

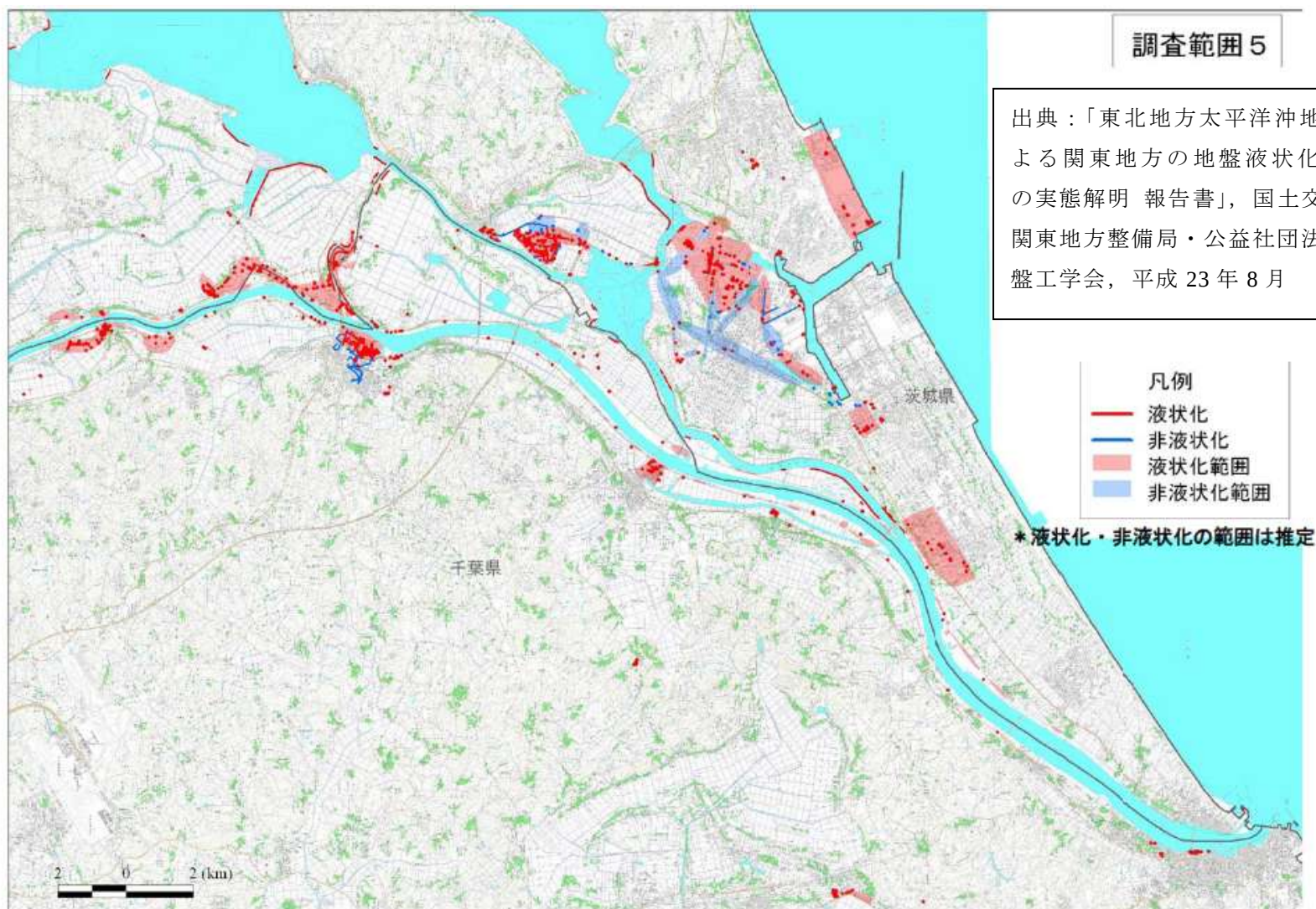


図 2.3-7 液状化調査範囲位置図その 5（利根川下流域（佐倉～銚子），霞ヶ浦南東部）

