

リモートセンシングデータと地理情報を用いた斜面崩壊形態広域推定図の提案

東京理科大学理工学部土木工学科 正会員 小島 尚人
 東京理科大学大学院土木工学専攻 学生員 ○野崎 亮
 東京理科大学大学院土木工学専攻 学生員 久松 弘典

1. はじめに

予期せぬ局所的集中豪雨、巨大地震を誘因として、形態を異にする斜面崩壊が多発した地域では、二次災害対策上の支援情報の一つとして、「潜在危険斜面の崩壊形態推定問題」は避けては通れない検討課題となっている。リモートセンシングデータや各種地理情報を説明変量とし、広域にわたって潜在危険斜面を推定しようとする研究アプローチがこの問題への一支援策になる¹⁾。例えば、崩壊形態が異なる既崩壊地を教師データ(目的変量)として作成される斜面崩壊危険箇所評価図(以下、崩壊形態別評価図)間の差分処理を通して作成される「差画像」を利用することが一般的な比較・分析方法である。

しかし、この一対比較分析では、比較対象となる崩壊形態別評価図間の違いは明確になるが、複数の崩壊形態別評価図間の関係を同時に分析する上で限界がある。つまり、潜在危険斜面の崩壊形態推定問題においては、崩壊形態別評価図の比較・分析は「差分処理」ではなく、むしろ「合成処理」に相当すると言える。このような処理と分析の視点が意外にも見逃されている。

そこで、本研究では、崩壊形態別評価図を擬似カラー合成し、これを「斜面崩壊形態広域推定図」として提案するとともに、これに対する「一般解釈表」の内容を含めて、潜在危険斜面の崩壊形態推定支援情報として寄与できることを示す。

2. 本研究の前提条件

(1) 対象領域と教師データ(目的変量)の選定

対象領域は、新潟県中越地震(2004年10月23日)によって形態を異にする斜面崩壊が発生した新潟県長岡市とした。国土地理院発行の災害被害状況図をもとに、「表層崩壊、深層崩壊、地すべり」を教師データとして採用した。

(2) 素因データ(説明変量)

素因情報として、土地被覆分類基本調査から「表層地質、土壌、地形分類」の3種類、数値地形モデル(DTM: Digital Terrain Model)から「標高区分、斜面方位、傾斜区分、起伏量、谷密度」の5種類と IKONOS データを用いて作成した植生指標(NDVI)の計9種類を用意した。さらに、素因間の多重共線性の排除を目的として、素因選定を実施した。

(3) 従来から利用されている差画像の作成

共分散構造分析法における「観測変数(素因)」と「潜在変数(崩壊発生)」の間で定義されている構造方程式を介して、崩壊発生の危険性を画素単位で計算し¹⁾、「表層崩壊、深層崩壊、地すべり」といった崩壊形態別に「斜面崩壊危険箇所評価図」を作成した。さらに、崩壊形態別評価図間の評価値の差分を計算し「差画像」を作成した。図-1に示す「差画像」は、表層崩壊と地す

べりを教師データとした場合の崩壊形態別評価図間の差画像の例である。従来から利用されているこの差画像に対する斜面崩壊形態広域推定図の有用性について検討することは必須条件となる(後述)。

3. 斜面崩壊形態広域推定図の提案と解釈

(1) 斜面崩壊形態広域推定図作成の考え方

斜面崩壊形態広域推定図は、崩壊形態別評価図を青、緑、赤に対応する「B、G、Rプレーン」に割り当て、カラー合成することによって作成される。崩壊形態別評価図のRGBプレーンへの割り当て方が問題となる。斜面崩壊形態広域推定図上の発色の度合い、すなわち、視認性の違いが現れるためである。

本研究では、発色の度合いを定量的に表す指標として知られている「相関色温度²⁾」を導入して、崩壊形態別評価図のRGBプレーンへの割り当て方を決定することとした。相関色温度とは、色相を温度に対応付けて説明しようとする指標である。3種類の崩壊形態別評価図をカラー合成する場合、6種類の擬似カラー合成画像が作成できる。相関色温度と対応付けた結果が図-2である。ここで、D65とは、相関色温度の基準となる標準光の呼称である。人間の目は、緑色よりも赤色や青色の刺激を受けやすいことが知られており、標準光と緑色は相関色温度が近い値を取る。標準光から離れるほど、すなわち、赤色か青色側の相関色温度に位置する程、斜面崩壊形態広域推定図の視認性が向上するはずである。

