

## 地形分類を用いた東南海地震による液状化の要因分析

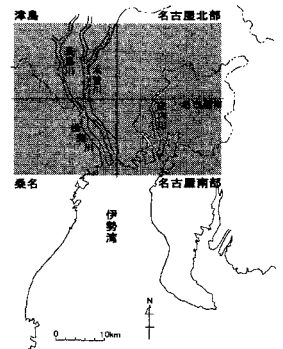
中部大学 正会員 山田公夫 中部大学 正会員 杉井俊夫  
 中部大学 学生会員 ○岩村陽子 中部大学 学部生 松田幸子

### 1 まえがき

一般に、液状化発生の有無の判定は建設工事に伴う地盤調査によって得られた土質試験結果や土質柱状図を利用して行われることが多い。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、面的かつ小領域単位で液状化判定を行う場合、地盤調査が行われていない地区は、判定対象外となる。本研究は、地盤調査資料に頼らないで、地形分類のみを考えた場合、どの程度まで液状化の特徴をつかむことができるかという点に着目し、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(1944,M=8.0)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・液状化非発生の要因分析を試みたものである。

### 2 研究対象地域

研究対象地域は図・1に網かけで示した範囲で、土地条件図(1:25000)<sup>1)</sup>に記載された図名でいうと、「桑名」、「津島」、「名古屋北部」、「名古屋南部」の4地域である。これらの地域は、若松によって示された「日本の地盤液状化履歴図(1:50000)<sup>2)</sup>」によれば、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)、東南海地震などで液状化が発生している。



図・1 研究対象地域

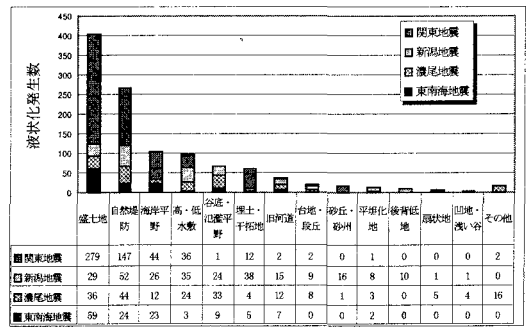
これらの地震のうち、本研究は東南海地震を取り上げ、若松が示した液状化履歴図を用いて、要因分析を行った。分析のために図・1の地域を500m四方のメッシュに分割し、メッシュ単位で液状化発生・液状化非発生の区別をした。

4面の土地条件図の総メッシュ数6400のうち、1メッシュ全体が台地・丘陵地で占められる地区は、既往地震の経験より液状化の可能性は無いものと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3314であり、そのうち液状化メッシュ数は251となった。

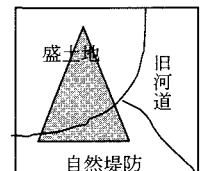
### 3. 分析に用いる要因の選定

分析に用いる要因の選定をおこなうにあたり、既往地震による液状化と地形分類の関係を調べた。既往地震のうち、東南海地震、濃尾地震、新潟地震(1964,M=7.5)、関東地震(1923,M=7.9)による液状化履歴を日本の地盤液状化履歴図と土地条件図<sup>1),3)</sup>を対比させて液状化箇所



図・2 既往地震による液状化発生と地形分類の関係

の履歴がある場合、その履歴地域に含まれる、すべての地形要因を拾い上げたものである。たとえば、図・3のようなメッシュにおいて網かけが液状化地域であるとすると、「盛土地」と「自然堤防」を拾い上げた。図・2からわかるように、盛土地、自然堤防、海岸平野・三角州、高水敷・低水敷、谷底平野・氾濫平野、埋土地・干拓地、旧河道などで液状化が発生しやすく、台地・段丘、凹地・浅い谷では、液状化が発生しにくい。液状化の要因分析を行うにあたり、台地、段丘、山地は他の要因と比べ、液状化発生数がわずかであったため これらの地形は 図・3 土地条件と液状化履歴



液状化の可能性はないと判断し、分析対象から除外した。また、高水敷、低水敷は堤外地のため、河川、旧河

道に含め、「河川、旧河道、高水敷、低水敷」を1つの要因とした。また、盛土地、高い盛土地、埋土地、干拓地は土を盛るなどとした造成地なので、「盛土地、高い盛土地、埋土地、干拓地」を1つの要因として扱うこととした。

分析に用いた要因は表・1に示した②～⑩までの10要因で、ロジットモデルによる分析は、表・1の要因と液状化を1、非液状化を2とした二項判定によって解析を行った。なお、非液状化メッシュにおいては、表・1の要因が複数含まれる場合は、メッシュに占める面積割合の大きい要因から順次取り上げ、それらの占める面積がメッシュの50%を超えるまで、複数個の要因を選んだ。