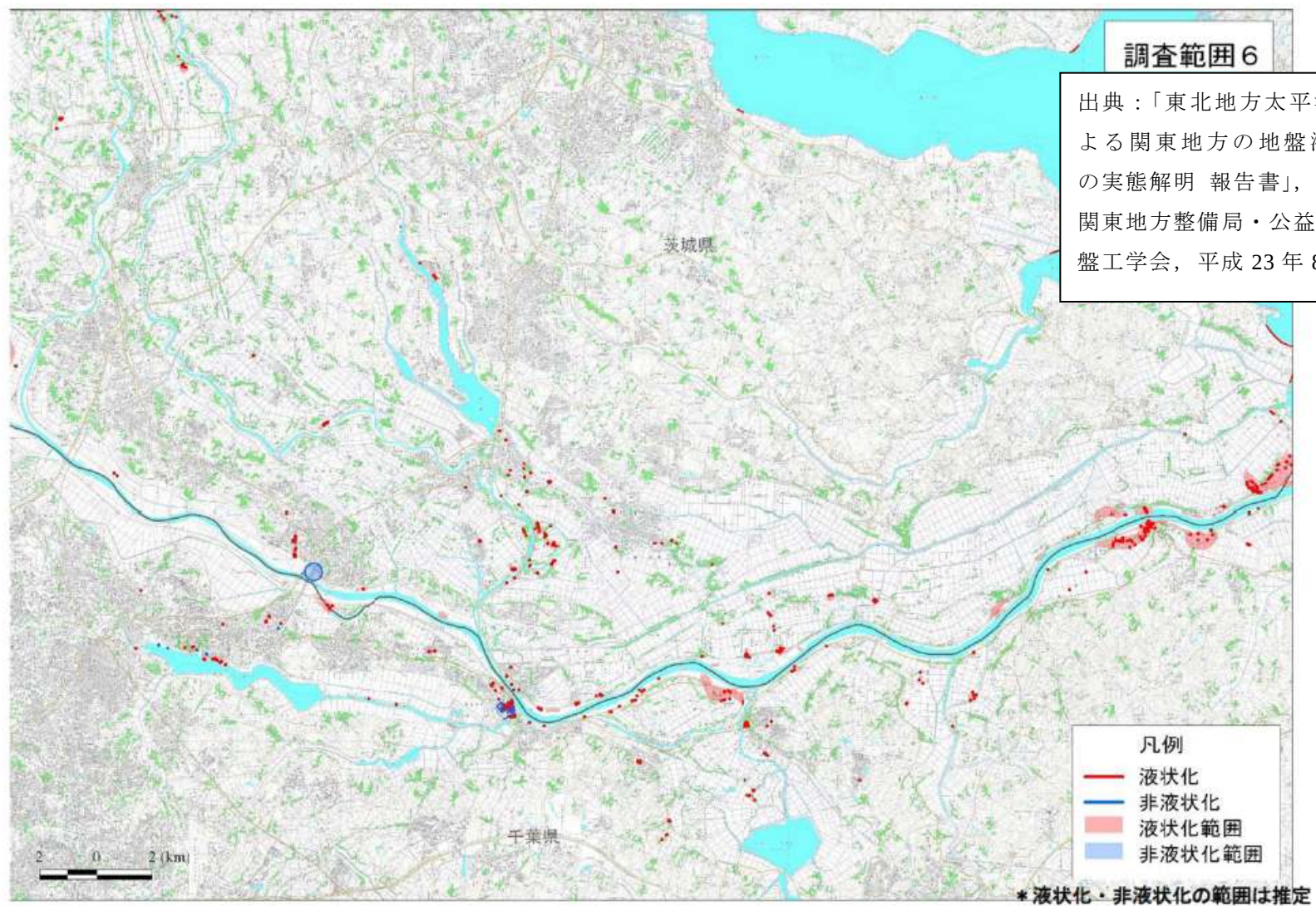


図 2.3-8 液状化調査範囲位置図その 6（利根川下流（我孫子～佐倉），霞ヶ浦西部）

