

岩手・宮城内陸地震に伴う大規模地すべりに関わる誘因広域逆分解推定について

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 ○西村 刀
 東京理科大学理工学部土木工学科 非会員 川久保宏則
 (現：千葉県職員)

東京理科大学大学院土木工学専攻 学生員 田口 靖朋
 (現：㈱オリエンタルコンサルタンツ)

1. はじめに

平成20年6月14日に発生した岩手・宮城内陸地震は、様々な形態の斜面崩壊が発生し、特に、「荒砥沢ダム北方の地すべり」は未曾有の大規模地すべりに位置付けられている。今後も地震発生に伴い、規模の大小を問わず、地すべり発生の可能性があり、このような地域において崩壊懸念箇所の推定を実施することは、2次災害対策計画を策定する上でも重要な対応の一つになる。

岩手・宮城内陸地震は、異種誘因に伴う崩壊発生が懸念されており、降雨や地下水位の影響等、主誘因以外のいわゆる第2誘因の影響を考慮する必要がある。特に「荒砥沢ダム北方の地すべり」は深層部の液状化が地すべり発生要因の一つとなっているとの報告もある。本評価対象領域において、地すべり発生を誘発する誘因は、地震のみならず、様々な誘因を推定することが求められる。このことは、モデルを構築する上で、まさに広域にわたって誘因を「逆分解推定」することに相当する。

そこで、本研究では主誘因だけでなく、異種誘因の影響も考慮に入れた誘因逆分解推定モデルを構築する¹⁾。モデル解としての誘因逆分解推定精度について検討するとともに、誘因逆推定結果の活用方法を提示する。

2. 本研究の前提条件

(1) 対象領域

本研究では、2008年6月14日に発生した岩手・宮城内陸地震に伴って、荒砥沢ダム北方に未曾有の大規模地すべりが発生した宮城県栗原市を評価対象領域（東西5.4km×南北5.4km）として選定した。この大規模地すべり地帯は複数誘因の影響による崩壊が懸念されており、誘因広域逆分解推定を実施することは有意義であるとされている。

(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数値化した土地分類図（地形分類、土壌、表層地質）と数値地形モデル（DTM：Digital Terrain Model）からコンピュータ処理をとおして作成される数値地理データ（標高区分、傾斜区分、起伏量、斜面方位、谷密度）を用意する。さらに、本研究ではALOSデータから植生指標を作成し、素因として加え、説明変量として整備した。これらの素因は、土地に内在する潜在的な

因子であり、誘因広域逆分解推定を進める上で基本となるものである。

(3) 検討ケースの設定

検討ケースとして、本評価対象領域において防災対策支援を目的として「斜面崩壊、地すべり、斜面崩壊+断層、地すべり+断層」を設定した。

3. 誘因広域逆分解推定結果の精度分析

(1) 的中率の定義（モデルの成立条件）

崩壊形態別に教師データに対する評価精度を分析する。本研究では、式(1)に基づいて、教師データに対する的中率 $S(i)$ を計算する。

$$S(i) = \frac{T(i)}{T_{all}} \times 100 \quad (\%) \quad (1)$$

ここに $T(i)$ ：誘因逆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数

T_{all} ：教師データ総画素数

横軸 $i = 10\%, 20\%, 30\% \cdots$ とし、これに対応する $S(i)$ を縦軸にとってグラフ化したものが図-1である。本研究では、これを「的中率曲線」と呼ぶこととする。

(2) 主誘因・第2誘因設定の方法

本研究では、岩手・宮城内陸地震に伴い発生した崩壊箇所を教師データとして設定した。したがって、上位に位置する的中率曲線は第1誘因（主誘因：地震）に対応づけられる。一方、下位に位置する的中率曲線は第2誘因となり、

