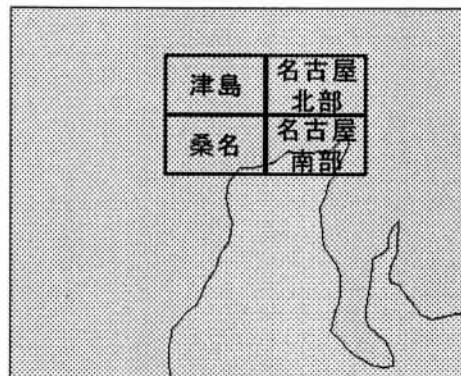


## GISを利用した広域に対する液状化の要因分析

中部大学 正 山田 公夫 中部大学大学院 学○田中 昌之  
 中部大学 正 杉井 俊夫 中日本建設コンサルタント 長野 加奈

## 1. まえがき

筆者らは、大都市圏の沖積地盤地帯のような広域に対して、液状化の一次判定に利用できる液状化モデルを構築するために、土地条件図の地形分類を説明要因として、既往地震による液状化発生・非発生地区に対して、ロジットモデルを用いた要因分析を試みてきた<sup>1)</sup>。本研究は、東南海地震(1944, M=8)による濃尾平野の液状化地域を研究対象としている。研究対象地域の土地条件図ならびに液状化発生地区をGISを用いて作図したのち、この地域全体を500メートル四方のメッシュに分割し、メッシュごとに、メッシュ内に存在する各地形面積と液状化が発生した範囲の地形面積を求めた。そののち、これらの地形面積を説明要因として、ロジットモデルによる液状化の要因分析を行った。なお、本研究では液状化が起こりうる確率を被災確率として表現している。



図・1 研究対象地域

## 2. 研究対象地域とその液状化発生地区

研究対象地域は、図・1に示した4つの地域で、国土院発行の土地条件図<sup>2)</sup>の図名で言うと、「名古屋北部」、「名古屋南部」、「津島」、「桑名」である。これらの4地域をディジタイザを用いてSIS(Spatial Information System)<sup>3)</sup>上に土地条件図の地形分類、メッシュ区分(500m×500m)および東南海地震による液状化発生地域を作図した。つぎに、作図した地形分類と液状化発生地域ならびにメッシュ区分を重ね合わせ、各メッシュにおいて、それぞれの地形が占める面積を測定した。その際、液状化の形跡のあるメッシュでは、液状化したエリア内で各地形が占める面積を測定した。そののち、各地形の面積を当該メッシュの面積で除して、メッシュごとに地形の面積を百分率で表示した。研究対象地域内の東南海地震による液状化発生地域は、若松<sup>4)</sup>、飯田<sup>5)</sup>、井関<sup>6)</sup>によるそれぞれの文献を用いて、液状化の範囲を特定した。ただし、文献4)の利用にあたっては、液状化が発生した正確な範囲が特定されている箇所のみを採用した。

表・1 分析に用いた要因

	地形要因		緩肩状地・扇状地
1	固有ダミー	12	自然堤防・天井川沿いの微高地
2	河川・天井川	13	砂丘・砂礫
3	旧河道	14	凹地・浅い谷
4	高水敷・低水敷	15	谷底平野・氾濫平野
5	湖沼・池	16	海岸平野・三角州
6	農耕平坦化地・平坦化地	17	後背低地
7	盛土地	18	斜面
8	高い盛土地	19	台地
9	干拓地	20	山麓堆積地形
10	埋土地	21	震源域の縁からの距離
11	凹陥地	22	標高1m未満か否か
		23	

## 3. 分析に用いた要因

分析に用いた要因は表・1に示す2～23までの22要因である。このうち、2～21までの地形要因は土地条件図の凡例にもとづいているが、特性や成り立ちが類似したものは1つにまとめた。各メッシュに占めるこれらの地形要因の面積割合(百分率で表示)を説明変数とした。要因22は、東南海地震の震源域<sup>7)</sup>の縁から各メッシュの中心までの距離である。要因23は、標高数値データ(50mメッシュ)<sup>8)</sup>を用いて算出した500mメッシュごとの平均標高にもとづいている。これら22個の説明変数を用い、目的変数は当該メッシュが液状化したか否かの2つのカテゴリーに分けて、ロジットモデル<sup>9)</sup>による要因分析を行った。分析対象となったメッシュ数は、メッシュ全体が水部(海面部)であるものを除き、6262となった。この内訳は液状化メッシュが292、非液状化メッシュが5970である。

## 4. 分析結果

表・1の要因を用いて種々の分析を行った結果、表・2に示す分析モデルが得られた。この表には分析によって抽出された要因(t

表・2 分析モデル

説明要因	パラメーター [t値]	弾性値
1 固有ダミー変数	-1.475 [2.715]	—
3 旧河道	0.078 [10.557]	0.095
17 海岸平野・三角州	0.011 [4.775]	0.086
20 台地	-0.046 [3.862]	-0.573
22 震源域の縁からの距離	-0.030 [4.145]	-16.362
23 標高1m未満か否か	1.153 [7.247]	0.684