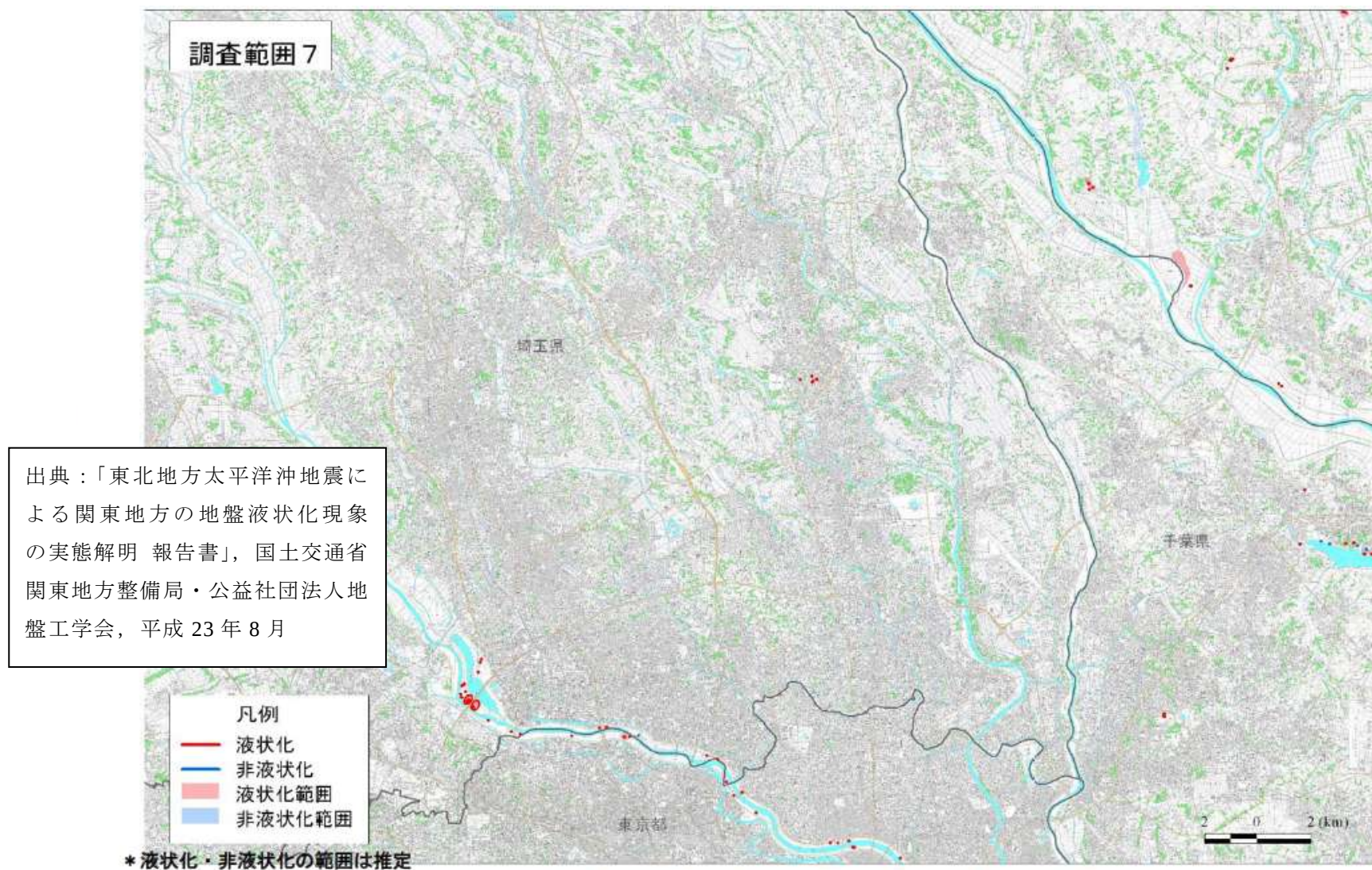
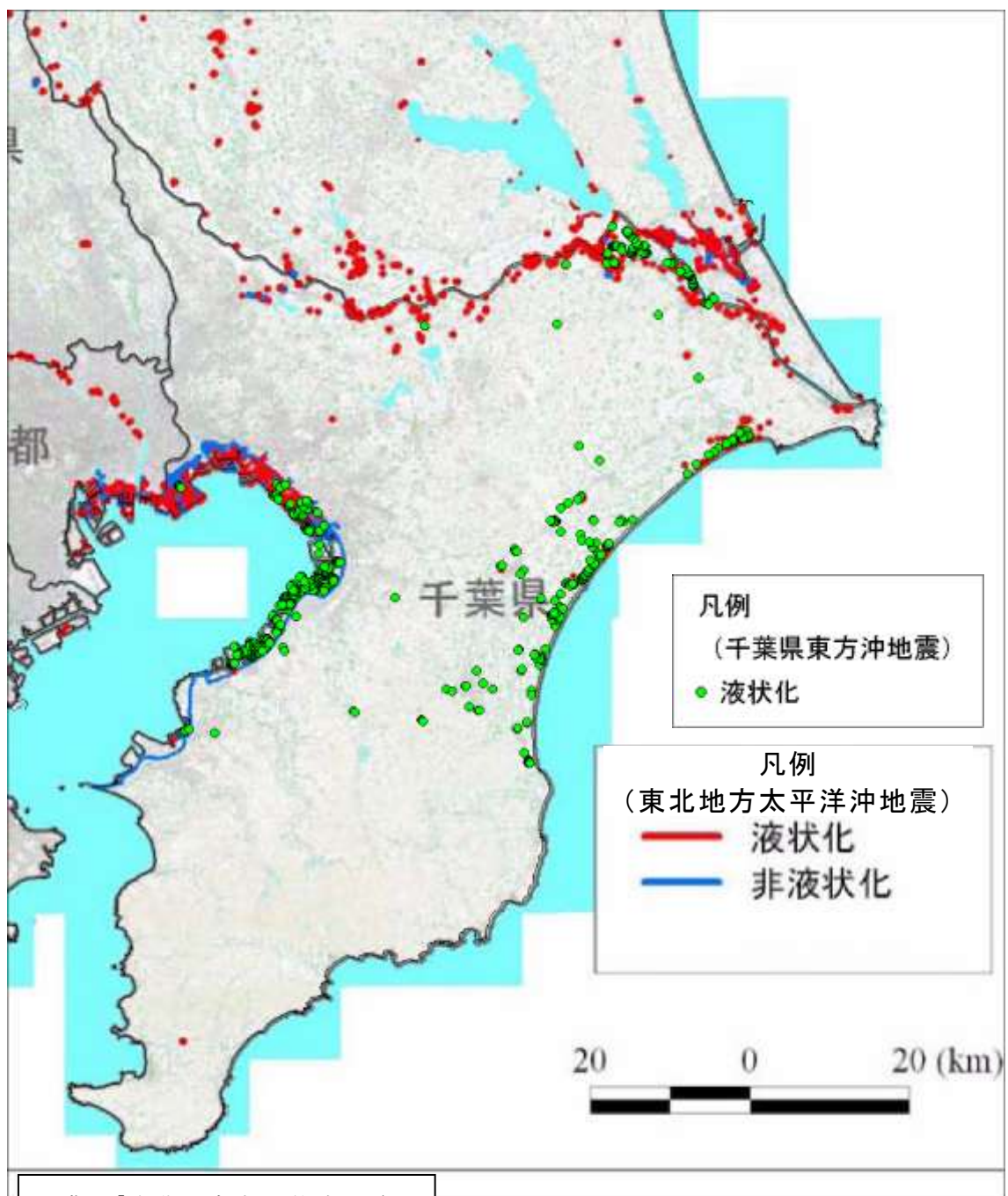