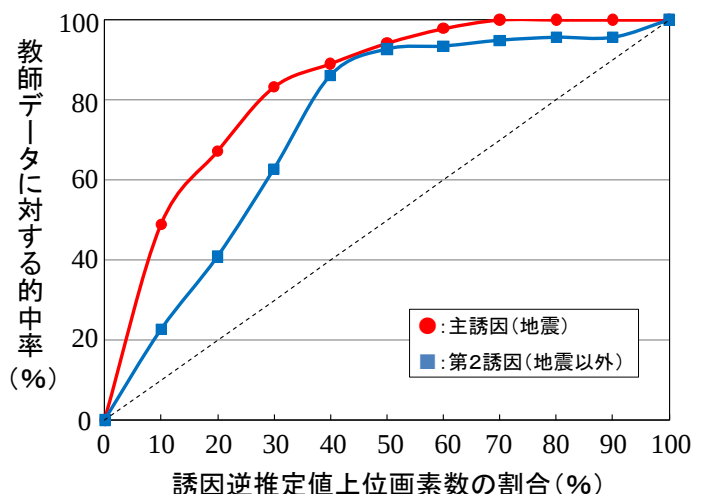


図-1 地すべりにおける的中率曲線

キーワード：誘因広域逆分解推定、岩手・宮城内陸地震、大規模地すべり、異種誘因、素因

〒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
 Tel: 04-7124-1501

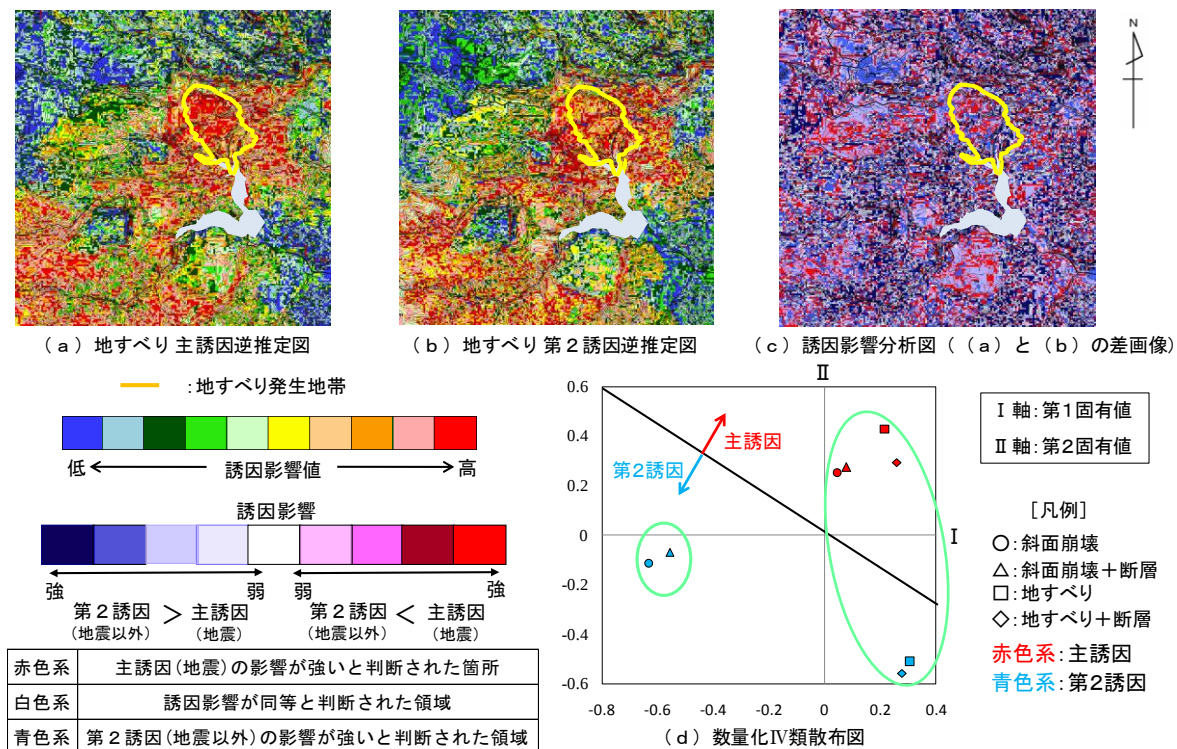


図-2 誘因逆推定図と差画像

地下水位、風化等の未知の誘因とみなすことができる。

(3) 誘因広域逆分解推定結果の精度分析

図-1より、地すべりにおいて、教師データに対する的中率は、主誘因、第2誘因共に上位に位置していることから、教師データに対する判別精度が保証されていることが判る。主誘因、第2誘因共に精度が保証されたことにより、地すべりは異種誘因の影響を受けることが示された(他の検討ケースは口頭発表時)。

4. 大規模地すべりに関わる誘因広域逆分解推定

(1) 誘因広域逆推定図の作成

誘因逆推定図とその凡例を図-2(a), (b)に示す。この誘因逆推定図では、誘因逆推定値を10段階にランク分けしている。誘因逆推定図において、赤色系の画素は誘因逆推定値が高く、青色系の画素は誘因逆推定値が低いことを意味する。

(2) 誘因影響分析図の作成とその解釈

誘因逆推定図間の違いを抽出した「誘因影響分析図」を作成し、「一般解釈表」を併用して誘因影響分析を実施した。誘因影響分析図とその凡例を図-2(c)に示す。分析の結果、地すべりにおける異種誘因の違いに着目してみると、荒砥沢ダム北部の大規模地すべり発生地帯では、北側では主誘因(地震)、南側では第2誘因(地震以外)の影響を強く受けることが判る。「誘因影響分析図」は、主誘因(第1誘因)影響懸念領域と第2誘因影響懸念領域の違いを広域に渡って分析できる。

(3) 数量化Ⅳ類を用いた非類似性分析

誘因影響分析図の定量的解釈を実施するために、数量化Ⅳ類散布図を用いて誘因間の非類似性分析を実施した。数量化Ⅳ類散布図の第2軸(第2固有値)に着目すると、主誘因は正の値、第2誘因は負の値にプロットされている。

