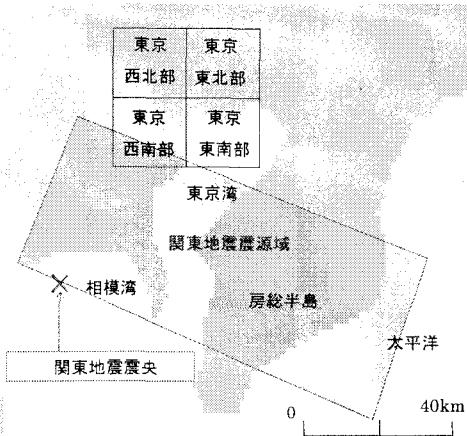


関東地震による液状化発生地域の要因分析

中部大学工学部 正 山田 公夫  
中部大学工学部 正 杉井 俊夫  
中部大学大学院 学 ○西尾 匡弘

1. まえがき

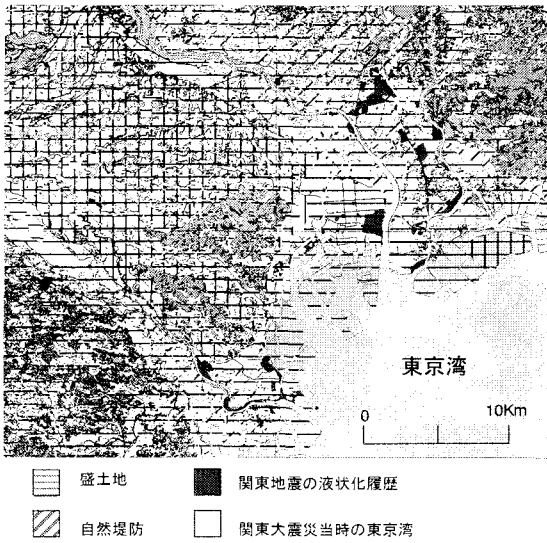
1964 年（昭和 39 年）に発生した新潟地震（M=7.5）が契機となり、液状化現象が注目されるようになった。液状化による被害は土木・建築物をはじめ電力、水道、電話、ガスなどのライフラインにもおよび、都市機能に大きな被害を与える。我が国の大都市は平野部の軟弱地盤地帯に発達しており、将来起こりうる地震に対して防災対策が行なわなければならない。著者らは、既往地震による液状化発生の要因分析を行なうことで大都市域の沖積地盤地帯のような広域に対して液状化発生の有無を容易にかつ合理的に判断し、液状化の一次判定および危険度マップの作成に利用できる液状化モデルの構築を目指している。本研究は、1923 年（大正 12 年）の関東地震によって発生した東京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<sup>1)</sup>ならびに液状化発生地区を S I S<sup>2)</sup>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の面積を求め、さらにそのメッシュ内で液状化が発生したか否かを調べた。そののち、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標高を説明変数として、一次判別関数法を用いて液状化発生の要因分析を行った。



図・1 研究対象地域

2. 研究対象地域と分析に用いた要因

対象とした地域は、図・1に示した範囲で旧建設省国土地理院発行の土地条件図に示された図名で言うと「東京西北部」、「東京西南部」、「東京東北部」、「東京東南部」の4地域である。これらの地域は、分析のために上述したように500メートル四方のメッシュに分割した。S I S上で作成した土地条件図を図・2に示す。液状化の要因分析を行う際、土地条件図の地形分類を地形要因として用いた。表・1からわかるように土地条件図には非常に多くの地形分類がなされている。本研究では、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地区と関東地震当時は陸地化されていなかった地区を分析対象外とした。その結果、分析対象メッシュは1843となった。関東地震による東京の液状化履歴は文献3)、4)を用いた。さらに分析では地形要因以外に、メッシュ内の標高や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も要因として用いた。



図・2 SIS 上で作成した土地条件図

3. 分析結果と考察

分析によって得られた分析モデルを表・2 に示す。このモデルには説明変数選択法の増減法を用いることにより F 値の信頼度を満たす要因のみが取り上げられている。表中の各説明変数において、判別係数の符号がプラスの場合は、その要因が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

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 緩衝状地      | 30 湖水       |
| 7 麓斜面     | 19 自然堤防      | 31 天井川の部分   |
| 8 崖線      | 20 砂丘        | 32 高水敷      |
| 9 土石流地    | 21 砂礫堆 砂礫州   | 33 低水敷 浜    |
| 10 平坦地    | 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

働くことを意味する。また、F 値は目的変数に対する説明変数の影響力の大きさを表すもので、値が大きい説明変数ほど液状化発生、非発生に寄与することになる。判別係数より「埋土地」や「高水敷」、「旧河道」など水部に近い地形要因が液状化を発生させる側に働いており、また、「震源域の縁からの距離」と「標高」は液状化を抑制させる側に働く要因となっている。「震源域の縁からの距離」が遠くなるほど、「標高」が高くなるほど液状化は発生しにくいことになる。