表・1 分析に用いた要因表

要因	
①	固有ダミー変数
②	河川・旧河道・高水敷・低水敷
③	平準化地・農耕平坦化地・階段耕作地
④	盛土地・高い盛土地・埋土地・干拓地
⑤	扇状地・緩原状地
⑥	自然堤防・天井川沿いの微高地
⑦	谷底平野・氾濫平野
⑧	海岸平野・三角州
⑨	砂丘・砂堆・砂州
⑩	震源域からの距離
⑪	標高1m未満

4 モデル構築

表・1の要因を用いて解析を行った結果、表・2に示す液状化モデルが得られた。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ならびに弾性値を示した。表・2のパラメータは、+のとき液状化を発生させる側に、-のとき液状化を抑制させる側に働くことを示す。また、弾性値はその絶対値が大きい要因ほど液状化発生の有無に大きく寄与することを示す。この分析では、②河川・旧河道・高水敷・低水敷、④盛土地・高い盛土地・埋土地・干拓地、⑥自然堤防・天井川沿いの微高地の場所で、液状化が発生しやすいという結果になった。また、④盛土地・高い盛土地・埋土地・干拓地が液状化発生に最も影響する要因であり、ついで、⑥自然堤防・天井川沿いの微高地、②河川・旧河道・高水敷・低水敷の順に影響することがわかる。

表・2 解析モデル

説明要因	パラメータ	弾性値
①固有ダミー変数 (補正前)	-5.355 【26.412】	—
②河川・旧河道 高水敷・低水敷	1.868 【9.528】	0.793
④盛土地・埋土地 高い盛土地・干拓地	2.956 【16.130】	0.937
⑥自然堤防 天井川沿いの微高地	1.951 【12.239】	0.844
全体の的中率 (%)	69.0	
液状化的中率 (%)	84.5	
非液状化的中率 (%)	67.7	

【 】内の数値はt値を示す

5 構築モデルの再現

表・2の液状化モデルを「桑名」、「津島」、「名古屋北部」、「名古屋南部」の4地域にそれぞれ再現した結果を表・3に示す。再現結果は各地域で異なるものとなった。「津島」は全体的中率、液状化的中率、非液状化的中率ともに80%以上となり、良好な再現結果が得られた。これに対して、「桑名」は全体的中率、非液状化的中率は90%以上となったが、液状化的中率が56.2%となった。さらに、「名古屋北部」、「名古屋南部」は液状化的中率が100%となったが、全体的中率、非液状化的中率が30%以下となった。

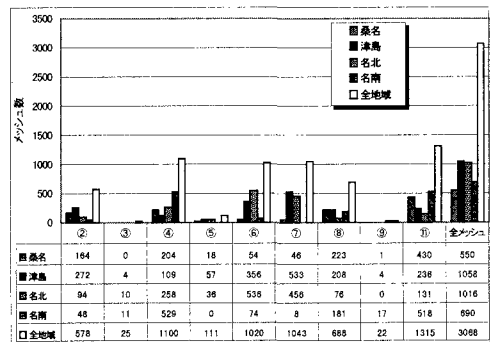
表・3 再現結果

	桑名	津島	名古屋北部	名古屋南部
全体の的中率 (%)	91.1	93.5	28.1	30.3
液状化的中率 (%)	56.2	81.0	100.0	100.0
非液状化的中率 (%)	97.0	94.9	27.0	24.7

このように、津島を除いて、構築したモデルの再現結果は良好とはいえない。この原因として、図・4に示す地域別要因数の違いが考えられる。「名古屋北部」、「名古屋南部」は、要因④が存在するメッシュすべてが液状化と判断されたため、液状化的中率が100%となった。

6 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と東南海地震による液状化履歴図を対比させ、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。構築したモデルの再現結果によれば、地域により液状化的中率が高かったり、非液状化的中率が高かったりとばらつきが生じた。今後、分析に用いる地形分類の再整理、メッシュの大きさなどの検討を行い、液状化の一次判定に利用可能なモデル構築を行う。



図・4 各要因における地域別要因数

[参考文献] 1)土地条件図：建設省国土地理院、1：25000、「桑名」「津島」「名古屋北部」「名古屋南部」

2)日本の地盤液状化履歴図：東海大学出版会、1991

3)土地条件図：建設省国土地理院、1：25000、「東京西北部」「東京西南部」「東京東北部」「東京東南部」「中条」「三条」「新潟」「新津」