このことは、岩手・宮城内陸地域において誘因逆分解推定が可能であることを示唆している。さらに、散布図上において斜面崩壊、斜面崩壊+断層における第2誘因が他の誘因と離れて分布していることは興味深い結果であると言える。これらの誘因は、的中率曲線において精度が低かったことから崩壊に寄与しない誘因と判断される。以上のことから、数量化Ⅳ類散布図より崩壊に寄与する誘因、寄与しない誘因を定量的に示すことができた。

5. まとめ

本研究の内容は、以下の3点にまとめられる。

- 的中率曲線より、地すべりにおいて主誘因、第2誘因共に教師データに対する信頼性が保証された。これにより、地すべりにおいて第2誘因の影響も考慮に入れた防災対策を実施する必要性が示された。
- 誘因逆推定図上の違いを抽出した誘因影響分析図と一般解釈表を提示した。「誘因影響分析図」は、「誘因逆推定図」のみでは分析が困難な主誘因(第1誘因)影響懸念領域と第2誘因影響懸念領域の違いを広域に渡って分析できることを示した。
- 数量化Ⅳ類散布図を用いて誘因影響分析図の定量的解釈を実施した。崩壊形態、異種誘因の違いを定量的に分析する上で有用な技術者支援情報となることを示した。

今後の課題として、第3誘因分解まで考慮したパスモデルの検討と、異種誘因の相関を考慮に入れた誘因広域逆分解推定を考えている。

参考文献

- Hirohito Kojima, Shigeyuki Obayashi: An inverse and decomposition analysis of unobserved trigger factors according to slope failure type s, Hirohito Kojima, Yasutomo Taguchi, Katana Nishimura and Shigeyuki Obayashi, Disaster Management and Human Health Risk, WIT Press, p.297-308, 2009.9