

衛星データを併用した斜面安定性評価における影響要因について

東京理科大学 正会員 大林成行、藤田圭一、小島尚人

東京理科大学 学生員 玉川達也

大成建設㈱ 正会員 村上達也

1. はじめに：これまで、筆者らが開発し、公表してきた斜面安定性評価モデル（以下、SSEモデル）は、斜面崩壊の3つの予測事項である「いつ（時期）」、「どこで（位置）」、「どの程度の大きさ（規模）」のうち、斜面崩壊の発生の危険性がある「位置」と「規模」を事前に把握することを目的に各種地理情報と衛星データを融合利用し、斜面の安定性を面的かつ広域的に評価することが可能である¹⁾。SSEモデルは既に崩壊した斜面と土地の性状が似通った箇所を抽出するといった手法を用いており、崩壊箇所の選定、つまりトレーニングデータの設定は斜面安定性評価図を作成する上で重要な位置を占める。トレーニングデータの選定については従来から数多くの検討がなされているものの、実務への適用を重ねるにつれ、①崩壊箇所の規模に比べてメッシュサイズが大きすぎる、②地域別にトレーニングデータの設定基準が異なる、③最適なトレーニングデータの選定個数が明確でないといった問題が指摘されており、トレーニングデータの設定方法は今なお摸索段階にある。近い将来、地上分解能1～2mの超高解像度衛星データの取得も現実味を帯びてきており、今後、益々多様化・高分解能化する衛星データの利用を想定し、地上分解能の違いや衛星データから算出される画像特徴が斜面安定性評価結果に及ぼす影響を分析するアプローチも重要となる。

そこで、本研究では斜面安定性評価を実施する際のトレーニングデータの設定方法、適用する画素サイズや衛星データの種類の違い、衛星データから計算される画像特徴の適用効果について検証を進め、SSEモデルの実利用方法を明確にする。加えて、SSEモデルを「侵食崩壊を伴うシラス自然斜面の危険箇所評価」に適用する新しい方法を提案し、その適用性について検証することも研究の特徴の一つである。

2. 研究の内容と検証結果：本研究は図-1に示す5つのステップからなる。表-2には、各検討主題に対する具体的な研究内容を整理した。

（1）評価対象領域の選定(STEP1)：評価対象領域として、1995年1月の兵庫県南部地震により山腹斜面で著しい被害を受けた神戸市六甲地区、市街地近郊で大規模な地すべりが発生した西宮市仁川地区を選定した。なお、素因データは「地形、地質、現存植生、土壌、標高、斜面方位、傾斜区分、起伏量、谷密度、植生指標、土地被覆」といった11種類を用意した。植生指標と土地被覆分類因子はLANDSAT/TM、SPOT/HRVといった衛星データから作成し、その他の因子は各種地理図面、DTMから数値化した。

（2）トレーニングデータの影響分析(STEP2)

①設定方法の違いによる評価結果への影響分析：トレーニングデータの設定方法の違いによる評価結果への影響として、以下の3ケースで感度分析を行った。

- ケース1：崩壊箇所のみに掛かる画素を設定
- ケース2：崩壊箇所とその周辺を含む画素を設定
- ケース3：崩壊の方向を考慮して設定

分析の結果、崩壊タイプとして斜面崩壊型を対象とした場合、ケース1の選定方法は「危険側」の評価図が得られ、ケース2は「安全側」の評価となるが、斜面崩壊は面というよりはむしろ線的に崩壊が発生するため、崩壊の方向を考慮したケース3が有効である。

一方、地すべり型の場合、ケース1では「危険側」

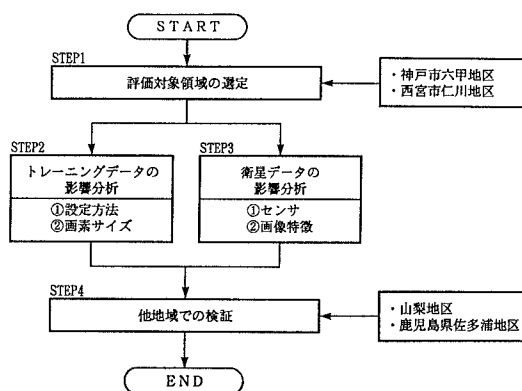


図-1 本研究の流れ

の評価になるが、ケース2、ケース3を適用した際の評価結果に大差はなく、どちらも「安全側」の評価となる。

②画素サイズの違いによる評価結果への影響分析：30mと20mといったメッシュサイズを適用し、評価結果に現れる崩壊危険箇所の違いを比較した。結果として、30mメッシュを適用して作成される評価図は「安全側」の評価となり、20mメッシュの場合は「危険側」の評価となった。20mの画素サイズを適用した場合の斜面安定性評価図は30mの場合に比べてより判別精度の高い分析が可能となる。

