

地盤液状化二次発生危険箇所評価を目的とした教師データの感度分析

東京理科大学理工学部 正会員 小島 尚人
東京理科大学理工学研究科 学生員 福留 朋之
東京理科大学理工学研究科 学生員 三好 崇之

1. はじめに

地盤液状化問題では、「点(垂直方向)」と「面(広域)」の両面から議論することが基本要件となる。筆者らは、後者の「面評価」の範囲において、衛星データを導入した地盤液状化危険箇所評価モデルの構築に取り組んでいる¹⁾。このモデルでは、各種地理情報と衛星データ(以下、素因)を説明変量とし、液状化発生箇所を「教師データ(判別基準)」として、これと土地の性状が類似する箇所を推定することが基本となっている。さらに、地震後に観測された衛星データを用いて液状化の二次発生を評価するといった研究が見逃されていることを指摘した上で、「液状化二次発生危険箇所評価図」作成の可能性についても検討を進めている²⁾。

新潟県中越地震に代表される巨大地震の直後には広域にわたって液状化が発生することは言うまでもなく、しかも微地形地帯(旧河道等)や埋立地、自然堤防、水田地帯等、液状化発生箇所の土地の性状は様々である³⁾。これら初期教師データの違いに伴うモデル解への影響問題については、今後の課題として残されていた。

そこで、本研究では液状化二次発生危険箇所評価支援を目的として、「教師データの感度分析」を試みるとともに、分析アルゴリズムの一つとして寄与することを示す。

2. 本研究の前提条件

(1) 対象領域

本研究では、新潟県長岡市を対象領域とした。この地域では、新幹線脱線箇所付近においても小規模な液状化が確認されている。本研究において、評価対象領域の中央付近を南北に流れる信濃川を挟んで左側の地域を「左岸側」、右側の地域を「右岸側」と呼ぶこととする。

(2) 素因データの準備

土地分類基本調査の成果図面を数値化した土地分類図として「地形分類、土壌、表層地質」といった3種類の因子と、数値地形モデル(DTM: Digital Terrain Model)からコンピュータ処理を介して作成される数値地理データとして「標高、傾斜区分、起伏量、斜面方位、谷密度」といった5因子を用意する。さらに、地震後に観測された高解像度衛星データのバンド3、4から植生指標を作成し、一因子として追加する。これらの素因は、土地に内在する潜在的な因子であり、液状化危険箇所評価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

液状化発生領域の土地の性状は、前述したとおり、様々である。そこで、本研究では教師データの感度分析(土地の性

状分析)の可能性を検討する上で、以下の2種類の教師データを利用することとした。

左岸側教師データ

右岸側教師データ

液状化発生領域のうち、比較的規模が大きい箇所を教師領域として選定した³⁾。

3. 液状化危険箇所評価モデル

(1) パス図

図-1に本研究で使用するパス図を示す¹⁾。パス図は誘因(潜在変数: 未観測変量)が素因(観測変量)に影響を及ぼして、液状化が発生するという自然な考え方に基づいている。

本研究では、地震に伴って液状化が発生した領域を教師データとしていることから、主たる誘因は「地震」となる。

(2) 適合度検定

本研究で用いたパスモデルの適合性を示すためにモデル適合度を検証する。この検証においては、共分散構造分析法において一般に利用されている「GFI、AGFI、RMSEA」といった3つの評価指標を用いる。2つの検討ケースとも、GFI、AGFIはともに0.9以上、RMSEAは0.1以下の値を示した。これにより、本研究で用いたパスモデルは適合性が保証された(口頭発表時に報告)。

4. 液状化二次発生危険箇所評価

(1) 液状化二次発生危険箇所評価図

図-2に検討ケース毎に作成した液状化二次発生危険箇所評価図とその凡例を示す。この評価図上では、評価値を10段階にランク分けしている。赤色系の画素は、液状化危険箇所としての評価値(教師データとの類似性)が高く、黄色系の画素は評価値が低いことを意味する。図-2(a)と(b)に

