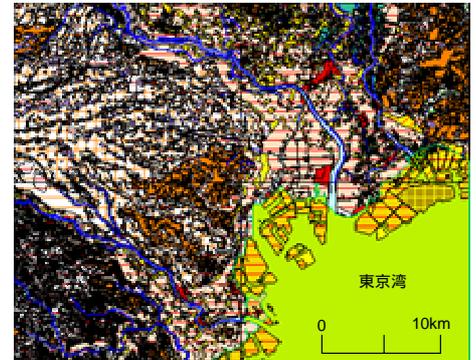


地盤調査の未調査地域を考慮した関東地震による液状化発生 の要因分析

中部大学 正 山田 公夫
 中部大学 正 杉井 俊夫
 中部大学 学 西尾 匡弘

1. まえがき

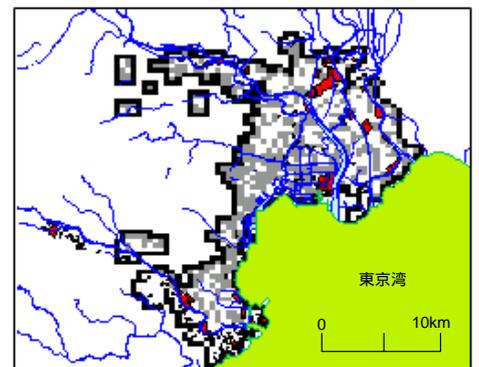
1964年（昭和39年）に発生した新潟地震（M=7.5）が契機となり、液状化現象が注目されるようになった。現在、土質試験結果等を用いた液状化予測が行われているが、地盤調査の未調査地域は液状化判定の対象外となっている。本研究は1923年（大正12年）の関東地震時に発生した東京の液状化地域を研究対象とし、土地条件図の地形分類と地盤情報（地盤調査の未調査地域の地盤情報は後述の方法で推定した）を用いて液状化発生の要因分析を行い、大都市域の沖積地盤地帯のような広域に対して液状化発生の有無を容易にかつ合理的に判断し、液状化の一次判定および危険度マップの作成に利用できる液状化モデルの構築を目的としている。研究対象地域の土地条件図¹⁾ならびに液状化発生地区^{2), 3)}は地理情報システムの1つであるSIS⁴⁾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た。メッシュごとにメッシュ内に存在する各地形の面積を求め、さらにそのメッシュ内で液状化発生の有無を求めた。メッシュごとの液状化発生の有無を目的変数、各メッシュの地形面積や地盤情報などの定量的要因をカテゴリー化した説明変数に数量化理論⁵⁾を用いて液状化発生の要因分析を行った。



図・1 SIS上で作成した土地条件図

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 緩丘状地	30 湖水
7 麓斜面	19 自然堤防	31 天井川の部分
8 崖錐	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 分析対象メッシュ

2. 研究対象地域と分析に用いた要因

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「東京西北部」、「東京西南部」、「東京東北部」、「東京東南部」の4地域である。上述したようにこの4地域をSIS上で作成をし、500メートル四方のメッシュに分割したのち、各メッシュに含まれる各種地形の面積と液状化発生の有無を求めた。土地条件図に記載されている地形分類を表・1に示す。分析では、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メッシュや関東地震当時は陸地化²⁾されていなかった地区を対象外とした。説明変数として、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とりあげた。つぎに、東京の地盤資料⁵⁾を用いて、メッシュ単位で地盤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。代表ボーリングデータより沖積層を対象に、「地下水位の深さ」、「飽和砂層の合計厚」、「粘土・シルト層の合計厚」をそれぞれ説明変数とした。その結果、ボーリングデータの存在するメッシュは図・2にグレーで色を付けた箇所521メッシュであり、地盤調査の未調査地域は代表ボーリングデータからGsharp⁶⁾を用いて地盤情報の推定を行った。推定した地盤情報は627メッシュであり、図・2で黒色の枠で囲まれた範囲の1148メッシュを分析対象メッシュとした。この範囲で数量化理論⁵⁾を用いて液状化発生の要因分析を行った。

