

5 . 液状化危険度の予測

5.1 概要

地震動の算出結果を用いて、道路橋示方書(2002)¹のPL法により 250mメッシュごとの液状化危険度を求めた。

5.2 検討の流れ

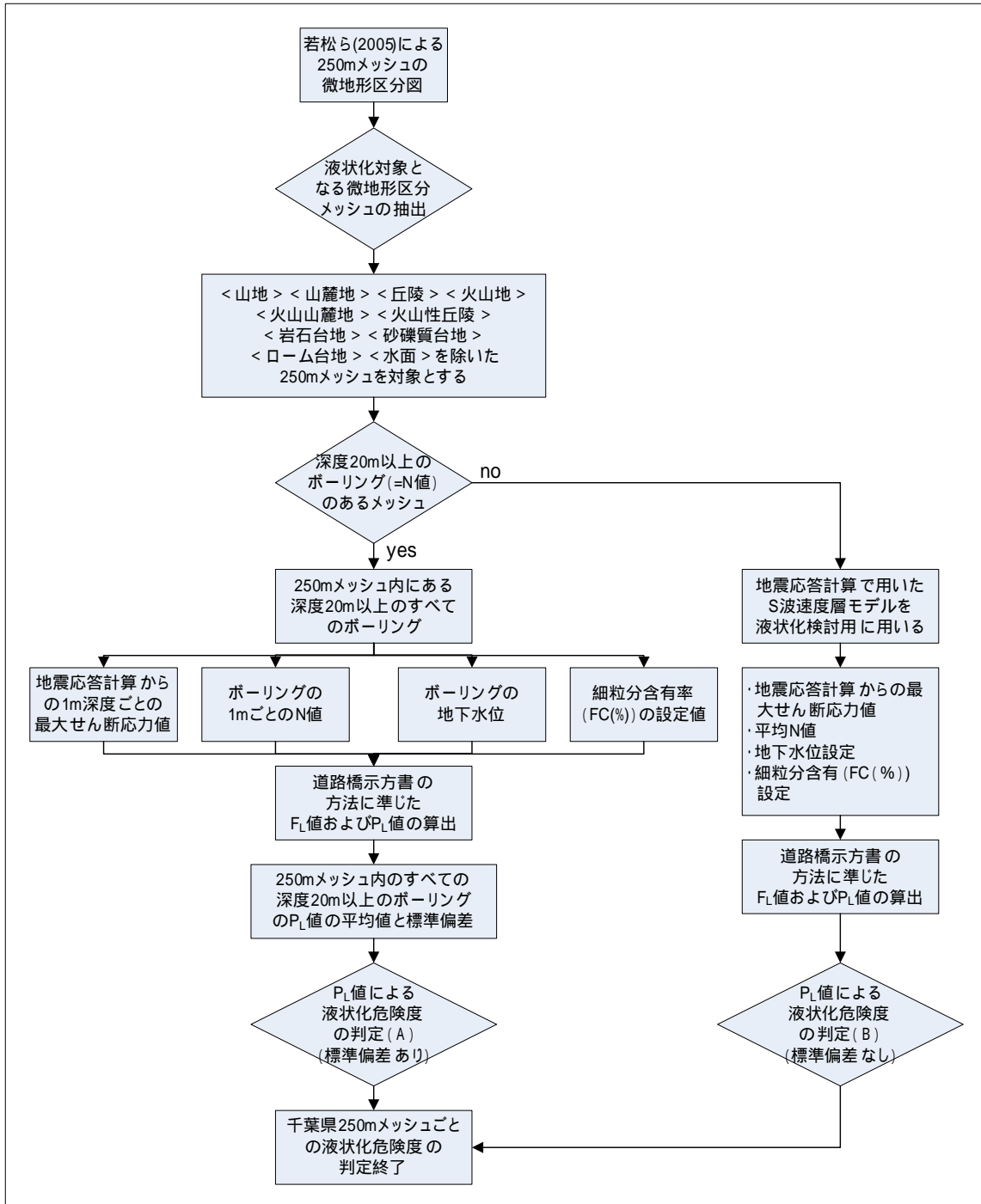


図 5.2-1 液状化危険度の想定フロー

5.3 液状化危険度の予測

1) 手法

液状化危険度の想定は、道路橋示方書(2002)に基づく PL 法によって行った。PL 法では、地震時に作用する地震動の強さ（最大せん断応力）と地盤のもっている液状化に対する抵抗力（液状化強度）を各深度で比較して判定し、その判定値を深さ方向に重みをつけて足し合わせ、地点での液状化危険度の指標となる PL 値を算定する。液状化判定の対象とする地層は、過去の液状化事例に基づいて、緩い砂を主体とする地層が深度 20m 以浅に現れる地下水位以深の地層とした。

