

I - B 432

地形分類を用いた液状化の要因分析

中部大学
山崎建設(株)正会員 ○ 山 田 公 夫
近 藤 亘中部大学
大鉄工業(株)正会員 杉 井 俊 夫
服 部 秀 昭

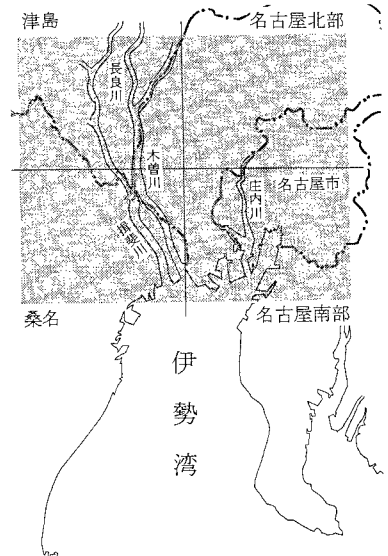
1. まえがき

筆者らは地盤調査資料に記載されたN値、地下水位の位置、砂層厚、粘土・シルト層厚など、地盤の液状化発生に関係するいくつかの要因を用いて、既往地震による液状化履歴地域に対して要因分析を行い、広域を対象とした液状化予測モデルの構築を試みてきた¹⁾²⁾。この構築したモデルを用いて液状化予測を行うためには、予測対象地区における地盤調査資料が必要不可欠となる。しかしながら、地盤調査資料が入手できるのは建設工事に伴う地盤調査が行われた地区に限られる。そのため、大都市域の沖積地盤地帯のような広域に対して面的にかつ小領域単位で液状化予測を行う場合、地盤調査が行われていない地区は液状化判定の対象外となる。本研究は、面的に情報が欠けていない土地条件図の地形分類を説明要因とし、既往地震による液状化履歴地域をロジットモデルを用いて液状化発生・非発生の要因分析を試みたものである。

2. 研究対象地域と分析に用いた要因

研究対象地域は図・1に網掛けで示した範囲である。この範囲には、土地条件図³⁾に記載された図名で言うと「名古屋北部」、「名古屋南部」、「津島」、「桑名」の4面が含まれる。分析のために、この4枚の土地条件図をそれぞれ500m四方のメッシュに分割した。この地域は過去に宝永地震(1707, M=8.4)、安政地震(1854, M=8.4)、濃尾地震(1891, M=8.0)、東南海地震(1944, M=8.0)などによって液状化が発生したことが若松⁴⁾によって明らかにされている。これらの地震のうち、本研究では東南海地震による液状化履歴地域を分析対象とした。若松によって示された東南海地震による液状化履歴図⁴⁾には、非液状化地区は示されていないため、ここでは液状化地区以外は非液状化地区として扱った。この液状化履歴図をもとに、500m四方のメッシュに分割した4面の土地条件図に対して、メッシュ単位で液状化発生と非発生の区別をした。

つぎに、土地条件図に示された地形分類を表・1の②～⑧に示すように、さらに類似したいくつかのグループにまとめ、これらを説明要因として分析に用いた。1つのメッシュにおいて、表・1の②～⑧に示す説明要因が複数含まれる場合は、つぎのようにして2つ以上の説明要因を選んだ。すなわち、メッシュに占める面積割合の大きい説明要因から順次取り上げ、それらの占める面積が全メッシュの50%を超えるまでの説明要因を複数選んだ。さらに、表・1の⑨～⑪に示すように、東南海地震の震源域の縁から各メッシュの中心までの距離、河川または海岸線から各メッシュの中心までの距離、各メッシュの平均的な標高が3m未満か否かも説明要因として用いた。なお、メッシュ全体が台地、丘陵地で占められる地区は液状化の可能性はないものと判断して、分析対象から除外した。以上のような整理の結果、4面の土地条件図に対して分析対象となったメッシュ数は3634、そのうち液状化メッシュ数は243となった。各説明要因ごとのデータ数と液状化数を表・2に示すが、上述のように1メッシュに複数の説明要因が含まれている場合があるため、各要因の



図・1

表・1

説 明 要 因	
①	固有ダミー変数
②	河川・旧河道
③	平坦化地・農耕平坦化地・階段耕作地
④	高い盛土地・盛土地・埋立地・干拓地
⑤	扇状地・緩扇状地
⑥	自然堤防・天井川沿いの微高地
⑦	高水敷・低水敷
⑧	谷底・氾濫平野・海岸平野・三角州
⑨	地震の震源域の縁からメッシュの中心までの距離
⑩	河川・海岸線からメッシュの中心までの距離
⑪	平均的標高3m未満

キーワード：液状化、要因分析、ロジットモデル、地形分類

連絡先(〒487 春日井市松本町1200 中部大学工学部土木工学科 TEL 0568-51-1111 FAX 0568-52-0134)

