

地理条件の異なる崩壊危険箇所を対象とした場合の 斜面安定性評価モデルの精度比較

東京理科大学理工学部 正会員 大林成行、小島尚人
(株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 亀井慎一郎
北海道庁 正会員 山本 哲

1. はじめに

様々な特徴を有する数多くの斜面安定性評価モデルが提案されている中で、斜面安定性評価モデルを実施する利用者にとってはモデルの選択が重要な問題になっていた。こうした問題に対して、筆者らは広域にわたる斜面の崩壊危険箇所の評価支援を目的として、複数の斜面安定性評価モデルから得られる評価結果を比較し、モデルを活用する上での戦略を提案してきた¹⁾。

トレーニングデータが同一であれば、いかなるモデルを使用しても理想的には評価結果が同一になることが「必要条件」であるといった考えの下に、「一致率」と「的中率」を評価指標として崩壊危険箇所評価に有効なモデルを選定した。検討の結果、「ファジィセットモデルとSSEモデル」の2つの斜面安定性評価モデルが採用されたが、崩壊形態や誘因が異なる他地域においてはこの限りではない。

そこで、本研究では、地理条件の異なる地域に対して斜面安定性評価モデルの評価精度を比較し、利用者がモデルを選択する際の指針を示す。比較対象の斜面安定性評価モデルとして、我が国において実用性が高いモデルとして評価されているSSEモデル(数量化Ⅱ類)、諸外国において適用実績のあるベジアンモデル、ファジィセットモデル、確信度モデルといった4つの手法を取り上げた。

2. 研究の流れ

(1)対象領域と素因データの準備

a)対象領域：対象領域は、日本各地の9地域(谷地地区、成東地区、富津地区、ダム湛水池、岩殿地区、六甲地区、仁川地区、佐多浦地区、薄木地区)を選定した。これらの地域では、崩壊形態や誘因といった点で性質を異にしている上に領域の大きさや画素サイズも様々である。

b)素因データの準備：地理情報として「表層地質、土壌、地形分類、土地条件、現存植生、標高、傾斜、起伏量、斜面方位、谷密度」といった10種類を用意した。これらの10素因は土地分類基本調査図面、現存植生図、DTMから数値化している。さらに、衛星データから作成される土地被覆分類図と植生指標も素因の一つに加えた。

キーワード:斜面崩壊、確率モデル、衛星データ、地理情報
〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641
Tel:0471-24-1501、 e-mail:kojima@ir.noda.sut.ac.jp

(2)斜面安定性評価図の作成：4種類の斜面安定性評価モデルを用いて、それぞれ斜面安定性評価図を作成する。判別精度の評価には、トレーニングデータに対する「的中率」を用いる。さらに、数量化Ⅱ類および確率モデルに基づく分析を通して、アイテム・カテゴリ分析を行うとともに、斜面安定性評価図上にどのような違いが現れるのかについて検討を進める。

(3)斜面安定性評価図の一对比較：4種類の斜面安定性評価モデルから作成された斜面安定性評価図の違いを抽出した「差画像」を作成する。全ての一对比較の組み合わせ事象を考えると6種類($=4C_2$)の差画像が作成される。この差画像の違いを定量的に評価する「一致率」を用いて、最大一致率を示す2つの斜面安定性評価モデルを選定する。

(4)採用された斜面安定性評価モデルの整理：採用された2つの斜面安定性評価モデルを評価対象領域毎に整理する。評価対象領域の崩壊形態や誘因等の情報と採用された2つの斜面安定性評価モデルの間に何らかの関連性があるのかについて検討する。

(5)差画像の解釈：上述の検討で採用された2つの斜面安定性評価モデルから作成される斜面安定性評価図の活用方法として、両評価図の違いを抽出した差画像を作成する。

3. 斜面安定性評価モデルの精度比較

(1)斜面安定性評価図の一对比較：4種類の斜面安定性評価モデル別に作成される斜面安定性評価図の違いを定量的に評価する指標として、次式の一致率を定義する。

$$\text{一致率} = \frac{Q(A \cap B)}{R(A \cup B)} (\%) \quad (1)$$

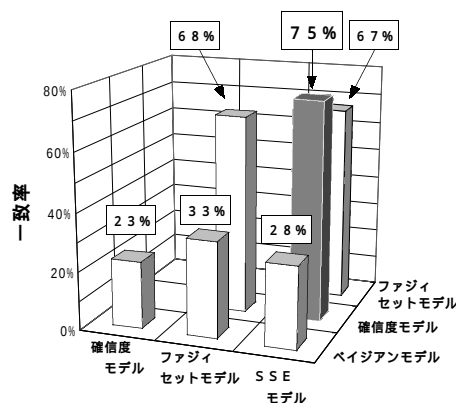
ここに、

$Q(A \cap B)$: 評価モデルAと評価モデルBともに崩壊危険性・有と判定された画素数(積集合)

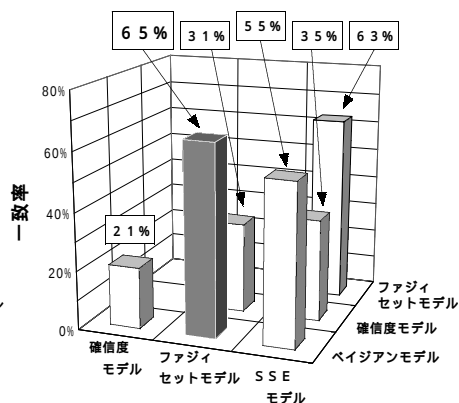
$R(A \cup B)$: 評価モデルAと評価モデルBそれぞれにおいて崩壊危険性・有と判定された画素数(和集合)