液状化危険度は、岩崎他(1980)²による新潟地震等の液状化事例の評価に基づいた、PL 値と液状化危険度の関係から求めた。表 5.3-1 に PL 値による液状化危険度判定区分を示した。

計算結果については、250m メッシュでの結果を示すとともに、250m メッシュ内にあるボーリング地点ごとの評価も行った。

表 5.3-1 PL 値による液状化危険度判定区分（岩崎他(1980)に加筆）

	PL=0	0 < PL ≤ 5	5 < PL ≤ 15	PL > 15
PL 値による液状化危険度判定	液状化危険度は極めて低い。液状化に関する詳細な調査は不要	液状化危険度は低い。特に重要な構造物に対して、より詳細な調査が必要	液状化危険度がやや高い。重要な構造物に対してはより詳細な調査が必要。液状化対策が一般には必要	液状化危険度が高い。液状化に関する詳細な調査と液状化対策は不可避

項目	内容
定義式	$P_L = \int_0^{20} F \cdot W(Z) dz$ $F = \begin{cases} 1 - F_L & (F_L < 1.0) \\ 0 & (F_L \geq 1.0) \end{cases}$ $(P_L = \sum_{i=1}^n F \cdot W(Z) \Delta z)$ $W(Z) = 10 - 0.5 Z$ <p>PL : 流動化指数, W(Z) : 重み係数, Z : 深度 (m)</p>
判定基準	<p>PL = 0 : 液状化危険度は極めて低い。液状化に関する詳細な調査は一般に不要。</p> <p>0 < PL ≤ 5 : 液状化危険度は低い。特に重要な構造物に対して、より詳細な調査が必要</p> <p>5 < PL ≤ 15 : 液状化危険度がやや高い。重要な構造物に対してより詳細な調査が必要。液状化対策が一般に必要。</p> <p>15 < PL : 液状化危険度が高い。液状化に関する詳細な調査と液状化対策は不可避。</p>