（3）衛星データの影響分析(STEP3)

①種類の異なる衛星データを適用した場合の評価結果への影響分析：本検討では、LANDSAT/TMデータとSPOT/HRVデータのSSEモデルへの適用効果を比較した。比較の結果、両者の評価結果に有意な違いは認められないことが判明した。換言すれば、両者のセンサが捉える分光反射特性が似通っており、評価対象領域が雲に覆われているもしくは画質が劣化している等、目的とする衛星データが利用もしくは入手できない場合に、センサの異なるデータで代替利用が可能であると言える。

②衛星データより算出される画像特徴の影響分析：「植生指標」と「土地被覆分類図」の2つの素因についてその適用効果を検証した。いずれの画像特徴もミニマックス2群判別精度が向上することが確認された。特に、「植生指標」の因子は「土地被覆分類図」に比べて崩壊危険箇所の絞り込みに有効であることが判った。今後は、筆者らが並行して研究を進めているフラクタル特徴との比較が課題となる。

（4）他地域での検証(STEP4):以上の検証内容を他地域に対しても同様に実施した。対象領域として、1991年10月の豪雨により高速道路沿線で多数の斜面崩壊が発生した山梨地区、1993年8月の豪雨を誘因として侵食を伴う斜面崩壊が広範囲で発生した鹿児島県吉田町佐多浦地区の2地区を選定した。検証の結果、山梨地区を対象に実施した場合は上記と同様の結果を得たが、佐多浦地区のようにシラスといった特殊土で広く覆われ、降雨により侵食を伴って広範囲に崩壊が発生する地域では、従来のトレーニングデータの選定方法に限界があることが判明した。本研究ではシラス自然斜面の危険性評価を対象とする新たなトレーニングデータの設定方法として、崩壊履歴のある箇所を「現状型トレーニングデータ」とし、今後崩壊の危険性が高いと判断される侵食斜面や滑落崖の冠頂部周辺を「規範型トレーニングデータ」として設定する方法を提案した。さらに、現状型と規範型の評価図の違いを抽出した差画像を視覚表示するとともに、その解釈の方法をとりまとめた。本研究で提案する差画像と解釈の内容は、侵食崩壊を伴う「潜在危険斜面²⁾」を見い出す上で従来にない有用な情報を内包していることが検証されている。トレーニングデータの設定方法や差画像とその解釈の詳細については口頭発表時に紹介する。

3. まとめ：斜面崩壊の予知・予測に完全にはあり得ない。地すべり地もしくは斜面崩壊箇所の現地調査や崩壊防止計画等の策定に際しては限りある時間と労力、経費を効果的に運用するために広域に渡って崩壊の危険性に関わる事前情報の質と量、そしてその有用性が問われる。本研究の内容が今後の斜面安定性評価を実施する上で何らかの形で寄与できれば幸いである。

【参考文献】1)大林成行、小島尚人、笠博義：斜面崩壊予測を対象とした衛星マルチスペクトルデータの実利用化について、土木学会論文集、No.415/VI-12、pp. 71～80、1990年3月

2)下川悦郎、地頭蔭隆、高野茂：しらす台地周辺斜面における崩壊の周期性と発生場の予測、地形、Vol. 10、No.4、pp. 267～284、1989年

表-1 検討主題と検討内容

検討主題	検討内容
トレーニングデータの 設定方法	①斜面崩壊の規模と形状を考慮したトレーニングデータの選定方法 ・不定形な崩壊箇所をメッシュで再現する際の選定方法について検討する。
	②画素サイズの影響分析 ・従来の30mメッシュでの評価と新たに20mメッシュでの評価結果を比較する。
	③シラス斜面の侵食を対象としたトレーニングデータの設定方法 ・シラス斜面の安定性評価を対象として、侵食を起因とする崩壊におけるトレーニングデータの選定方法を検討する。
衛星データの適用方法	①衛星のセンサの違いによる評価結果への影響分析 ・TMデータに比べ、より地上分解能の高いHRVのデータを素因として適用し、両者の評価結果を比較・検証する。
	②衛星データから計算される画像特徴の影響分析 ・植生指標や土地被覆分類図といった衛星データより作成される画像特徴の斜面安定性評価への影響とその効果について検討する。