データ数の総和は全メッシュ数と一致しない。

3. 分析結果

表・1の②～⑪に示す10要因を用いた分析によって得られた液状化モデルを表・3に示す。表には、分析によって抽出された要因（t検定で信頼度95%を満足）とそのパラメータ推定値 θ_k ならびに弾性値 E_{xx} が示されている。 θ_k は+の場合には液状化を発生させる側に、-の場合には液状化を抑制する側に働くとして解釈される。また、 E_{xx} はその絶対値が大きいほど液状化発生に対する寄与率が高いことを示す。表・3からわかるように、今回の分析では④盛土地・埋立地・干拓地、⑥自然堤防・天井川沿いの微高地、⑦高水敷・低水敷、⑪平均的標高3m未満の場所は液状化が発生しやすいという結果が得られた。また、液状化発生に対する寄与率が最も高い要因は、平均的標高3m未満の場所、ついで自然堤防、盛土地・埋立地・干拓地の順になっている。このモデルを研究対象地域に再現して得られた液状化発生の有無に対する判別の中率は表・3の下欄に示されている。

本研究では、液状化発生・非発生の判別は表・3に示す説明要因とその θ_k から求めた被災確率が50%以上を液状化発生、50%未満を非発生としている。

表・3の固有ダミー変数の値は被災確率50%で判別するように修正してある。再現結果より、液状化的中率（実地震で液状化したメッシュのうち、モデルで液状化と判定されたメッシュの割合）は83.5%、非液状化的中率（実地震で液状化しなかったメッシュのうち、モデルで非液状化と判定されたメッシュの割合）は50.7%、液状化と非液状化を合わせた全体の的中率は52.9%となった。

また、「名古屋北部」、「名古屋南部」、「津島」、「桑名」の4ブロックそれぞれに対して、表・3のモデルを再現した結果を表・4に示す。再現結果は各ブロックでかなり異なっている。液状化地域に対する的中率はいずれのブロックも70%以上となっているが、非液状化地域における的中率は大きくばらつき、これが全体の的中率の低下の原因となっている。

図・2に4つのブロックにおける各説明要因のデータ数を示した。図・2に示した各ブロックにおける説明要因のデータ数の違いが、表・4の的中率のばらつきに反映されている。

4. まとめ

面的に情報が欠けていない土地条件図の地形分類を説明要因とし、東南海地震による液状化履歴地域を対象に、ロジットモデルを用いて液状化発生・非発生の要因分析を行い、液状化モデルの構築を試みた。構築モデルを用いた再現結果によれば、液状化地域に対しては高い中率が得られたが、非液状化地域に対しては良好なものとはなっていない。今後、地形分類の再整理、1メッシュ当たりの複数地形の考え方、メッシュの大きさ等について検討を行い、液状化の一次判定に利用可能なモデルの構築を行う。

【参考文献】1)山田：想定地震による名古屋市中心地盤の液状化予測、土木学会論文集、No.445、1992。2)山田・杉井・植村：堆積パターンを考慮した液状化予測モデル、第32回地盤工学研究発表会講演集、No.1、pp.1163-1164。3)建設省国土地理院：2万5千分の1土地条件図4)若松：日本の地盤液状化履歴図、東海大学出版会、1991。

表・2

説明要因	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	全メッシュ数
データ数	369	215	1149	166	1065	248	1984	2021		3634
液状化数	27	9	110	0	78	8	148	210		243

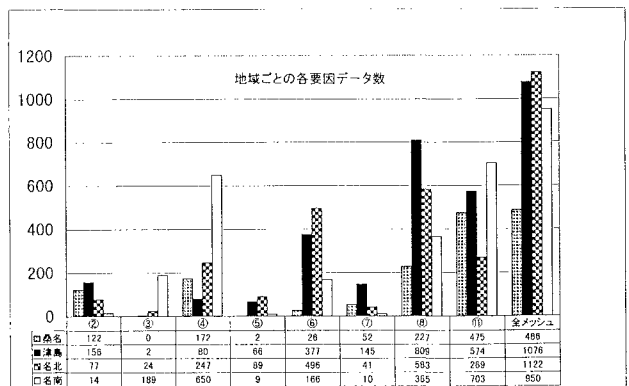
表・3

説明要因	パラメータ θ_k	弾性値 E_{xx}
①固有ダミー変数	-1.537 【20.76】	—
④高い盛土地・盛土地・埋立地・干拓地	0.333 【2.32】	0.100
⑥自然堤防・天井川沿いの微高地	0.572 【3.72】	0.160
⑦高水敷・低水敷	-0.819 【2.07】	-0.053
⑪平均的標高3m未満	1.757 【8.92】	0.930
液状化的中率（%）	83.5	
非液状化的中率（%）	50.7	
全体の的中率（%）	52.9	

【】内の数値はt値を示す

表・4

ブロック名	名古屋北部	名古屋南部	津島	桑名
液状化的中率（%）	85.7	97.9	71.4	90.8
非液状化的中率（%）	77.5	28.4	56.5	13.2
全体の的中率（%）	77.6	31.9	58.0	25.3



図・2