PL の算出例

右の例は FL が連続的に求められないため、以下の式を

$$P_L = \int_0^{20} F \cdot W(Z) dz$$

次のように変形して求めたものである。

$$P_L = \sum_{i=1}^n F \cdot W(Z) \Delta z$$

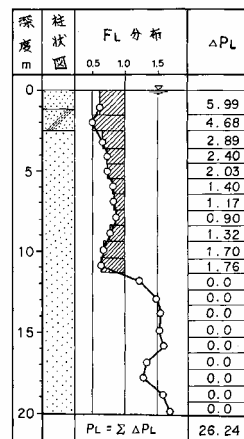


図 5.3-1 PL 法の概要（岩崎他(1980)に加筆）

2) 細粒分含有率

県内における沖積層砂質土の細粒分含有率 (Fc) の値を設定するために、図 5.3-2 に示した地点での沖積砂質土の粒度試験結果を収集した。

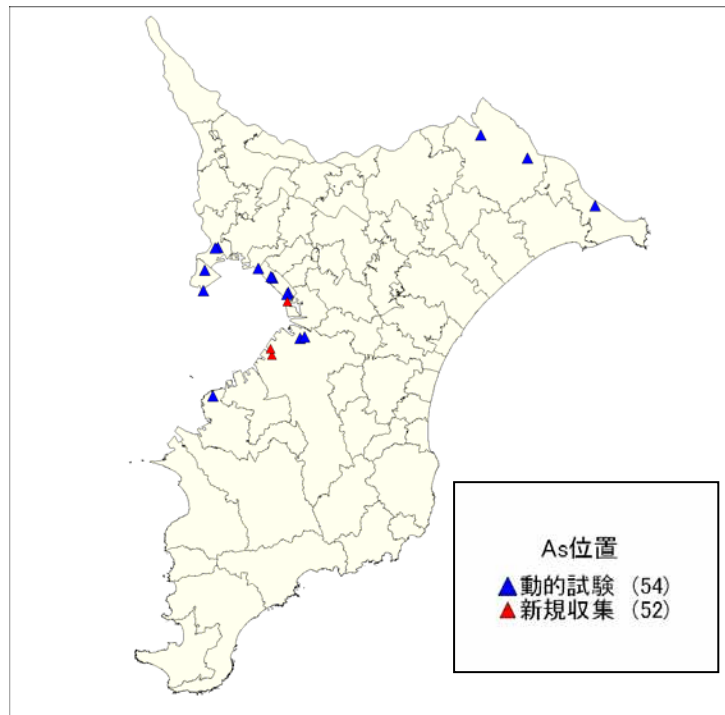


図 5.3-2 細粒分含有率 (Fc(%)) の設定に用いた粒度試験の位置

試験結果を基に、N値と細粒分含有率との関係を図 5.3-3 のように設定した。比較のために、亀井ら (2002)³ による東京低地の沖積砂質土の関係式を併せて示した。

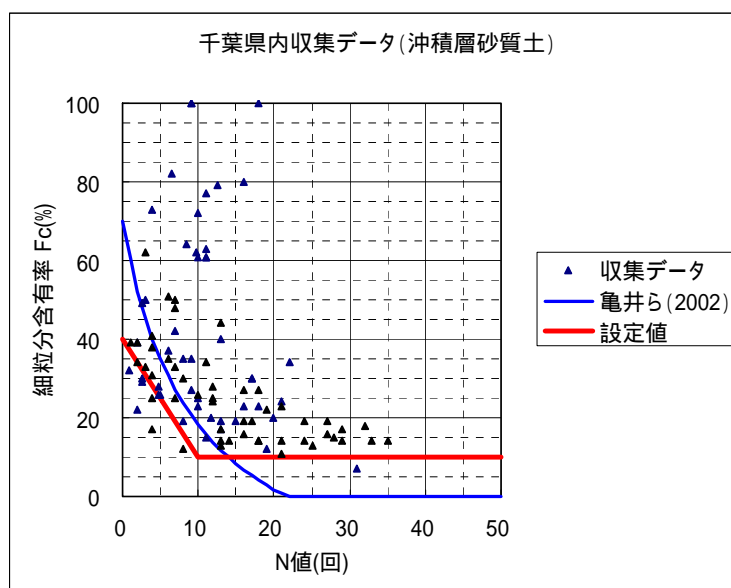


図 5.3-3 N 値と細粒分含有率 (Fc(%)) との関係

3) 地下水位

各地点における地下水位については、ボーリングデータの孔内水位の値から図 5.3-4(1)のような地下水位分布図を作成して求めた。この地下水位分布図から液状化判定対象地点のみを抽出して図 5.3-4(2)に示した。

