

庄原豪雨に伴う源頭部斜面崩壊を対象とした誘因広域逆推定の試み

東京理科大学工学部土木工学科	正会員	小島 尚人
東京理科大学大学院土木工学専攻	学生会員	○ 関根 亮
東京理科大学大学院土木工学専攻	学生会員	吉田 智也
東京理科大学大学院土木工学専攻	学生会員	野崎 亮

(現：東京都庁)

1. はじめに

斜面崩壊を引き起こす「誘因」を広域にわたって推定することを目的として、国内外で多くの研究が展開されている。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、既崩壊地を目的変量(教師データ)とした多変量解析手法が知られている。

これらのモデルの特徴は、既崩壊地の土地性状と類似する箇所を広域に推定・分析できる点にある¹⁾。源頭部斜面崩壊の場合、崩壊土砂が泥流化して流下するため、「土砂流下履歴箇所と土地性状が類似する斜面」も潜在危険斜面として特定する必要がある。しかし、既崩壊地を教師データとする従来の分析手法では、こうした要求に対応できない。

そこで、本研究では、源頭部斜面崩壊に対する誘因逆推定支援を目的として、教師データの設定方法について検討する。さらに、教師データ別に作成される誘因逆推定値の差分を抽出して感度分析図を作成することによって、潜在危険斜面を顕在化するとともに、教師データの設定方法が有用であることを示す。

2. 対象領域と素因データ(説明変量)の準備

(1) 対象領域

本研究では、2011年7月16日に発生した集中豪雨に伴い、源頭部斜面崩壊が発生した広島県庄原市²⁾を評価対象領域(東西3.0km×南北3.0km)として選定した。

(2) 素因データ(説明変量)の準備

土地分類基本調査図の成果図面を数値化した土地分類図(表層地質、地形分類、土壌)と数値地形モデル(DTM: Digital Terrain Model)から作成される数値地理データ(標高区分、傾斜区分、斜面方位、起伏量、水系・谷密度)を用意する。さらに、本研究では、GeoEye-1データから植生指標図を作成し、素因として加えた。

3. 教師データ(目的変量)設定の考え方

図-1に教師データ設定の考え方を示す。源頭部を起点として崩壊した土砂が流下したことから、前述したとおり、源頭部崩壊後の崩壊土砂流下履歴箇所と土地性状が類似する潜在危険斜面の推定支援が検討課題の一つとなる。そこで、本研究では、教師データの設定方法として以下の3ケースを定義した上で、誘因逆推定図間の違いを分析することとした。

- Case1: 源頭部(現状型)
 - Case2: 源頭部～斜面中腹部(規範型)
 - Case3: 源頭部～崩壊土砂堆積域(規範型)
- Case1は、源頭部斜面崩壊発生箇所を教師データとする

ものである。源頭部斜面崩壊に関わる現状の土地性状を分析する上での基準となることから「現状型教師データ」と定義する。

Case2,3は、土地性状を説明するための目的変量として、本研究では「規範型教師データ」と定義した。

斜面中腹部、崩壊土砂堆積域では、巻き込み崩壊もあるが、崩壊土砂が覆い被さりつつ流下し、崩壊そのものは発生していない箇所もあることから、Case1～3の誘因逆推定図を比較することは、土砂流下履歴箇所の土地性状分析にもつながる。

4. 教師データ別・誘因逆推定図の作成

(1) 教師データに対する的中率(モデルの成立条件)

共分散構造分析法を中核とした誘因広域逆推定モデル(TFI Model: Trigger Factor Inverse analysis model)をベースとし¹⁾、教師データを「潜在変数」、素因データを「観測変数」として、画素単位で誘因逆推定値を計算する。