図-2を見ると、確かに緑色系に発色している斜面崩壊形態広域推定図は標準光に近い相関色温度を示しており、赤色系と青色系に発色している斜面崩壊形態広域推定図は、標準光から離れた相関色温度となっている。そこで、本研究では、標準光の相関色温度から最も離れている相関色温度を示す「斜面崩壊形態広域推定図」を採用することとした。

具体的には図-3に示すように青色系に発色する「斜面崩壊形態広域推定図」となり、それぞれB、G、Rプレーンそれぞれに「地すべり、表層崩壊、深層崩壊」の教師データを用いた場合の崩壊形態別評価図を割り当てる場合となる。

(2) 斜面崩壊形態広域推定図に対する一般解釈

斜面崩壊形態広域推定図に対する一般解釈表を表-1に示す。斜面崩壊形態広域推定図は、崩壊形態別評価図の擬似カラー合成であることから、以下のように赤、緑、青色系と中間色系に発色する画素に対して自然な解釈ができる。

- (a) 赤色系: 崩壊形態として「深層崩壊」の危険性が高い画素
- (b) 緑色系: 崩壊形態として「表層崩壊」の危険性が高い画素
- (c) 青色系: 崩壊形態として「地すべり」の危険性が高い画素
- (d) 黄色系: 崩壊形態として「表層崩壊と深層崩壊」両者の危険性が高い画素(赤と緑の中間色の例)

(3) 斜面崩壊形態広域推定図の有用性(差画像との比較)

キーワード: 斜面崩壊形態、擬似カラー合成、相関色温度、リモートセンシング、地理情報、新潟県中越地震

〒278-8510 千葉県野田市新崎2641 東京理科大学理工学部土木工学科

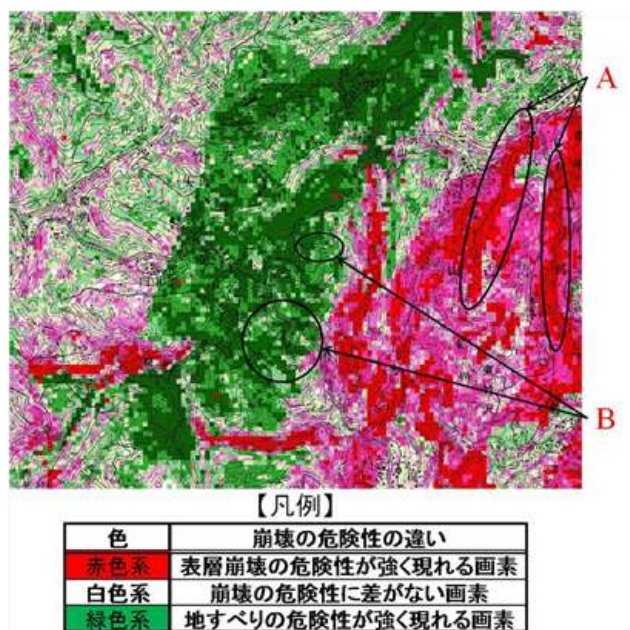


図-1 従来の差画像（表層崩壊 vs.地すべり）

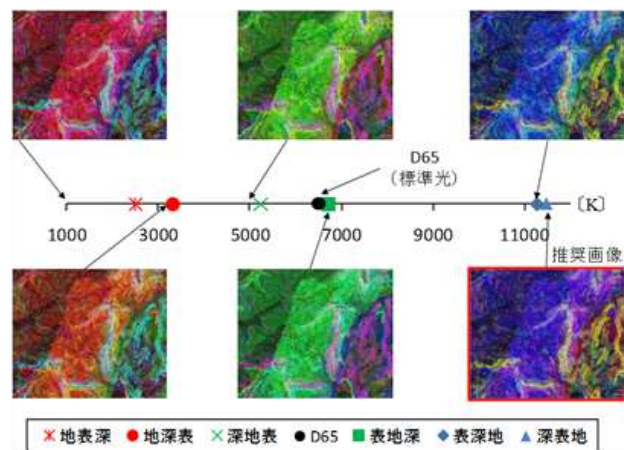


図-2 相関色温度の計算結果

従来の差画像である図-1内の領域 A を見ると、「表層崩壊」の危険性が強く現れている。一方、図-3の斜面崩壊形態広域推定図上では、「黄色系(赤と緑の中間色)」に発色している。つまり、崩壊形態として「表層崩壊と深層崩壊」の両方の危険性が高く、地すべりの危険性が低いと解釈できる。

