

既往地震による液状化発生エリアの定量的要因分析

中部大学工学部 正 山田 公夫 中部大学工学部 正 杉井 俊夫
名古屋道路エンジニア(株) 正 田中 昌之 中部大学大学院 学○西尾 匡弘

1. はじめに

著者らは、大都市域の沖積地盤地帯のような広域に対して、液状化の一次判定や危険度マップの作成に利用できる液状化モデルの構築をめざしている。本研究は、関東地震（1923，M=7.9）による東京低地の液状化発生地区に対して、地形分類や土質調査結果など液状化の発生・非発生に関係する要因を用いて、対象地域を 500m 四方のメッシュに分割し、メッシュ単位で液状化の発生面積を定量的に分析した結果について述べたものである。この分析のために、関東地震時の液状化発生地区¹⁾²⁾や当該地域の土地条件図³⁾の地形分類を GIS 上にデータベース化した。

2. 研究対象地域

研究対象とした地域は図・1に示した範囲で、国土地理院発行の土地条件図の図名で言う「東京西北部」、「東京西南部」、「東京東北部」と「東京東南部」の4地域である。この4地域を 500m 四方のメッシュに分割し、各メッシュに含まれる各種地形の面積と液状化発生面積を求めた。さらに、東京の地盤資料⁴⁾を用いて、メッシュ単位でボーリング調査結果の有無を調べ、ボーリングデータが複数あるメッシュでは代表的なものを1つ選び、そのメッシュの代表地盤とした。これらの作業にもとづいて、メッシュ全体が水部あるいは洪積地盤で構成されている場合、またはボーリング調査結果が無いメッシュは研究対象外とした。さらに、関東地震当時は陸地化されていなかった地区も対象外とした。その結果、研究対象となったメッシュは図・1にグレーで色を付けた箇所、全部で 483 メッシュとなった。

3. 分析に用いた要因と分析方法

土地条件図に記載されている地形分類を表・1に示す。分析に用いる要因数を減らすために、表・1の地形分類をクラスター分析によって、類似したいくつかのグループに編成することを試みた。その結果、図・2に示した赤の横線で切断された下で接続している地形群を1つのクラスターとしてグループ化した。これによって、表・1の地形分類は表・3の番号1～8までの説明要因としてまとめられた。なお、表・3の地形要因は分析対象とした 483 メッシュに含まれている地形のみである。分析では、これらの地形が各メッシュで占める面積を説明要因とした。つぎに、沖積層を対象として、ボーリング調査資料より地盤の平均N値、飽和砂層の合計厚、粘土・シルト層の合計厚、沖積層厚ならびに地下水位の深さを説明要因とした。

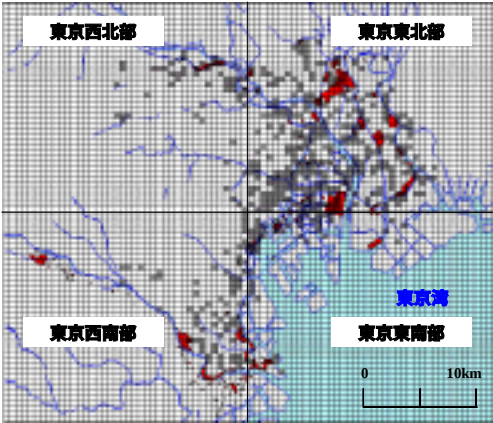


図1 研究対象地域

表1 地形分類

1 斜面	13 盛土地	25 海岸平野 三角州
2 高位面	14 埋土地	26 後背低地
3 上位面	15 干拓地	27 旧河道
4 中位面	16 凹陥地	28 海
5 下位面	17 扇状地	29 河川
6 低位面	18 緩扇状地	30 湖水
7 麓斜面	19 自然堤防	31 天井川の部分
8 崖線	20 砂丘	32 高水敷
9 土石流堆	21 砂礫堆 砂礫州	33 低水敷 浜
10 平坦化地	22 天井川沿いの微高地	34 界線
11 農耕平坦化地	23 凹地 浅い谷	
12 高い盛土地	24 谷底平野 氾濫平野	分析対象外地形

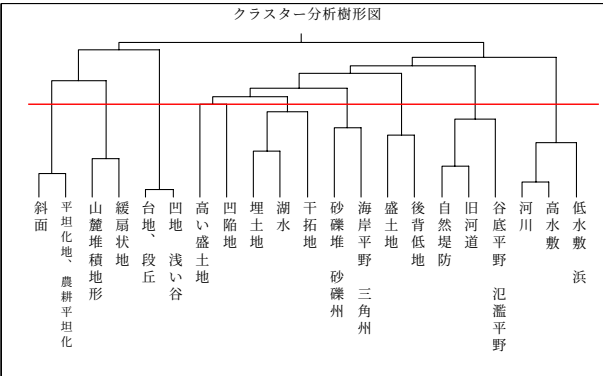


図2 クラスター分析の樹形図

表3 説明要因

1 斜面、平坦化地、農耕平坦化地	9 地下水位
2 台地、段丘、凹地 浅い谷	10 飽和砂層の合計厚
3 高い盛土地	11 粘土・シルト層の合計厚
4 埋土地、湖水、干拓地	12 沖積層厚
5 砂礫堆 砂礫州、海岸平野 三角州	13 平均N値
6 盛土地、後背低地	14 平均標高
7 自然堤防、旧河道、谷底平野 氾濫平野	15 震源域の縁からの距離 (km)
8 河川、高水敷、低水敷 浜	