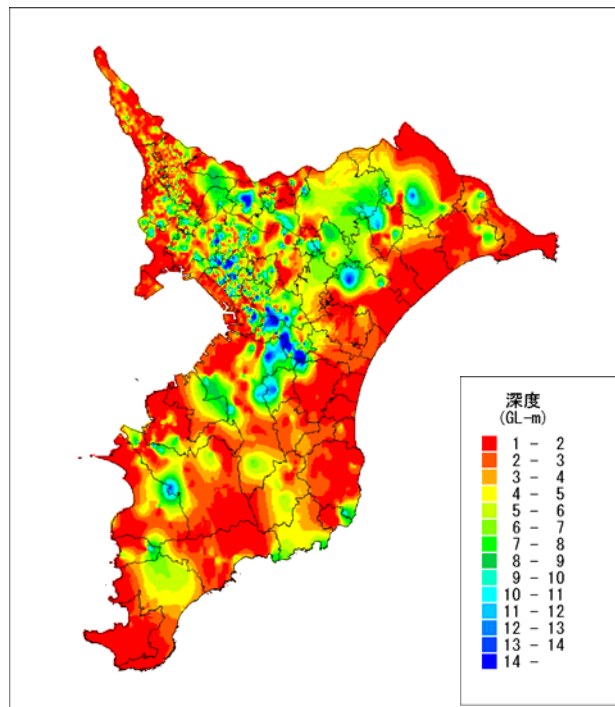


図 5.3-4(1) ボーリングの孔内水位から求めた地下水位分布（深度表示）

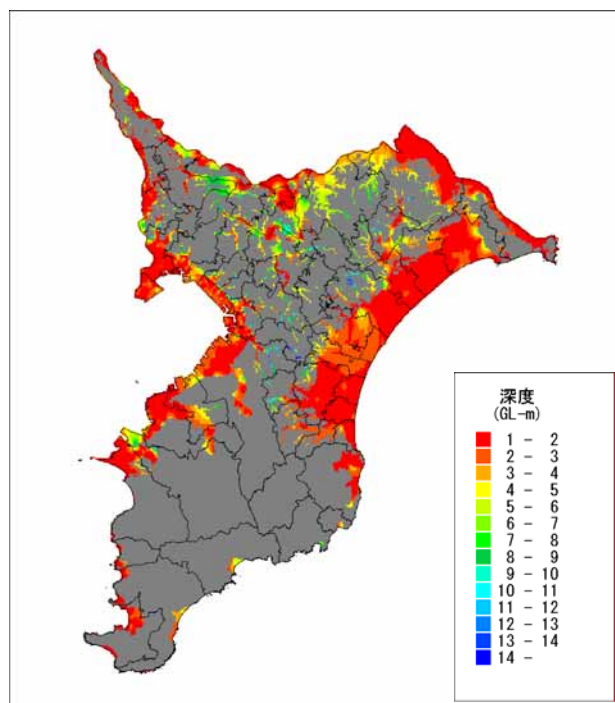


図 5.3-4(2) ボーリングの孔内水位から求めた地下水位分布（深度表示・液状化対象層のみ：図の灰色は対象外）

5.4 液状化危険度予測結果の考察

1) 1987年千葉県東方沖地震の被害状況

図 5.4-1 に若松による日本の地盤液状化履歴図(1991)⁴における 1987 年千葉県東方沖地震の液状化発生地点を示した。また、図 5.4-2 に 1987 年千葉県東方沖地震の際の 1kmメッシュの平均液状化面積率を示した。

2) 東京湾北部地震

東京湾沿岸の埋立地・低地部を中心として、液状化危険度が高い地域が広く分布する(図 5.4-3)。内陸の河川沿いの谷底低地についても液状化危険度が高い地域が分布するが、東京湾沿岸の低地部に比べ液状化による地盤の流動化などの被害は少ないと考えられる。九十九里地域での液状化の危険度は、一部を除きあまり高くない。

3) 千葉県東方沖地震

九十九里低地の一部及び東京湾沿岸の低地部の一部に液状化危険度が高い地域が分布する(図 5.4-4)。1987 年東京湾北部地震での液状化履歴図と比較すると、細かい違いはあるものの、おおむね分布傾向は類似している。

4) 三浦半島断層群による地震

県南西部の君津市、富津市などの東京湾沿岸地域に液状化危険度が高い地域が分布し、それを囲むような地域や小櫃川沿いに液状化危険度がやや高い地域が分布する(図 5.4-5)。

液状化予測結果は、予測で用いるために設定した砂の細粒分含有率に影響を受ける。今回は、図 5.3-3 に示すように、標準貫入試験の N 値との関係でほぼ下限値を採用している。これは、千葉県の東京湾沿岸に広がる埋立地の液状化評価を考慮したものである。つまり、埋立地では細粒分含有率の異なる種々の砂が不規則に分布しており、細粒分含有率が一定とは考えられないことから、従来の定数よりやや液状化しやすい定数設定となっている。

今回の検討では、250m メッシュの液状化危険度の評価の他に、ボーリング地点ごとの評価も行っている。250m メッシュ内に複数本ボーリングがある地域では、ボーリング地点ごとの液状化危険度を用いて、250m メッシュでの液状化危険度の評価の幅もみることができる。

