

局所的集中豪雨を誘因とする源頭部斜面崩壊・影響領域広域推定支援策

東京理科大学 理工学部土木工学科 フェロー会員 ○小島 尚人

東京理科大学 理工学部土木工学科 非会員 渡部 匠

東京理科大学 大学院土木工学専攻 学生員 関根 亮

1. はじめに

予期せぬ局所的集中豪雨を誘因として、同時多発的に発生する「源頭部斜面崩壊」が土砂流下領域に甚大な被害をもたらしている。同時多発型・源頭部斜面崩壊危険箇所評価問題は、重要検討課題に位置付けられる。各種地理情報とリモートセンシングデータを説明変量(素因)とし、既崩壊領域を目的変量(教師データ)とした多変量解析手法を中核とする「斜面崩壊危険箇所評価モデル」が広く知られている¹⁾。

源頭部斜面崩壊の周辺領域(以下、源頭崩壊周辺部)は、「斜面崩壊再発生」の可能性が高く、これらの土地の性状と類似する箇所(潜在危険斜面)を推定することが求められる。このことは、源頭部斜面崩壊の「影響領域・広域推定」問題に相当する。しかし、「源頭部既崩壊領域のみ」を教師データとする従来のモデル解では¹⁾²⁾、このような崩壊影響領域の分析支援には対応できない。

そこで、本研究では「源頭崩壊部、斜面中腹部、崩壊土砂堆積域」を「現状型教師データ」、「源頭崩壊周辺部(未崩壊地)」を「規範型教師データ」として設定するとともに、共分散構造分析法をベースとしたモデルを通して²⁾、それぞれ斜面崩壊危険箇所評価図を作成する。これらの違いを抽出した「差画像(源頭部斜面崩壊影響図)」を提示・比較するとともに、その解釈の内容を含めて、源頭部斜面崩壊・影響領域広域推定支援に寄与することを示す。

2. 本研究の前提条件

(1) 対象領域

2010年7月16日に集中豪雨に伴って、同時多発的に源頭部斜面崩壊が発生した広島県庄原市を評価対象領域(東西3.0km×南北3.0km)とした。今後も局所的集中豪雨に伴う「源頭部斜面崩壊再発生」に対する防災・減災対策が必要な地域である。

(2) 素因データ(説明変量)の準備

土地分類基本調査の成果図面をもとに「地形分類、土壌、表層地質」を数値化し、数値地形モデル(DTM: Digital Terrain Model)から「標高区分、傾斜区分、起伏量、斜面方位、谷密度」の計8種類を用意した。さらに、本研究ではGeoEye-1データから植生指標(NDVI)を作成し、素因とした。

多重線形共線性を排除するために、後述する4種類の教師データの設定ケースに対して素因間の相関係数を計算した。検討の結果、全てのケースについて「標高区分」と「土壌」、「土壌」と「表層地質」の間に高い相関が認められ、それぞれの組の内、偏相関係数の低い「土壌」と「表層地質」を説明変量から除外した。

(3) 教師データの設定ケース

図-1に源頭部斜面崩壊の断面を示す。源頭崩壊部を起点として土砂が流下することから、教師データの設定領

域として以下の4ケースを考える。

ケース1: 源頭崩壊部(現状型: 図-2、赤色画素)

ケース2: 斜面中腹部(現状型: 図-2、緑色画素)

ケース3: 崩壊土砂堆積域(現状型: 図-2、青色画素)

ケース4: 源頭崩壊周辺部(規範型: 図-2、黄色画素)

源頭崩壊部と土砂流下領域は、現状の崩壊状況に対応することから「現状型教師データ」とする。源頭崩壊周辺の未崩壊領域が「規範型教師データ」となる。土砂流下方向の違いに伴って図-2(a)に示すように3種類となる。

ケース1の源頭崩壊部(赤色画素)から土砂流下方向に1画素(30m/画素)ずつ設定したものがケース2とケース3となる(緑色と青色の画素)。ケース4が源頭崩壊周辺部で「規範型教師データ」となる(黄色画素)。設定した「現状型と規範型教師データ」の分布を図-2(b)に示す。

以上の4つのケースについて作成される斜面崩壊危険箇所評価図の違いを抽出した「差画像」が提案する「源頭部斜面崩壊影響図」となる。

3. 教師データ別・斜面崩壊危険箇所評価図の作成

(1) 教師データに対する的中率

共分散構造分析法を中核とした斜面崩壊危険箇所評価モデルをベースとし²⁾、上記4ケースの教師データと前述した素因データを入力データとして画像単位で評価値を計算する。推定値が高い画素から順に並べ替えた後の上位X%の画素のうち、教師データに該当する画素の数を数え、教師データの総