図 2.3-9 液状化調査範囲位置図その 7（荒川下流北部，古利根川流域南部）



出典：「東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態解明 報告書」，国土交通省関東地方整備局・公益社団法人地盤工学会，平成 23 年 8 月に千葉県環境センターによる調査結果を重ね書き

図 2.3-10 東北地方太平洋沖地震と千葉県東方沖地震の液状化範囲の比較

2.4 千葉県内の液状化の再現

2.2 節で求めた 250m メッシュ地表加速度分布と、新しく作成した地盤モデルを用いて、千葉県全域について液状化の再現計算を試みた。

再現計算の手法については、平成 19 年度調査と同様に、FL 法により 1m 毎の FL 値を求め、これを深さ方向に重み付けして積分した値である PL 値を求めた。

FL 値の計算手法は、道路橋示方書（2002）の N 値に森本ら（2002）の手法により細粒分含有率の影響を考慮する方法「（以下、「東京ガス方式」とする）、および建築基礎構造設計指針（2001）（以下、「建築基礎」とする）の 2 通りとした。

それぞれの計算条件は以下の通りである。

1) 東京ガス方式

- ・細粒分の影響を補正する N 値（ ΔN ）：以下の森本ら（2002）による式を採用した。

$$N_a = N_1 + \Delta N$$

$$\Delta N = 0 (F_c = 8\%)$$

$$= 20.769 \times \log_{10}(F_c) - 18 (8\% \leq F_c < 40\%)$$

$$= 15.27 (F_c \geq 40\%)$$

ただし、

N_a ：道路橋示方書の液状化強度比を推定する式における粒度の影響を考慮した補正 N 値

N_1 ：有効上載圧 100kN/m² 相当に換算した N 値

ΔN ：東京低地における細粒分の影響を補正する N 値

- ・地震のタイプについては、 $C_w=0.8$ とした。

2) 建築基礎

- ・地震のマグニチュードについては、9.0 とした。

物性値については、N 値と F_c （細粒分含有率）の関係については、今回の現地調査で得られた知見を元に関係式を設定した。（3 章参照）それ以外の値については、平成 19 年度調査による値を採用した。