また、図-1内の領域 B では、「地すべり」の危険性が強く現れている。一方、図-3の斜面崩壊形態広域推定図上では、「水色系(緑と青の中間色)」に発色している。つまり、崩壊形態として「表層崩壊と地すべり」の両方の危険性が高く、深層崩壊の危険性が低いと解釈できる。

このように、斜面崩壊形態広域推定図を用いれば、複数の崩壊形態別評価図間の関係を同時に分析できるといった利点がある。従来の差画像からではこのような分析は展開できない。本研究特徴はまさにこの点にある。

4. まとめ

本研究の内容は、以下の3点にまとめられる。

- ①「潜在危険斜面の斜面崩壊形態推定支援策」として、崩壊形態別評価図間の差分処理(一対比較)ではなく、むしろ合成処理

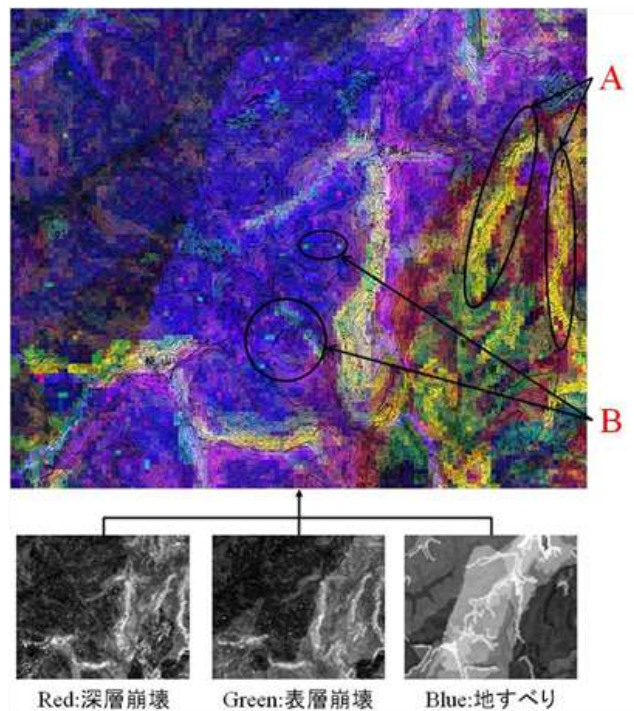


図-3 斜面崩壊形態広域推定図
(Red : 深層崩壊、Green : 表層崩壊、Blue : 地すべり)

表-1 一般解釈表

色相	崩壊の危険性			一般解釈
	崩壊形態a (Rプレーン)	崩壊形態b (Gプレーン)	崩壊形態c (Bプレーン)	
赤色系	強	弱	弱	崩壊形態aの危険性が強く現れる画素
黄色系	強	強	弱	崩壊形態a・bの危険性が強く現れる画素
緑色系	弱	強	弱	崩壊形態bの危険性が強く現れる画素
水色系	弱	強	強	崩壊形態b・cの危険性が強く現れる画素
青色系	弱	弱	強	崩壊形態cの危険性が強く現れる画素
紫色系	強	弱	強	崩壊形態a・cの危険性が強く現れる画素
白色系	強	強	強	崩壊形態a・b・c全ての危険性が強く現れる画素
黒色系	弱	弱	弱	崩壊形態a・b・c全ての危険性が弱く現れる画素

であることを指摘した上で、崩壊形態別評価図を擬似カラー合成し、これを「斜面崩壊形態広域推定図(図-3)」として提示した。

- ②相関色温度を用いて、崩壊形態別評価図をRGBカラープレーンに割り当て際の組み合わせ事象を決定する考え方を提示するとともに、崩壊形態別に潜在危険斜面を判読する上での視認性を向上できることを示した。

- ③斜面崩壊形態広域推定図とこれに対する一般解釈表(表-1)の内容を含めて、「潜在危険斜面の崩壊形態推定支援情報」として有用となることを示した。

今後の課題として、使用する評価モデルや素因の違いに伴う解の感度分析策として、本研究で提案した分析アルゴリズムが寄与できるか否かについて検討する予定にある。

参考文献

- 1) Kojima, H., Taguchi, Y., Nishimura, K and S. Obayashi: An inverse and compositional analysis of unobserved trigger factors according to slope failure types, Disaster Management and Human Health Risk, WIT Press, pp.297~308, 2009.9.
- 2) C.S. McCamy: Correlated Color Temperature as an Explicit Function of Chromaticity Coordinates, COLOR research and application. Vol.17, No.2, pp.142~144, 1992.