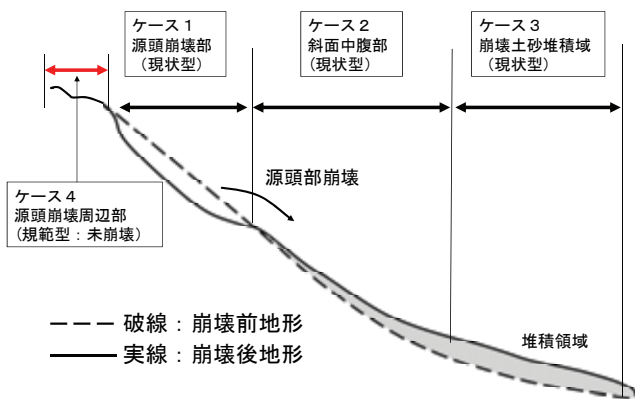


図-1 教師データの設定ケース：源頭部崩壊斜面の断面図

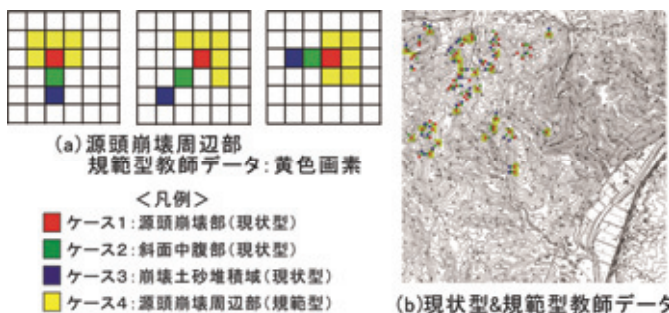


図-2 現状型&規範型教師データ

キーワード：源頭部斜面崩壊、教師データ、庄原豪雨、共分散構造分析、地理情報、衛星リモートセンシングデータ

〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学 理工学部 土木工学科

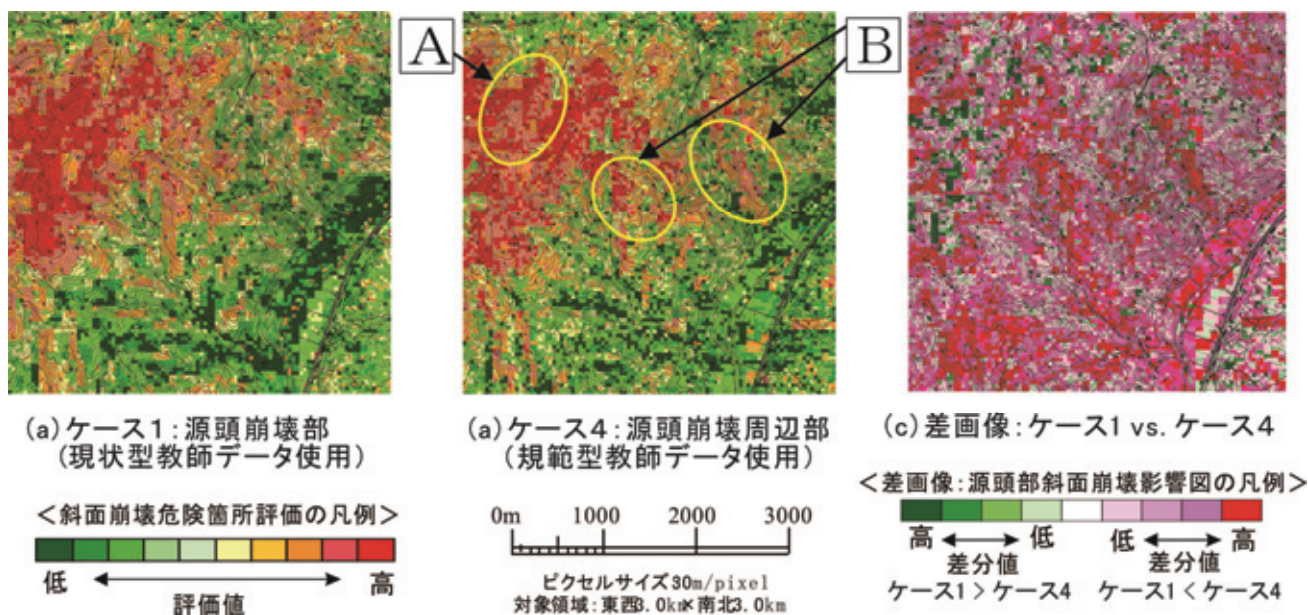


図-4 斜面崩壊危険箇所評価図と差画像(源頭部崩壊影響図：提案)の一例

数に対する割合が的中率となる。図-3 がその結果である。全てのケースにおいて、評価値上位 20% での中率が 75% 以上を示しており、教師データに対するモデルの評価精度が保証される¹⁾。

