

## GISを利用した関東地震による東京地域の液状化の要因分析

中部大学 正 山田 公夫  
 中部大学 正 杉井 俊夫  
 中部大学大学院 学 田中 昌之

## 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、関東地震（1923、M=8）による東京地域の液状化発生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。



図・1 研究対象地

表・1 分析に用いた要因

要因	10	凹地・浅い谷
1	固有ダミー変数	11 谷底平野・氾濫平野
2	高い盛土地	12 海岸平野・三角州
3	盛土地	13 後背低地
4	埋土地	14 旧河道
5	干拓地	15 河川・天井川
6	凹陷地	16 湖水
7	扇状地・緩扇状地	17 高水敷・低水敷・浜
8	自然堤防・微高地	18 標高
9	砂丘・砂礫堆・砂礫州	19 震源域距離

## 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地域で、国土地理院発行の土地条件図<sup>2)</sup>の図名で言うと、「東京西北部」、「東京西南部」、「東京東北部」、「東京東南部」である。これらの4地域を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 x 500m)および関東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。その後、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示した。研究対象地域内の関東地震による液状化発生地域は、若松<sup>4)</sup>、東京都土木技術研究所<sup>5)</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。また、既往地震の経験より、液状化しないとされる洪積層に属する地形は研究対象外とした。

## 3. 分析に用いた要因

分析に用いた要因は表・1に示す2~19の18要因である。このうち2~17の地形要因は土地条件図の凡例にもとづいているが、地形の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18は、標高数値データ(50mメッシュ)<sup>6)</sup>を用いて算出した500mメッシュごとの沖積層に対する平均標高である。要因19は、関東地震の震源域の縁から各メッシュの中心までの距離である。これら18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>7)</sup>による要因分析を行った。分析対象となっ

表・2 分析モデル

要因	パラメーター 【 t値 】 弾性値
1 固有ダミー変数	0.404 【3.093】
2 高い盛土地	-0.048 【4.181】 -0.104
12 海岸平野・三角州	0.037 【9.287】 0.080
18 標高	-0.021 【13.612】 -3.773
19 震源域距離	-0.064 【13.074】 -1.281

表・3 モデルの再現結果との中率

		実地震時		合計
		液状化	非液状化	
再現時	液状化	421	1209	1630
	非液状化	37	3041	3078
合計		458	4250	4708

液状化的中率 421 / 458 = 91.9%

非液状化的中率 3041 / 4250 = 71.6%

全体的中率 (421+3041) / 4708 = 73.5%

キーワード：GIS、液状化、地形、要因分析、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

たメッシュ数は、メッシュ全体が洪積層、水部（海面部）であるものを除き、4708 となった。この内訳は液状化メッシュが 458、非液状化メッシュが 4250 である。

#### 4. 分析結果

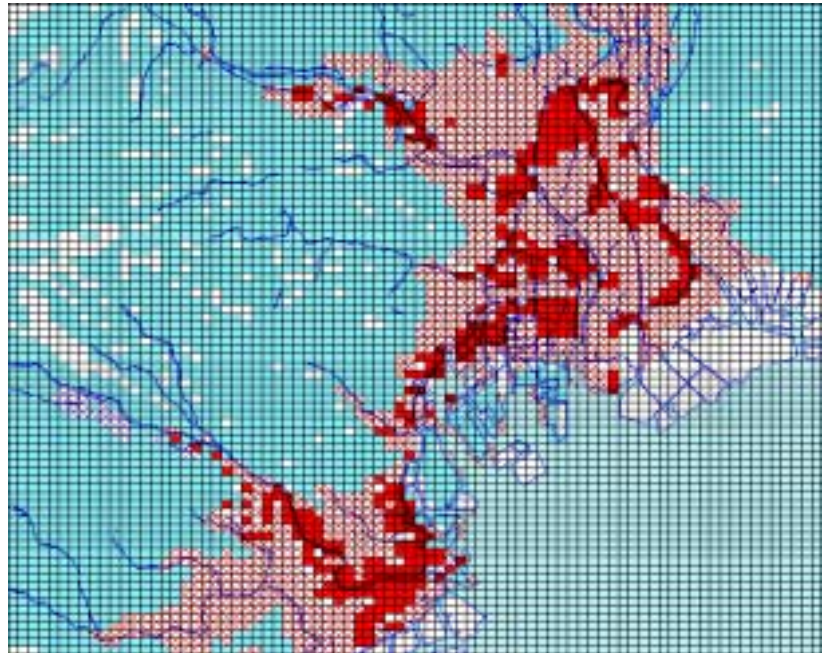
表・1 の要因を用いて分析を行った結果、表・2 に示す分析モデルが得られた。この表には分析によって抽出された要因( t 検定で信頼度 95%を満足)とそのパラメータならびに弾性値を示した。パラメータはプラスの場合には液状化を発生させる側に作用し、マイナスの場合には液状化を抑制する側に作用することを示す。表・2 に示した各要因のパラメータの符号より、海岸平野・三角州や標高が低い地域は液状化が発生しやすい。一方、高い盛土地および震源域の縁から遠くなる場所ほど液状化が発生しにくいという結果

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標高と震源域の縁からの距離は、それが大きくなる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、得られた液状化発生・非発生に対する判別の中率を表・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 92%、非液状化的中率は 72%、液状化と非液状化を合わせた全体の的中率は 74% 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 ( 458 / 4708 = 0.097 ) であり、モデル再現時の被災確率が 0.097 以上のメッシュは液状化発生、0.097 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、荒川および江戸川一帯の地域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、これらの一帯は東京地域の中でも特に低地であり、表・2 に示した弾性値の大きさより、標高が液状化発生に大きく寄与していることによるものと考えられる。なお、図・2 の空白のメッシュは研究対象外メッシュである。

#### 5. まとめ

G I S 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。本研究では G I S を利用して地形分類を用いた広域に対する液状化の要因分析を行い、液状化モデルの構築を試みた。しかしながら、ここ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、対象地域における関東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の構築を目指す。

[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、Informatix 社 4)若松：日本の地盤液状化履歴図、東海大学出版会、1991、6)国土地理院：標高数値データ 50mメッシュ、平成 9 年 7)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



図・2 モデル再現図