 表面の被覆状況	1: 裸地～植生主体 0.5: 複合（植生・構造物） 0: 構造物主体
X15: 当該法面の変状	1: 複数該当・明瞭なものあり 0.5: あり・不明瞭なもの 0: なし
X16: 隣接する法面・斜面等の変状	1: 複数該当・明瞭なものあり 0.5: あり・不明瞭なもの 0: なし
X17: 勾配・高さ	1: 土砂H>30m 岩H≥50m 0.8: 岩30≤H<50m 0.6: 土砂H≤30m i>標準 0.4: 岩15≤H<30m 0.2: 土砂i<標準 15≤H<30m 岩H<15m 0: 土砂i≤標準 H<15m
X18: 崩壊性の構造（流れ盤）	1: 該当する 0: 該当せず
X19: 崩壊性の構造（不透水基盤上の土砂）	1: 顕著 0.5: やや顕著 0: 該当せず

全体マップでは、類似した道路法面ほど近い位置に配置され、色で模式的に法面の類似性の高さを表しており、赤いほど類似性が高い。要素マップは各入力ベクトルの全体マップへの寄与度を示し、黒いほど要素の影響が大きいことを示す。

SOM は特徴の類似したデータ同士を、クラスタリングすることができ、実際の被災箇所と同じクラスに分類された法面は、被災箇所と同じ崩壊要因を持っている。従って、被災箇所と同じクラスに分類された法面は、優先的に変位の計測・モニタリングや補修・補強などの対策を施す必要がある法面として抽出することができる。

クラスタ A は、実際の被災箇所（図 1 中の黒丸）が 3 箇所配置され、全 19 個の要素マップのうち要素 X_2 （崩壊跡地）および X_{15} （当該法面の変状）の影響がある。対策工を検討する際には、これらの要因を踏まえた補強・補修対策を考慮する必要がある。クラスタ C および D は、実際の被災箇所が配置されなかったため、現時点では健全性評価を行うことができない。

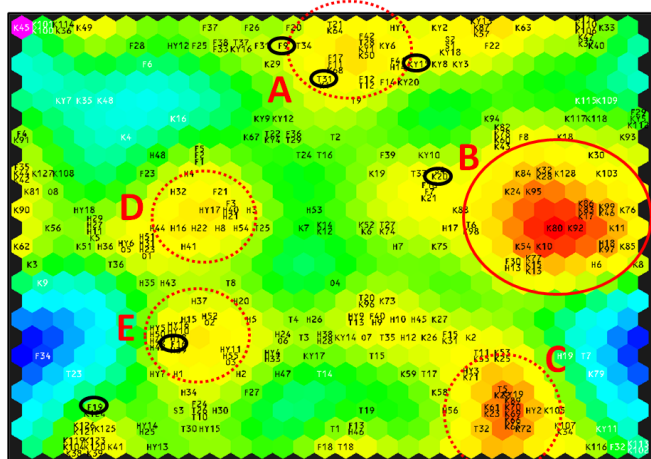


図 1 SOM による法面の分類（全体マップ）
（実際の被災箇所の 6 箇所は黒丸で示す。）

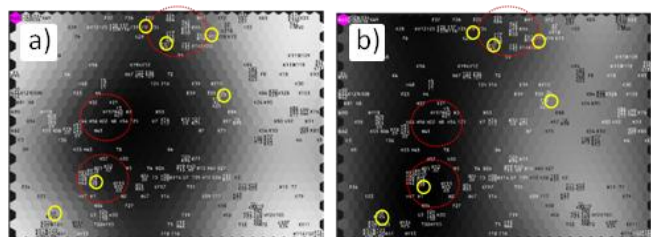


図 2 要素マップ
a) X_2 ：崩壊跡地 b) X_{15} ：当該法面の変状

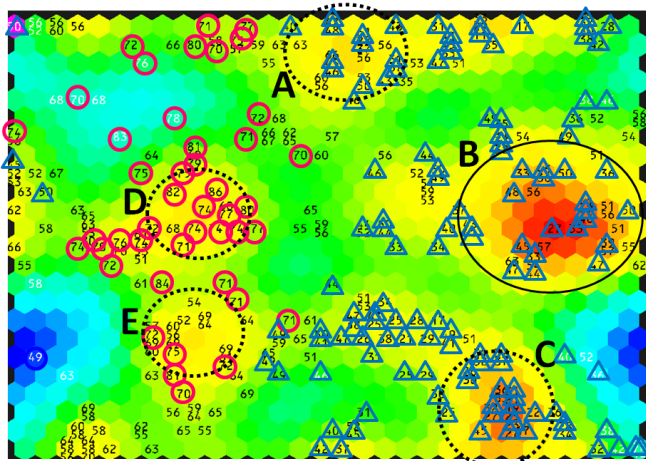


図 3 安定度調査表の評点で出力
○：要因の評点が 70 点以上（危険度が高い）
△：要因の評点が 50 点以下

法面の健全性は、安定度調査表に基づき、各点検項目に関して重み付けした点数の合計によって評価されている。本研究では、各法面の評点でマップの出力を行った。70 点以上の危険度の高い法面を○、50 点以下の法面を△で印を付けると、高得点と低得点の法面は分布が分かれた（図 3）。実際の被災箇所が 3 箇所分類されたクラスタ A には、低得点の法面が分類された。また、クラスタ B の付近にも被災箇所が配置されたが、低得点の法面が分類されている。これらより、安定度調査表の評点で重みの大きい要因と、実際の災害が発生する要因が異なる可能性があると考えられる。

4. まとめ

本研究では、道路法面の点検結果を基に、自己組織化マップ（SOM）を用いて、法面をその特徴ごとに分類した。実際の被災箇所を健全性（危険度）評価の基準とし、同じ崩壊要因を持つ法面を、優先的に対策を施すべき法面として抽出した。また、従来の安定度調査表の要因項目の評点でマップの出力を行うと、実際の被災箇所が 50 点以下の法面によって形成されたクラスタに分類されていた。

参考文献

- 1) 財団法人 道路保全技術センター：平成 8 年度道路防災総点検要領（豪雨・豪雪等）
- 2) 徳高平蔵，大北正昭，藤村喜久郎：自己組織化マップとその応用