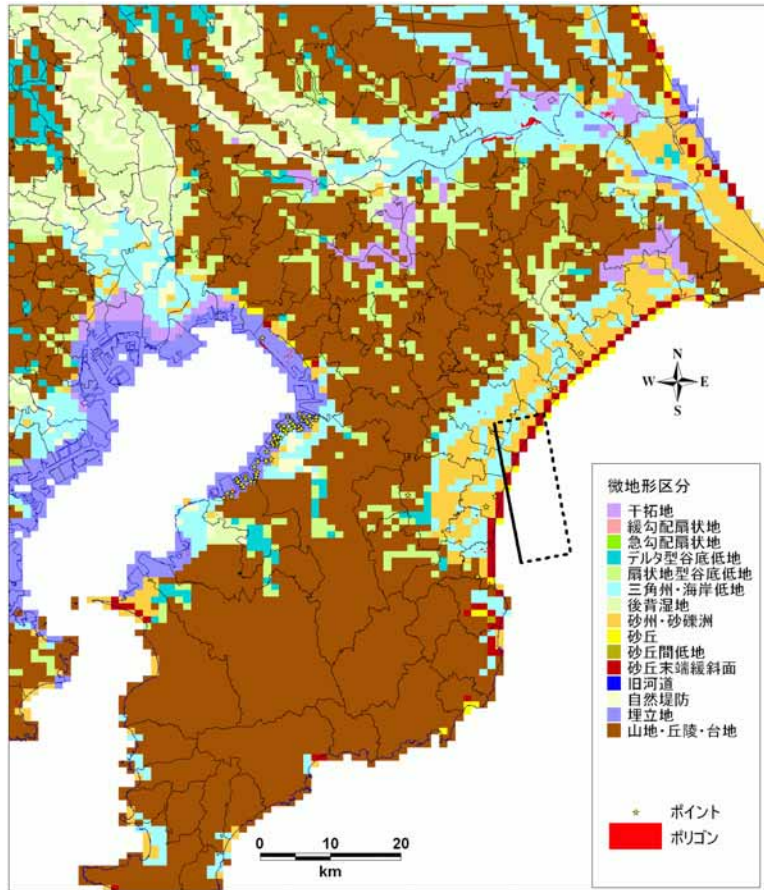
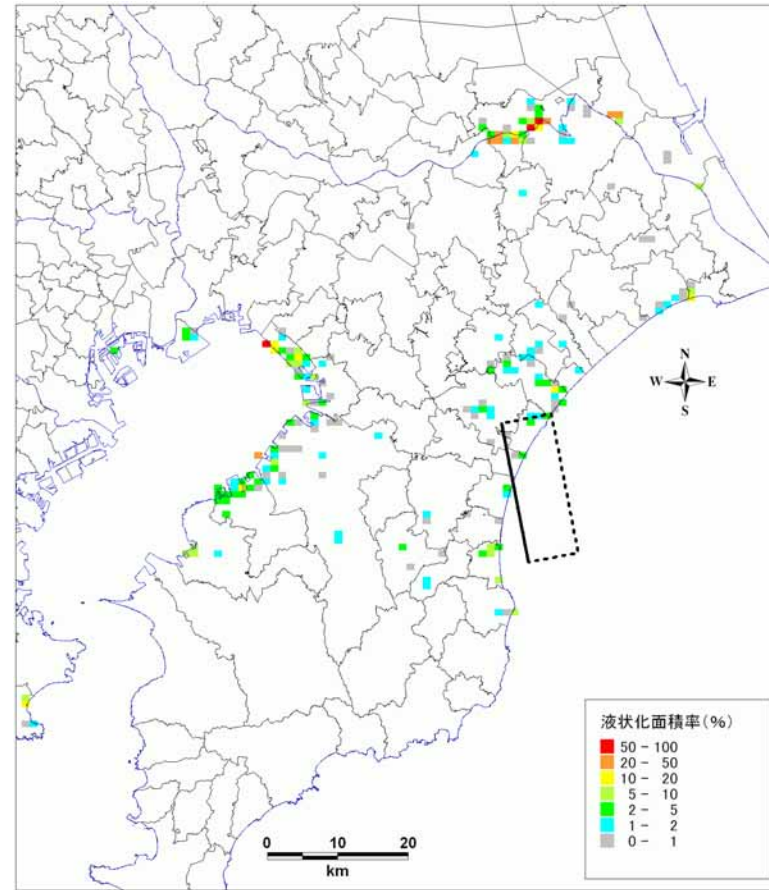


図 5.4-1 1km メッシュ微地形区分と 1987 年千葉県東方沖地震の液状化範囲 (若松(1991))
(液状化発生地点のポイントとポリゴンの違いは、元文献による)



佐原市・東町・神崎町の利根川沿いの三角州・海岸低地での広範囲の液状化面積の箇所は、利根川の三日月湖を利根川の浚渫砂で埋め立てた箇所が、大規模に液状化したと報告されている。(風岡ほか(1989)⁵)