東京ガス方式による液状化の分布を図 2.4-1(1)に、建築基礎による液状化の分布を図 2.4-1(2)に示した。また、東京湾岸地域を拡大して図 2.4-2(1)(2)に示した。

上述したとおり、FL 値の計算手法は複数の手法があるため、両方の手法で PL 値を算出し、それぞれの結果図を並列して示した。何れの結果を採用するかについては、委員会での討議をお願いしたい。

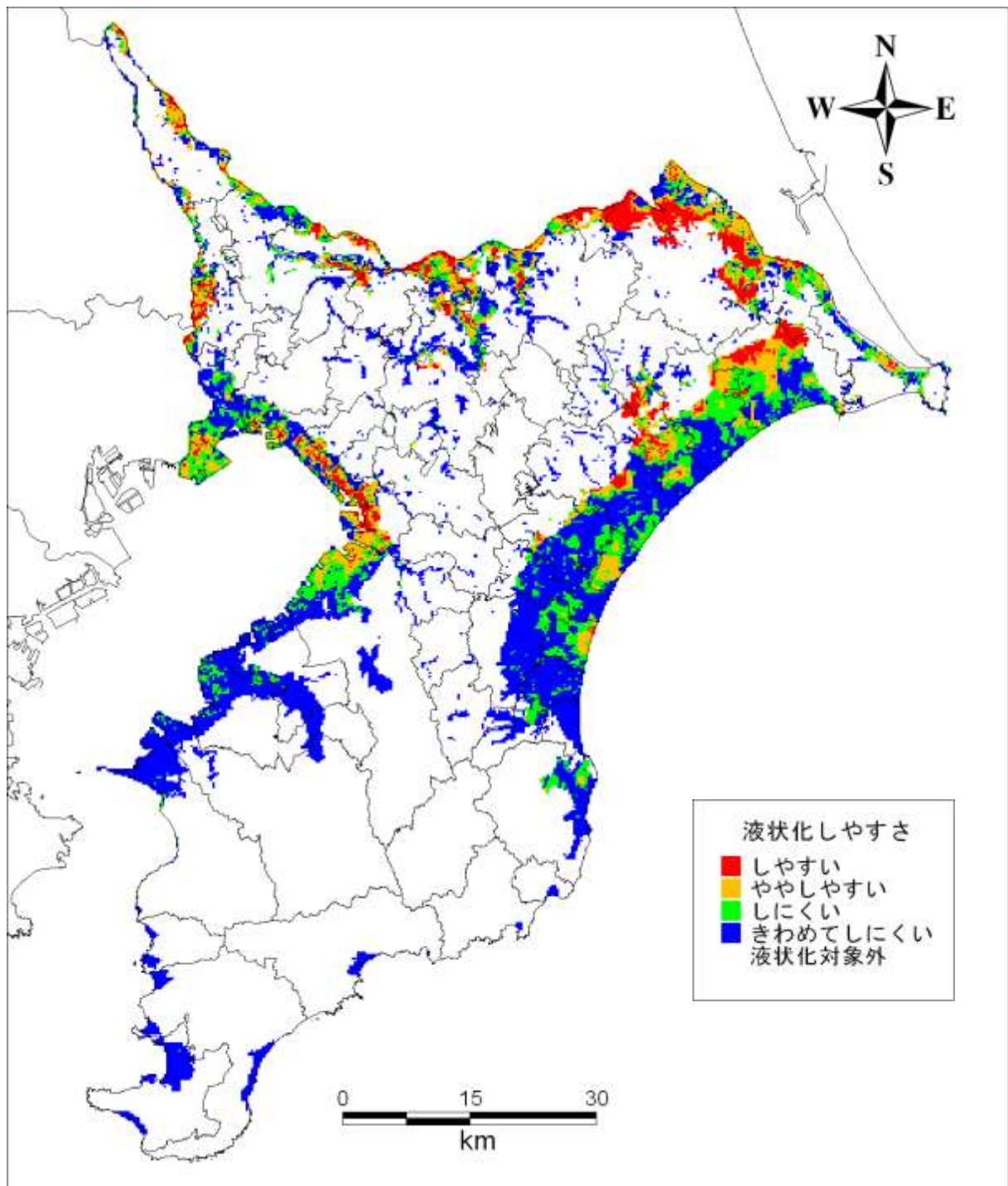


図 2.4-1(1) 東北地方太平洋沖地震の液状化再現計算結果
(東京ガス方式)