キーワード：液状化、地理情報システム、重回帰分析、関東地震
連絡先：〒487-8501 春日井市松本町 1200 中部大学工学部土木工学科 TEL0568-51-1111 FAX0568-51-3833

これらは表・3の要因番号9～13に示されている。さらに、国土数値データより求めた各メッシュの標高の平均と関東地震の想定震源域の東京寄りの縁から各メッシュの中央点までの距離を説明変数とした。以上、表・3に示した15要因を説明変数とし、各メッシュの液状化面積を目的変数として、重回帰分析を行った。

4. 分析結果と考察

重回帰分析より得られた分析モデルを表・4に示す。このモデルにはt検定で信頼度95%を満足する要因のみが取り上げられている。表中の各説明変数において、偏回帰係数の符号がプラスの場合は、その要因が液状化を発生させる側に、マイナスの場合は液状化を抑制する側に働くことを意味する。また、標準偏回帰係数は目的変数に対する説明変数の影響力の大きさを表すもので、係数の符号がプラスで、かつ値が大きい説明変数ほど液状化発生に寄与することになる。この分析ではいずれの要因も偏回帰係数がプラスであり、液状化を発生させる側に働いている。震源域の縁からの距離はそれが遠くなるほど、液状化は発生しにくいと考えられるが、今回の分析では、図・1の西南部の液状化地区の大半が後述のように分析対象外のため、液状化地区が東京の北部に偏り、このような結果になったと考えられる。一方、標準偏回帰係数の値より、各説明変数の液状化発生に対する影響力は変数間で大きな差は見られない。

表・4の分析モデルを分析対象とした483メッシュの地区に再現した結果が図・3である。図中、赤の×印で示したメッシュはそのメッシュ内の一部で関東地震時に液状化が発生したところである。また、図には分析モデルによる再現時の各メッシュの液状化面積を①1%未満、②1～5%、③5～10%、④10%以上の4つに分けて示した。東京東部の埋立地や河川周辺では、モデル再現時の液状化面積が5%以上を示す地区が多く見られるが、これらの地区の多くは関東地震時に液状化している。一方、東京西南部では、再現時の液状化面積が5%未満の地区が多い。また、図・3より東京西南部では関東地震時に液状化した地区が多く見られるが、これらの地区の地盤資料が入手できなかったため分析対象外となっている。つぎに、各メッシュにおける実地震時とモデル再現時の液状化面積を比較したものが図・4である。この図からわかるように両者の間には良好な相関関係は見られず、モデルの分析の精度を示す重回帰係数は0.25となった。したがって、今回得られたモデルの信頼性は高いとは言えない。

5. まとめ

液状化の発生を定量的に評価するために、関東地震時に液状化が発生した地域に対して、要因分析を行った。今回の分析結果では、実用面で評価できる結果を得ることはできなかった。今後、分析に用いる地形要因のまとめ方の見直し、地盤調査資料の使用法の検討や追加収集、他の既往地震に対する分析など、いくつかの点について検討をする必要がある。

7. 参考文献

- 1) 若松加寿江：日本の地盤液状化履歴図、東海大学出版会、1991
- 2) 東京都土木技術研究所：東京低地の液状化予測、1987
- 3) 建設省国土地理院：1:25000 土地条件図
- 4) 東京都土木技術研究所：東京総合地盤図 I 東京都の地盤、技報堂出版、1977
- 5) 建設省国土地理院：数値地図 50m メッシュ（標高）、1997

表 4 重回帰分析より得られた分析モデル

説明変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数
高い盛土地	0.414	0.113
盛土地、後背低地	0.103	0.151
飽和砂層の合計厚	0.593	0.138
震源域の縁からの距離 (km)	0.261	0.118
定数項	-3.951	
[精度]		
決定係数	R ² = 0.06	
重相関係数	R = 0.25	

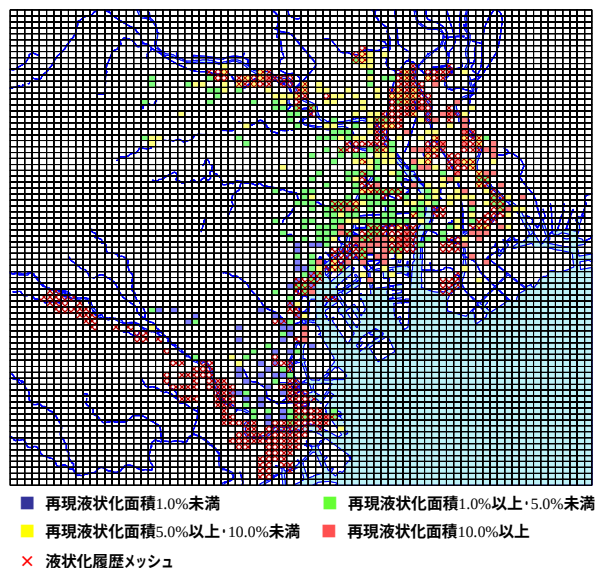


図 3 モデル再現図

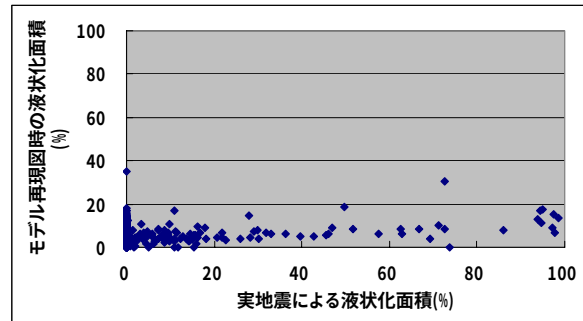


図 4 各メッシュにおける実地震時とモデル再現時の液状化面積