図 5.4-2 千葉県東方沖地震における 1km メッシュの平均液状化面積率

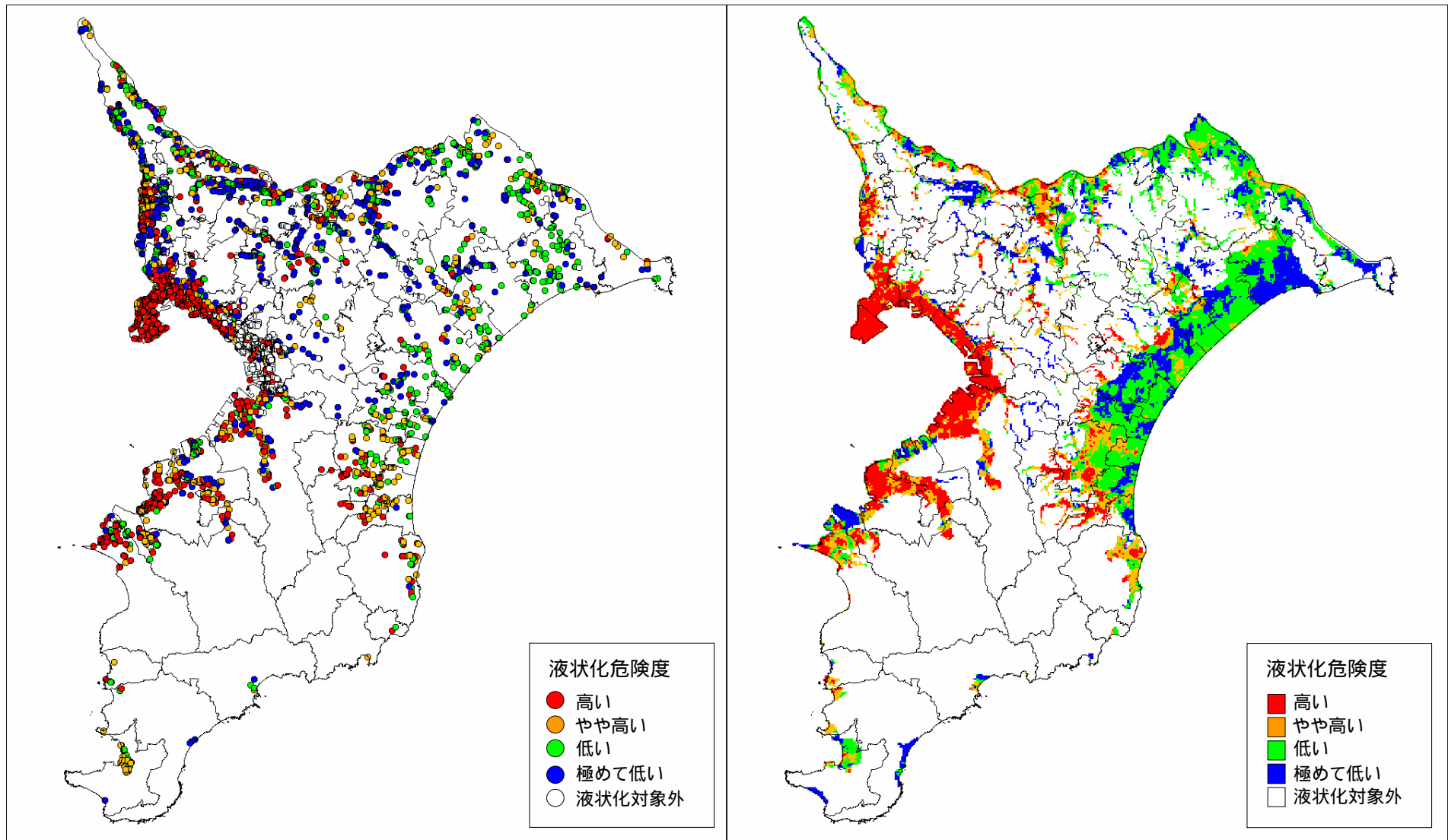


図 5.4-3 液状化分布図 (東京湾北部地震)(左: ボーリング地点での計算結果 右: 250m メッシュでの計算結果)