キーワード：液状化、地理情報システム、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

3. 分析結果と考察

数量化理論 類では地形面積、地盤情報などの定量的要因に対するカテゴリー区分を考える必要がある。著者らは各説明変数の頻度分布から液状化発生の有無に対する有意差を調べ、同時に地形面積、地盤情報などが扱いやすい区分になるようにカテゴリー区分を行った。分析結果とカテゴリー区分を表・2 に示す。この分析モデルは説明変数相互の単相関係数、偏相関係数を考慮した要因のみが取り上げられており、表中の各説明変数において、カテゴリースコアの符号がプラスの場合は、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し、値が大きいカテゴリースコアほど液状化の発生、非発生に寄与することになる。レンジはカテゴリースコアの最大値と最小値との差であり、レンジの値が大きい説明変数ほど目的変数に対する影響力が強いことを表している。表・2 から「地下水位」が「-3m以上」と地表面に近く、「飽和砂層の合計厚」が「3m以上」のメッシュほど液状化の可能性が高くなるという結果となっている。しかし、「地下水位」に注目するとレンジの値が低いことから液状化発生の有無に対して影響力が小さいという結果となった。表・2 の分析モデルを分析対象とした図・2 の 1148 メッシュの地区に再現した結果が図・3 である。また、表・3 に実地震時と再現時の判別結果のクロス表を示す。図・3 には再現時に液状化と判定されたメッシュ（液状化の可能性が高いと判断されるメッシュ）を と、非液状化と判定されたメッシュ（液状化の可能性が低いと判断されるメッシュ）を と で示した。図・3 より東京東北部、東南部は で示されたメッシュが多く存在していることが分かる。東京東北部、東南部は「盛土地」、「旧河道」が多く存在しており、関東地震による液状化履歴が「震源域の縁からの距離」から「30～40km」の範囲で多く分布しているためカテゴリースコアからも液状化を発生させる側に働く要因となっている。また、図・4 はサンプルスコアより液状化グループと非液状化グループ別の相対度数を表した判別グラフであり、判別区分点 0.12 を境に、実地震時に非液状化の地区が液状化の可能性が高いと判断された地区が多くなった。今回の分析では、表・3 に示したように判別率的中率は約 70%であるが、相関比は 0.23 と低い結果となり信頼性が高い分析モデルとは言えない。

4. あとがき

Gsharp を用いて地盤調査資料が無い地域の地盤情報を推定することにより、地盤調査の未調査地域を補える液状化モデルの構築を試みた。説明変数の頻度分布からは地盤要因の液状化発生の有無に対する有意差が見られたが、分析結果からは液状化の発生の有無に対するそれらの影響力が小さく分析モデルに十分反映されなかった。また今回の分析モデルでは地震動特性を考慮していないため今後、地震の強さとしての要因とボーリングデータから得られる地盤情報の検討と追加を行うことによりさらに信頼性における液状化モデルの構築を目指す。

参考文献

- 1) 建設省国土地理院：1:25000 土地条件図。2) 東京都土木技術研究所：東京低地の液状化予測、1987。3) 若松加寿江：日本の地盤液状化履歴図、東海大学出版会、1991。4) 株式会社インフォマティクス：SIS (Spatial Information System)。5) 東京都土木技術研究所：東京総合地盤図 東京都の地盤、技報堂出版、1977。6) 日本電子計算株式会社：Gsharp

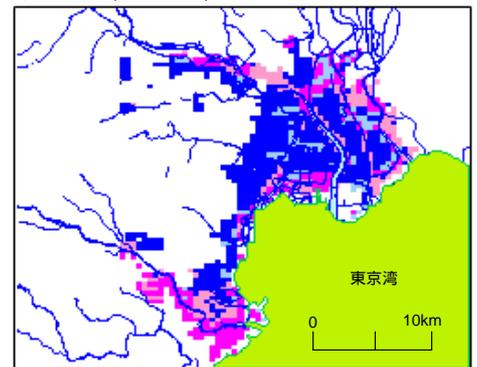
表・2 分析モデル

説明変数	カテゴリー区分	データ数	カテゴリースコア	レンジ
盛土地	0%	738	-0.27	1.55
	0～25%	165	-0.18	2位
	25～50%	71	0.07	
50%以上	174	1.28		
自然堤防	0%	530	-0.06	0.59
	0～25%	374	-0.07	6位
	25～50%	187	0.16	
50%以上	57	0.52		
旧河道	0%	1079	-0.06	1.71
	0～25%	59	0.76	1位
	25%以上	10	1.66	
高水敷	0%	921	-0.09	
河川	0～25%	171	0.25	5位
	25%以上	56	0.76	
	無(5%以下)	834	-0.22	
地下水	有	314	0.59	4位
	-3m以上	976	0.02	0.12
飽和砂層の合計厚	-3m以下	172	-0.10	9位
	3m以下	472	-0.32	0.54
シルト・粘土層の合計厚	3m以上	676	0.22	7位
	10m以下	555	0.10	0.18
震源域の縁からの距離	10m以上	593	-0.09	8位
	0～10km	245	0.50	0.98
	10～20km	124	-0.13	3位
	20～30km	586	-0.38	
30～40km	193	0.60		

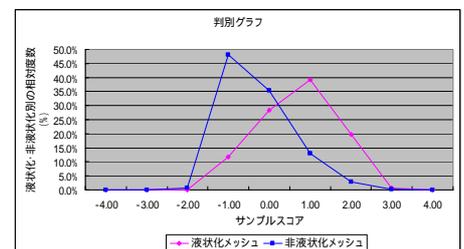
表・3 クロス集計表（メッシュ数）

	メッシュ数	再現時	
		液状化	非液状化
実地震時	メッシュ数	1148	652
	液状化	380	107
	非液状化	768	545

判別率的中率	71.3%
相関比	0.23
判別区分点	0.12



図・3 モデル再現図



図・4 判別グラフ