4種類の斜面安定性評価図をそれぞれ一对比較し、全ての組み合わせ事象について一致率を計算した結果を図-1に示す。

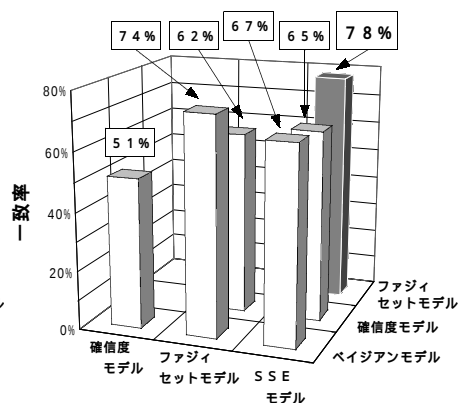
ここでは、成東地区、六甲地区、佐多浦地区の検討結果のみを表示しているが、いずれの評価対象領域においてもファジィセットモデルとSSEモデル



(a) 成東地区



(b) 六甲地区



(c) 佐多浦地区

図 - 1 一致率の整理

の一致率は60%を越えており、両評価モデルから作成される斜面安定性評価図の判別パターンには類似性があることが判る。

(2) 斜面安定性評価モデルの選定: 前述までの分析を通して、4つの種類の異なる斜面安定性評価モデル別に作成される斜面安定性評価図の違いを明らかにすることができた。しかし、斜面安定性評価を実施する利用者側の立場に立つと、いったいどの評価モデルを採用したらよいのかといった問題が派生する。この問題に対して、本研究では、以下に示す2つの制約条件を設定した上で、危険箇所評価に有効と判断できる斜面安定性評価モデルを絞り込むこととする。

条件1: 的中率が高いこと (判別精度の高さ)

条件2: 一致率が高いこと (解の類似性)

条件1は、トレーニングデータに対する同定精度、いわゆる「斜面安定性評価モデルそのものの判別精度」が高いことを意味する。一方、条件2は、トレーニングデータが同一であればいかなるモデルを使用しても理想的には評価結果は同一になることが「必要条件」であるといった考えに基づく。

(3) 採用された斜面安定性評価モデルの整理: 採用された2つの斜面安定性評価モデルの組み合わせを横軸に、その領域数を縦軸に整理したグラフを図-2に示す。評価対象領域によって選定される斜面安定性評価モデルが異なるものの、「ファジィセットモデルとS S Eモデル」の2つの斜面安定性評価モデルが採用される地域が最も多いことが判る。さらに、「ファジィセットモデルとS S Eモデル」は、斜面崩壊、地すべり、土石流、地すべりと斜面崩壊の混在といったあらゆる崩壊形態の領域において採用されていることが判る。

(4) 差画像の解釈: 差画像上には、評価モデルの解が一致した箇所とそうでない箇所が表示される。この差画像上の情報を利用して、「崩壊安全側・危険側」といった2つの視点から多角的な評価を展開できる点が本研究の特色である。

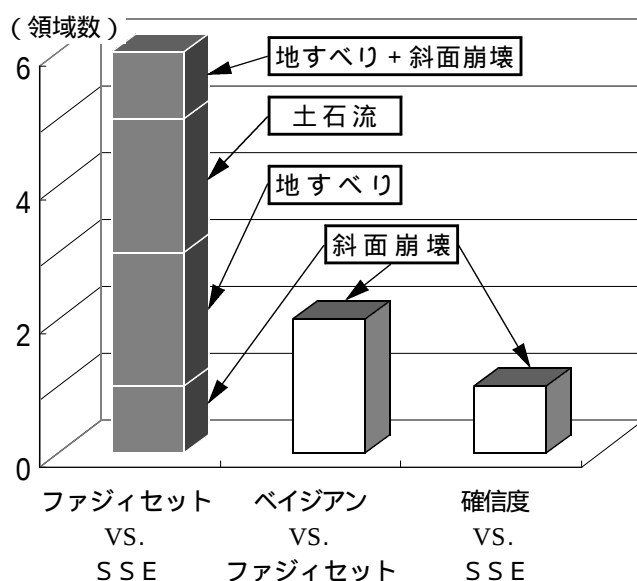


図 - 2 対象領域別に採用された斜面安定性評価モデル

4. まとめ

本研究の内容は、以下の2点にまとめられる。

地理条件の異なる地域を対象に斜面安定性評価モデルの評価精度を比較した結果、一般には「ファジィセットモデルとS S Eモデル」を利用すればよいことが判った。

さらに、これら2種類の斜面安定性評価モデルから得られる斜面安定性評価図の違いを抽出した差画像を最終成果図として提示し、「崩壊危険側・安全側」といった2つの視点から評価が展開できることを示した。

筆者らは、本研究で取り上げた4種類の斜面安定性評価モデル以外にも確率理論に基づく種々の斜面安定性評価モデルの構築に関する研究を並行して進めている。今後、新たに構築されるこれらの斜面安定性評価モデルに対しても、本研究で提案した分析アルゴリズムを適用することを考えている。

参考文献 1) 大林成行、小島尚人、Chang-Jo F. Chung: 斜面安定性評価モデルの精度比較とその実利用への提案、土木学会論文集、No.630 / -44, pp.77 ~ 89, 1999年9月