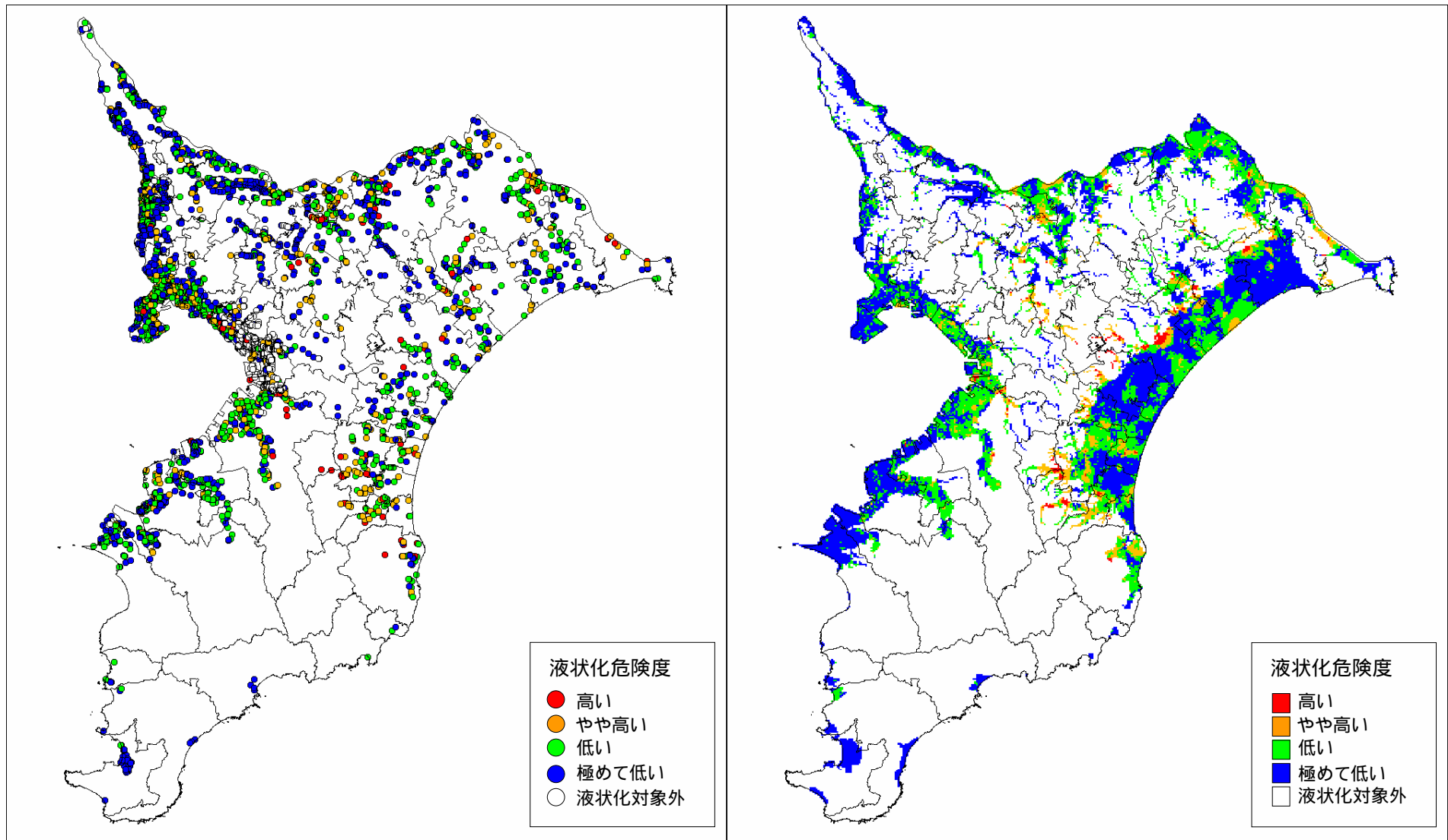


図 5.4-4 液状化分布図 (千葉県東方沖地震) (左: ボーリング地点での計算結果 右: 250m メッシュでの計算結果)