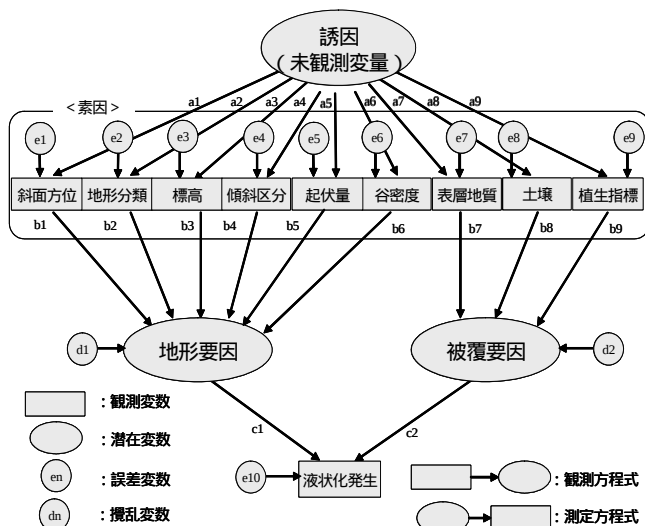


図-1 パス図

キーワード：液状化二次発生、教師データ、感度分析、ハザードマップ、衛星データ、新潟県中越地震、共分散構造分析法、誘因

〒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

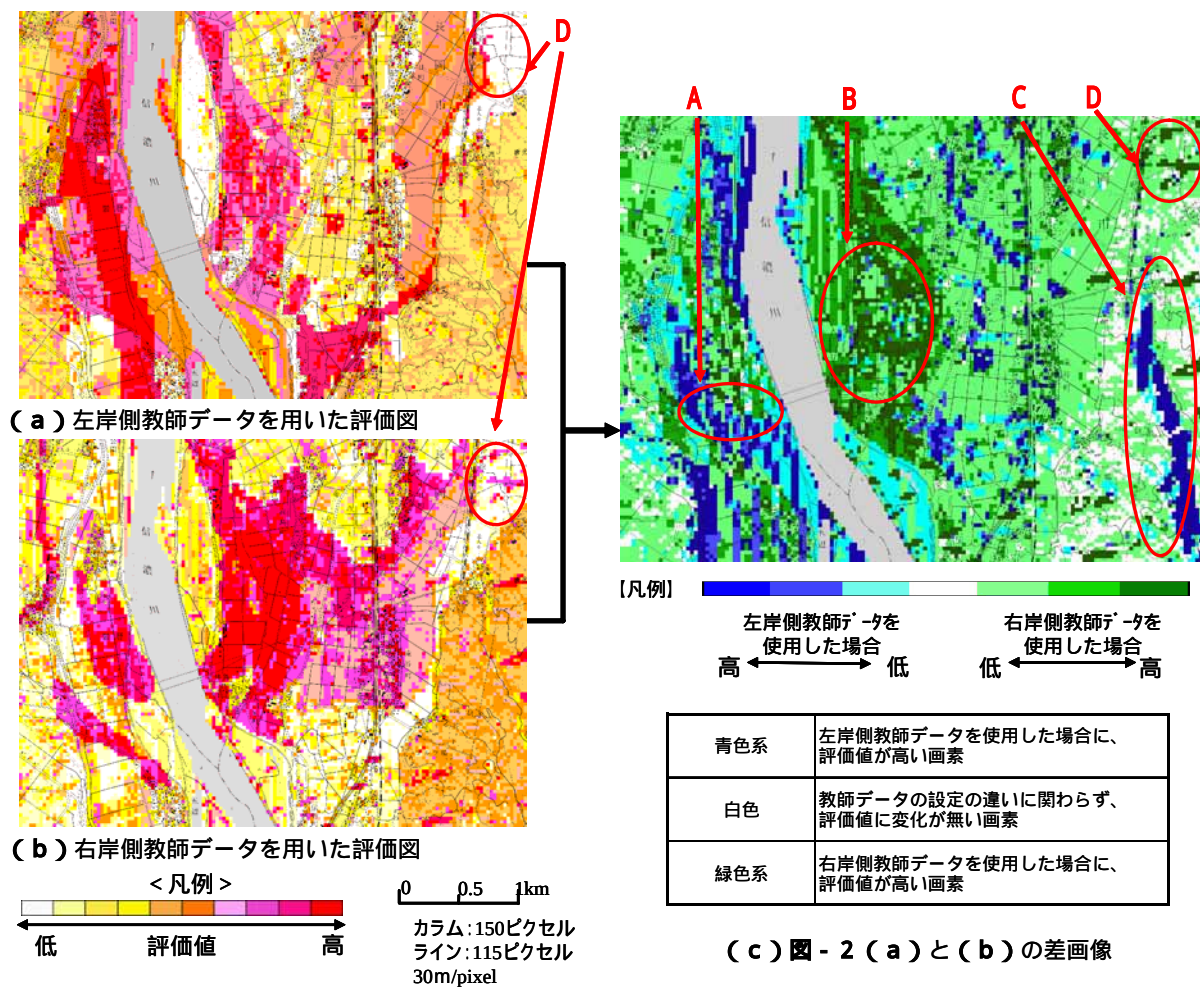


図 - 2 液状化二次発生危険箇所評価図と差画像

示した液状化危険箇所評価図を比較すると、教師データ(左岸側、右岸側)の違いに伴う評価値の違いが顕在化しており、液状化危険箇所評価における教師データの感度分析が可能であることが判る。

(2) 差画像の作成と解釈

前述した液状化危険箇所評価図の上の違いを明確にするために、画素単位で評価値の差を計算し、「差画像」を作成する。この差画像とその解釈表を図 - 2(c)に示す。青色系、緑色系の画素は、それぞれ左岸側および右岸側教師領域の土地の性状と類似していることを示している。この差画像から、以下の3点が読み取れる。

差画像上のA、B領域を見ると、水田区画内における緑色系と青色系画素の分布の違いから、右岸側と左岸側の土地の性状に関する非類似性分析が展開できることが判る。

差画像上のC領域は青色系を呈しており、この領域は緩やかな傾斜面の緩急線に相当する。左岸側教師領域の土地の性状と類似していると判断でき、液状化二次発生危険箇所として新たな注意領域となる。

差画像上のD領域は、緑色系を呈しており、この領域は「新幹線脱線箇所」でもある。右岸側教師領域と土地の性状が類似しており、新幹線沿線で同様に緑色系を呈する領域は注意すべき箇所となる。