表・2 の分析モデルを分析対象とした 1843 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。表・2 に示したように判別率の中率は約 70% であるが、相関比は 0.15 で低い結果となった。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□表した。図・3 のモデル再現図と図・2 の土地条件図を比較するため、盛土地が多く存在する東京西南部、東南部、東北部に注目すると西南部、東北部では実地震時と再現時と合致した■と■のメッシュが多く存在することが確認できる。一方、東南部では合致しなかった□と■のメッシュが多々見られることから上述したように「震源域の縁からの距離」が遠くなるほど液状化は発生しにくいとは考えにくい。図・4 は判別得点結果から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、液状化発生・非発生の判別区分点は判別得点ゼロである。表・2 の判別係数からわかるようにすべての地形要因が液状化を発生させる側に働いており、液状化を抑制させる要因が「震源域の縁からの距離」と「標高」の 2 要因のため、図・3 に示すように液状化の可能性が高いと判断されたメッシュが多いという結果となった。

4. あとがき

液状化発生の一次判定などに利用できる液状化モデルの構築を目的に液状化の要因分析を行ったが、分析モデルの精度を表す相関比が低いことから、得られたモデルの信頼性が高いといえない。また、今回の分析モデルは地盤特性を考慮していないため、今後、地盤調査資料から得られる地盤情報を要因として追加することでより精度の高い分析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) 株式会社インフォマティクス：SIS (Spatial Information System)。 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) 東京都土木技術研究所：東京低地の液状化予測、1987。 5) 建設省国土地理院：数値地図 50m メッシュ (標高)、1997

表・2 判別関数より得られた分析モデル

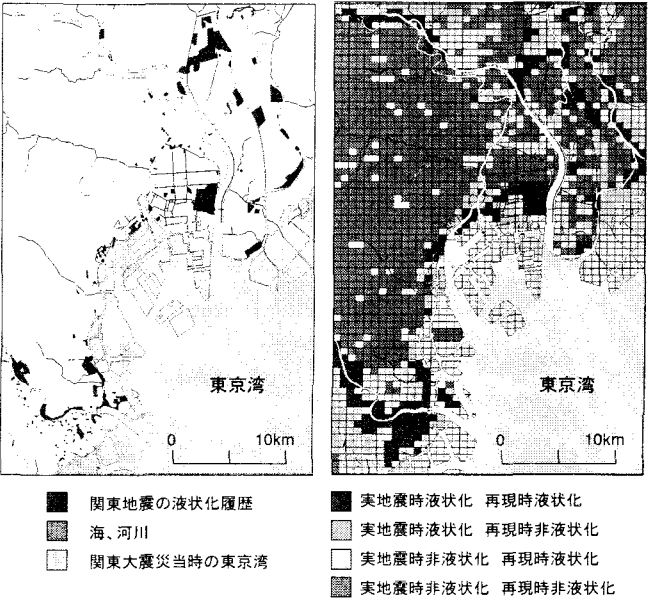
| 説明変数            | 判別係数   | F値      |
|-----------------|--------|---------|
| 標高              | -0.007 | 100.483 |
| 高水敷             | 0.060  | 64.909  |
| 震源域の縁からの距離 (km) | -0.028 | 13.759  |
| 自然堤防            | 0.017  | 15.660  |
| 盛土地             | 0.009  | 13.160  |
| 旧河道             | 0.063  | 11.411  |
| 埋土地             | 0.085  | 7.706   |
| 定数項             | 0.281  |         |

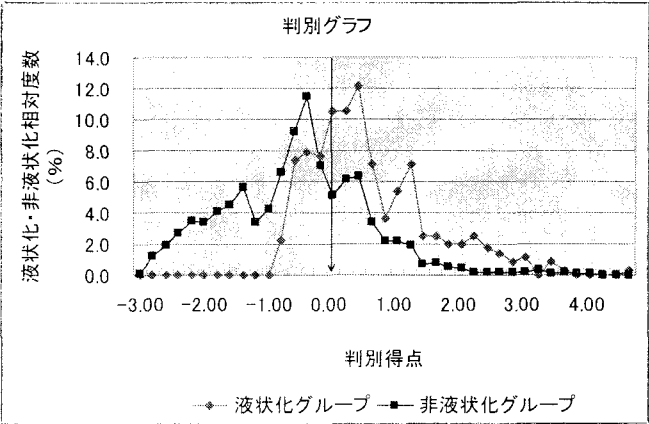
|            |       |
|------------|-------|
| 判別率の中率 (%) | 71.19 |
| 相関比        | 0.15  |

表・3 判別クロス表 (メッシュ数)

|         | 実地震時液状化 | 実地震時非液状化 | 全メッシュ数 |
|---------|---------|----------|--------|
| 再現時液状化  | 249     | 428      | 677    |
| 再現時非液状化 | 103     | 1063     | 1166   |
| 全メッシュ数  | 352     | 1491     | 1843   |



図・3 モデル再現図



図・4 液状化・非液状化の相対度数による判別グラフ