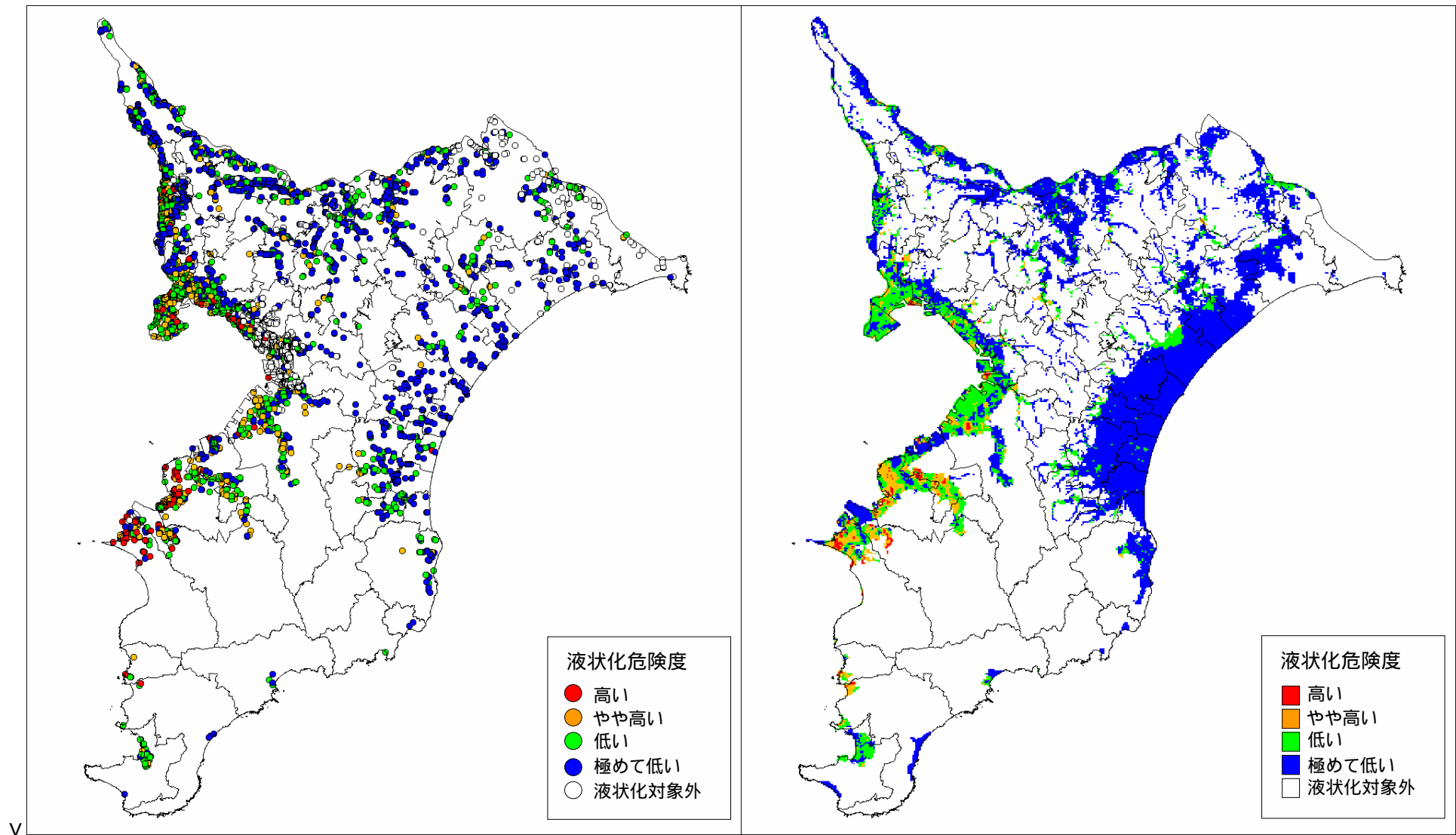


図 5.4-5 液状化分布図（三浦半島断層群による地震）（左：ボーリング地点での計算結果 右：250m メッシュでの計算結果）

参考文献

- 1 日本道路協会(2002)：道路橋示方書・同解説 耐震設計編，平成 14 年 3 月
- 2 岩崎敏男、龍岡文夫、常田賢一、安田 進(1980)：地震時地盤液状化の程度の予測について、土と基礎、Vol.28、No.4、23-29
- 3 亀井祐聡・森本巖・安田進・清水善久・小金丸健一・石田栄介(2002)：東京低地における沖積砂質土の粒度特性と細粒分が液状化強度に及ぼす影響、地盤工学論文報告集、vol.42、No.4、pp.101-110.
- 4 若松 加寿江(1991)：日本の地盤液状化履歴図、東海大学出版会
- 5 風岡修・楠田隆・楡井久・佐藤賢司・鈴木一男・Ungkap Lumban Batu・風戸孝之・香村一夫・原雄・古野邦雄(1989)：1987 年千葉県東方沖地震時に液状化した地層、日本地質学会学術大会講演要旨、Vol.96(19890425)、p.657