以上の分析から、モデル解の範囲ではあるが、差画像を

介して、広域にわたる液状化二次発生危険箇所に関わる土地の性状分析が展開(教師データの感度分析)でき、技術者支援策の一つとして寄与できるのではないかと考えている。

5. まとめ

本研究の内容は、以下の2点にまとめられる。

土地の性状が異なる教師データ(左岸側、右岸側)から「液状化二次発生危険箇所評価図」を作成した。

これらの評価図上の違いを抽出した「差画像」を成果図として提示するとともに、液状化二次発生危険箇所評価問題における技術者支援情報の一つとして役立つことを示した。

今後の課題として、図 - 1に示した誘因(未観測変量)の影響分析問題(逆推定)に取り組む予定にある。巨大地震が多発している昨今、二次災害対策とハザードマップのあり方について再考する時期にきている。本研究の内容がこの方面の問題提起の一つともなれば幸いである。

- 参考文献:1)小島尚人、大林成行:衛星SARデータを適用した液状化誘因逆推定アルゴリズムの一提案、日本リモートセンシング学会誌、Vol.26、No.1、pp.9~22、2006年1月。
- 2)小島尚人、大林成行、福留朋之、國友有希乃:地震後に観測された高解像度衛星データを用いた液状化二次発生危険箇所評価、土木学会第61回年次学術講演会講演概要集、第4部門、pp.327~328、2006年9月。
- 3)若松加寿江、吉田望、規矩大義:2004年新潟県中越地震による液状化現象と液状化発生地点の地形・地盤特性、土木学会論文集、Vol.62、No.2、pp.263~276、2006年4月。