キーワード：GIS、液状化、地形、要因分析、東南海地震

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

検定で信頼度 95%を満足) とそのパラメータならびに弾性値を示した。パラメータはプラスの場合には液状化を発生させる側に作用し、マイナスの場合には液状化を抑制する側に作用することを示す。表・2に示した各要因のパラメータの符号より、旧河道、海岸平野・三角州、標高1m未満の場所は液状化が発生しやすい。一方、台地や震源域の縁から遠くなる場所ほど液状化が発生しにくいという結果が得られた。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。弾性値がマイナス側に大きい震源域の縁からの距離は、それが遠いほど液状化の抑制に大きく寄与するという結果となった。つぎに、表・2のモデルを図・1の研究対象地域に再現した結果を表・3に示す。表中の数値は、該当するメッシュ数を表す。また、表下の欄外に液状化発生の有無に対する判別の中率を示す。判別の中率は実地震時とモデルの再現結果が一致したメッシュの割合である。再現の結果、液状化的中率は68%、非液状化的中率は75%、液状化と非液状化を合わせた全体の的中率は75%となった。これらの的中率算出の基準となる被災確率は、研究対象地域の液状化メッシュ数/全メッシュ数(292/6262=0.047)であり、モデル再現時の被災確率が0.047以上のメッシュは液状化発生、0.047未満のメッシュは液状化非発生と判別される。この再現結果をメッシュごとに示したものが図・2である。図中、■は実地震時、モデル再現時とも液状化となったメッシュである。一方、□は実地震時、モデル再現時とも非液状化となったメッシュである。これら以外のマークは実地震とモデルによる再現結果が異なったメッシュである。モデルの再現では、名古屋南部の沖積地盤地帯と木曾三川周辺部のほとんどが液状化発生となった。この原因の1つとして、これらの地域の標高は1m未満であり、表・2に示した弾性値の大きさより、旧河道、海岸平野・三角州と比較して、標高は液状化発生により寄与していることによるものと考えられる。また、東南海地震当時のことを考えると、当該地域にはここで利用した文献の液状化発生箇所のほかにも、液状化発生箇所が多く存在したと

想定される。

## 5. まとめ

GISを利用した地形情報や液状化発生地域のデータベース化により、種々の情報の定量的な取り扱いが可能となったのみならず、これまでの方法と比較して作業効率やデータ採取の正確性が格段に向上した。しかしながら、本研究で示した液状化モデルは、実際よりも液状化エリアをより拡大させる傾向がある。今後、対象地域における東南海地震時の液状化に関する文献の再整理、標高の数値データの使用、説明要因の再検討を行い、液状化の一次判定に利用できる液状化モデルを構築する。

[参考文献] 1)岩村、山田、杉井：東南海地震による濃尾平野の液状化の要因分析、土木学会第54回年講、1(B)、1999 2)国土地理院：2万5千分の1 土地条件図 3)Spatial Information System Ver.4.1、Informatrix社 4)若松：日本の地盤液状化履歴図、東海大学出版会、1991 5)飯田：昭和19年12月7日東南海地震の震害と震度分布、愛知県防災会議、1977 6)井関：昭和19年12月7日東南海地震による被害住家の分布と地盤条件、名古屋市防災会議、1978 7)石橋：東海地方に予想される大地震の再検討、地震予知連絡会会報、17巻4号、1976 8)国土地理院：標高数値データ50mメッシュ 9)たとえば、森杉：非集計行動モデルの推定と検定、土木計画学講習会テキスト、1984

の1 土地条件図 3)Spatial Information System Ver.4.1、Informatrix社 4)若松：日本の地盤液状化履歴図、東海大学出版会、1991 5)飯田：昭和19年12月7日東南海地震の震害と震度分布、愛知県防災会議、1977 6)井関：昭和19年12月7日東南海地震による被害住家の分布と地盤条件、名古屋市防災会議、1978 7)石橋：東海地方に予想される大地震の再検討、地震予知連絡会会報、17巻4号、1976 8)国土地理院：標高数値データ50mメッシュ 9)たとえば、森杉：非集計行動モデルの推定と検定、土木計画学講習会テキスト、1984

表・3 モデルの再現結果と的中率

再現時		実地震時		合計
		液状化	非液状化	
	液状化	199	1483	1682
	非液状化	93	4487	4580
	合計	292	5970	6262

液状化的中率  $199/292=68.2\%$

非液状化的中率  $4488/597=75.2\%$

全体の的中率  $(199+4488)/6262=74.8\%$



- 実地震時液状化 再現時液状化
- ☒ 実地震時液状化 再現時非液状化
- ▨ 実地震時非液状化 再現時液状化
- 実地震時非液状化 再現時非液状化

図・2 モデルの再現結果