推定値が高い画素から順に並べかえた後の上位*i*%の画素のうち、教師データに該当する画素の数を数え、教師データの総数に対する割合が的中率となる。図-2に

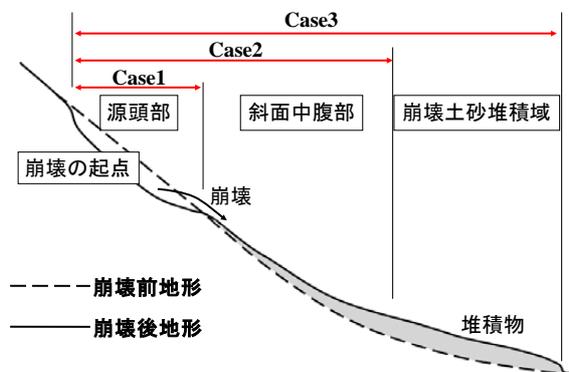


図-1 教師データ設定の考え方

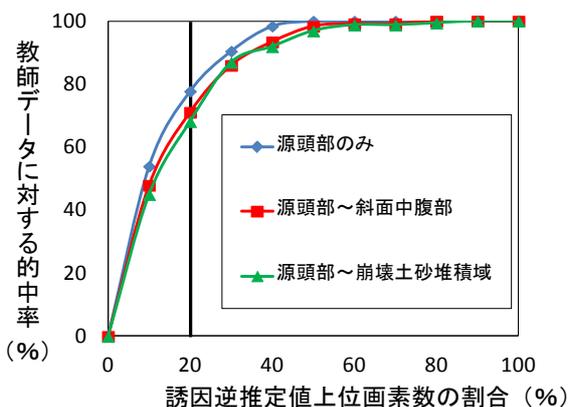


図-2 教師データに対する的中率曲線

キーワード：源頭部斜面崩壊、庄原豪雨、誘因広域逆推定、共分散構造分析法、地理情報、リモートセンシング
〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学工学部土木工学科