(2) 教師データ別・斜面崩壊危険箇所評価図

本研究では、共分散構造分析法を通して計算される斜面崩壊危険箇所評価値を画素単位で計算し¹⁾、10段階にランク分けして「斜面崩壊危険箇所評価図」を作成した。図-4(a)、(b)がそれぞれケース1とケース4の斜面崩壊危険箇所評価図に対応する。赤色系の画素は、教師データの土地性状と類似性が高い箇所(崩壊危険性大)、緑色系の画素は、類似性が小さい箇所となる(崩壊危険性小)。図上で指示した A の領域を見ると、ケース4に比べてケース1の評価値が小さくなっている箇所がある。源頭崩壊周辺部・教師領域の土地性状が反映された結果である。B の領域では、ケース1に比べてケース4の評価値が高くなっている。これらのことから、源頭崩壊周辺部の土地の性状と類似する箇所を顕在化できることが判る。

4. 源頭部斜面崩壊影響図(差画像)の提案

このような斜面崩壊危険箇所評価図間の違いを図化すれば、「源頭部斜面崩壊影響図」として提示できる。その一例が図-4(c)となる。ケース1とケース4の評価値の差分をとったものである。源頭部崩壊影響図上の差分値の大小関係に基づいて以下のような「安全側・危険側評価」が可能となる。

a) 安全型評価領域：評価値が「ケース1 < ケース4」であり、源頭崩壊周辺部の教師データを使用した場合に「評価値が大きい」画素となる。図-4(c)上では赤色系の画素である。

源頭崩壊周辺部の教師データ(ケース4)を用いた場合に評価値が高くなったことから、今後の源頭部崩壊の影響を受ける潜在危険斜面となる。ケース1の評価図を基準としてみると、危険箇所の見落としが少なくなることから「安全側評価領域」と解釈できる。

b) 危険側評価領域：評価値が「ケース1 > ケース4」であり、源頭周辺部の教師データを使用した場合に「評価値が小さい」画素となる。図-4(c)上では緑色系の画素である。源頭崩壊周辺部の教師データ(ケース4)を用いた場合に評価値が小さく

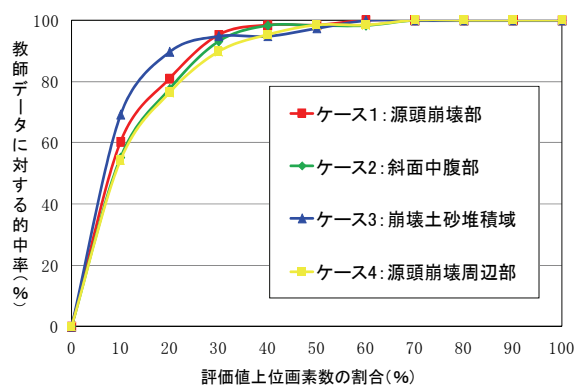


図-3 教師データに対する的中率

ったことから、ケース1の評価図を基準としてみると、「危険側評価領域」となる。

以上の解釈は、ケース1とケース4の斜面崩壊危険箇所評価図の違いをとることによってはじめて可能となる。源頭部斜面崩壊影響領域の広域分析支援情報として有用となる。なお、ケース1～ケース4の評価図間の全ての対比較結果は、紙面の都合上、口頭発表時に紹介する。

5. まとめ

本研究の内容は、以下の2項目にまとめられる。

a) 源頭部崩壊地のみを教師データとする評価モデルの限界を指摘した上で、「源頭崩壊周辺部」を「規範型教師データ」として設定することを提案した。

b) 教師データ別(図-2)に共分散構造分析法をとって斜面崩壊危険箇所評価図を作成した。これらの違いを表示した差画像を「源頭部斜面崩壊影響図」として提示し、「崩壊安全側・危険側評価」が展開できることを示した。

「源頭部崩壊に関わる誘因逆推定問題²⁾」に対して、規範型教師データの適用性を検討することが今後の課題となる。

参考文献 1) Chung, C.F. and Fabbri, A.G.: Probabilistic prediction models for landslide hazard mapping, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol.65, No.12, pp.1389~1399, 1999.

2) Kojima, H. and Obayashi, S.: An inverse analysis of unobserved trigger factor for slope stability evaluation, *Computers & Geosciences*, Vol.32, Issue 8, pp.1069-1078, 2006.