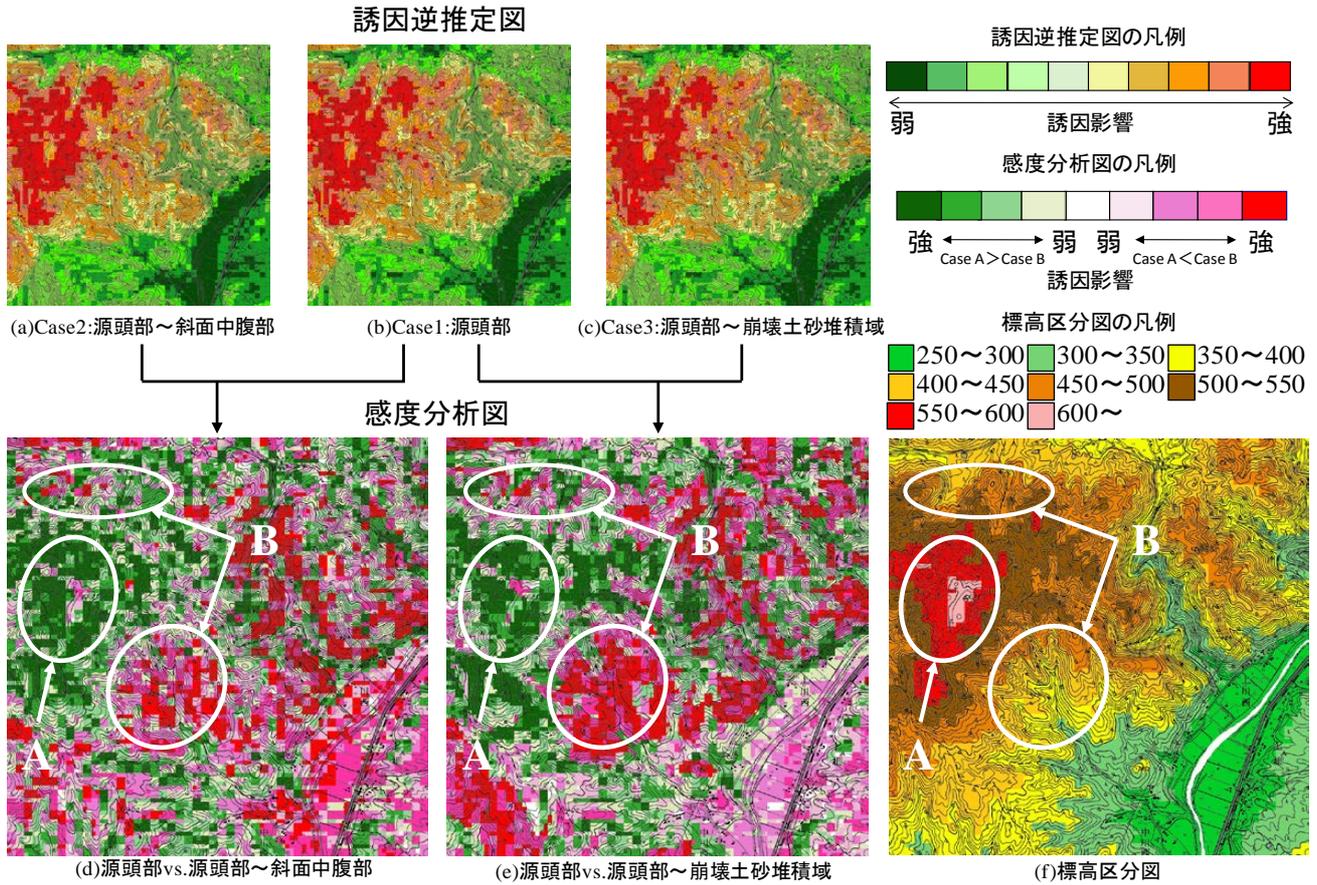


図-3 教師データ別・誘因逆推定図と感度分析図 注) 標高区分図との比較

その結果である「的中率曲線」を示した。全ての検討ケースで、評価値上位 30%の画素での中率は 80%前後となっており、モデルの成立条件（必要条件）が満たされていると判断できる。

(2) 感度分析図の作成とその解釈

図-3(a)~(c)に教師データ別に画像化した「誘因逆推定図」を示す。誘因逆推定図は、赤色系の画素では誘因影響が強く、緑色系の画素では誘因影響が弱いと解釈できる。現状型教師データに斜面中腹部と崩壊土砂堆積域を加えることによって、誘因影響の強い箇所が裾野方向に広がっていく傾向にある。検討ケース毎に誘因影響の強い箇所が異なることが判る。本研究では、誘因逆推定図間の違いを分析することを目的として、誘因逆推定値の差分を抽出し、「感度分析図」を作成した。感度分析図は、以下の3つのグループに分けて解釈できる。

- i) 緑色系:「崩壊形態 A に関わる誘因影響が強い画素」
- ii) 白色系:「崩壊形態 A, B の誘因影響に差がない画素」
- iii) 赤色系:「崩壊形態 B に関する誘因影響が強い画素」

図-3(d)~(f)に「源頭部 vs. 斜面中腹部」、「源頭部 vs. 崩壊土砂堆積域」の感度分析図と「標高区分図」を示した。図-3から、以下のことが考察できる。

- ① 図-3(a)~(c)を比較すると、誘因影響の強い領域が裾野方向に向かって広がっている。このことから、土砂の流出方向を予測できると言える
- ② 図-3(d)~(f)の領域 A, B に注目すると、領域 A のような標高の高い領域において「源頭部」の誘因影響が強い。領域 B のような標高の低い領域では、「斜面中

腹部と崩壊土砂堆積域」の誘因影響が強い。教師データに「斜面中腹部と崩壊土砂堆積域」を加えたことによってこのような結果が得られたと言える。教師データ別の土地性状が反映された結果であり、本研究で提案した教師データ設定方法(図-1)が適用できると言える。

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～斜面中腹部～崩壊土砂堆積域」にわたって教師データを設定する考え方を提示した。教師データ別・誘因逆推定図を作成・分析した結果、教師データの違いが誘因逆推定図上に現れることが判った。この結果のもとに、教師データの設定方法(図-1)が利用できることを示した。
- (b) 教師データ別・誘因逆推定図間の違いを明確にするために感度分析図を作成した。この感度分析図を用いれば、源頭部、斜面中腹部、崩壊土砂堆積域の土地性状の違いが分析できることを示した。

本研究の教師データの設定方法と感度分析図作成までの一連の分析アルゴリズムは、源頭部崩壊を対象とした潜在危険斜面の推定支援策の一つとして寄与できると考えている。

謝辞: 本研究は、平成24年度文部科学省科学研究費・挑戦的萌芽研究(研究代表者: 小島尚人、課題番号: 24651209)のうちの一課題として進めたものである。関係各位に記して謝意を表します。

参考文献

1) 田口靖朋, 小島尚人: 斜面崩壊に関わる異種誘因広域逆推定アルゴリズムの一提案, 土木学会論文集 F, Vol.68, No.4, pp.542~554, 2009年12月.
 2) 西真佐人, 林真一郎, 山越隆雄, 清水武志: 2010年7月16日の梅雨前線豪雨により広島県庄原市で発生した土砂災害, 土木技術資料, Vol.52, No.9, pp.6~7, 2010年9月.