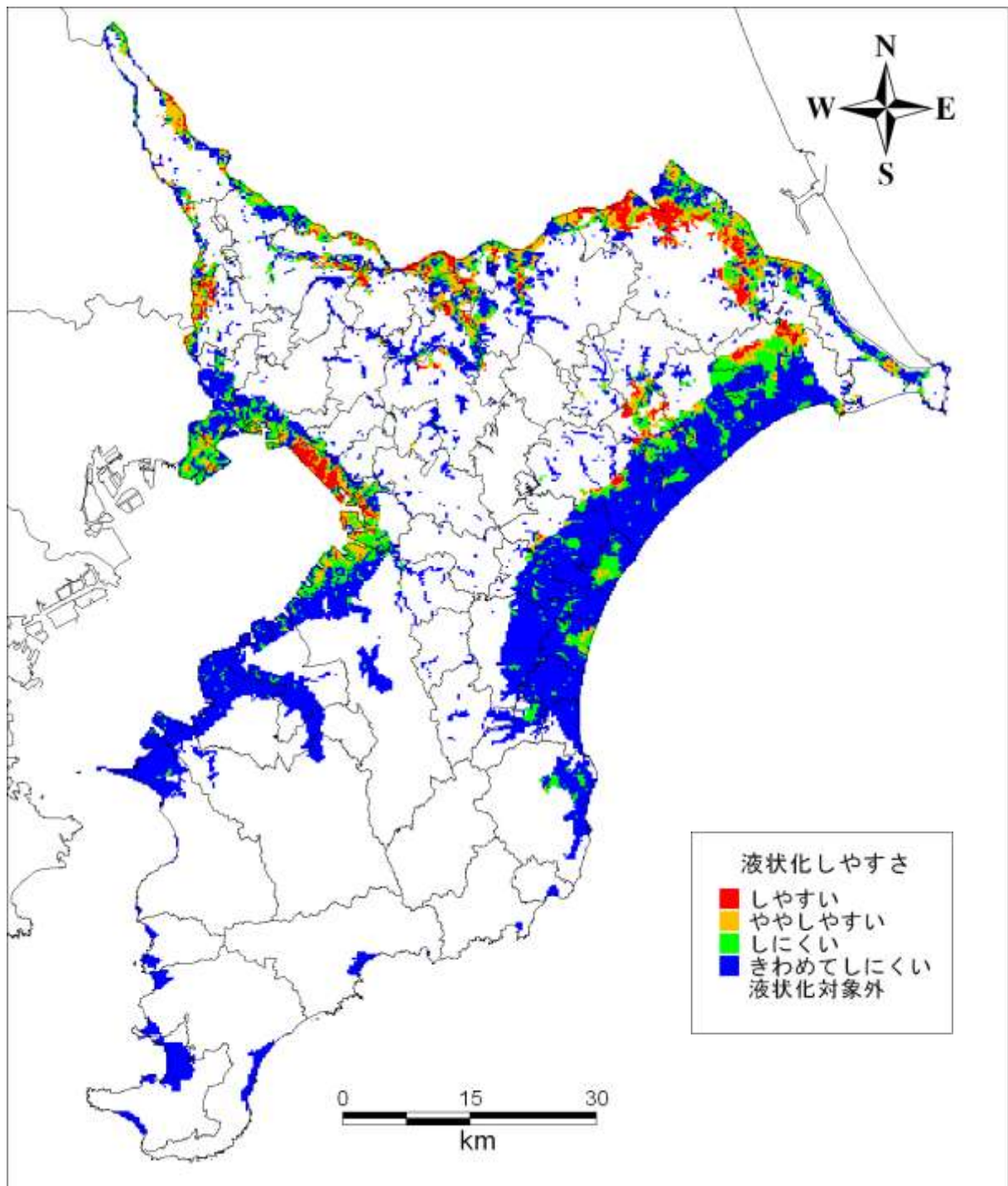


図 2.4-1(2) 東北地方太平洋沖地震の液状化再現計算結果
(建築基礎)

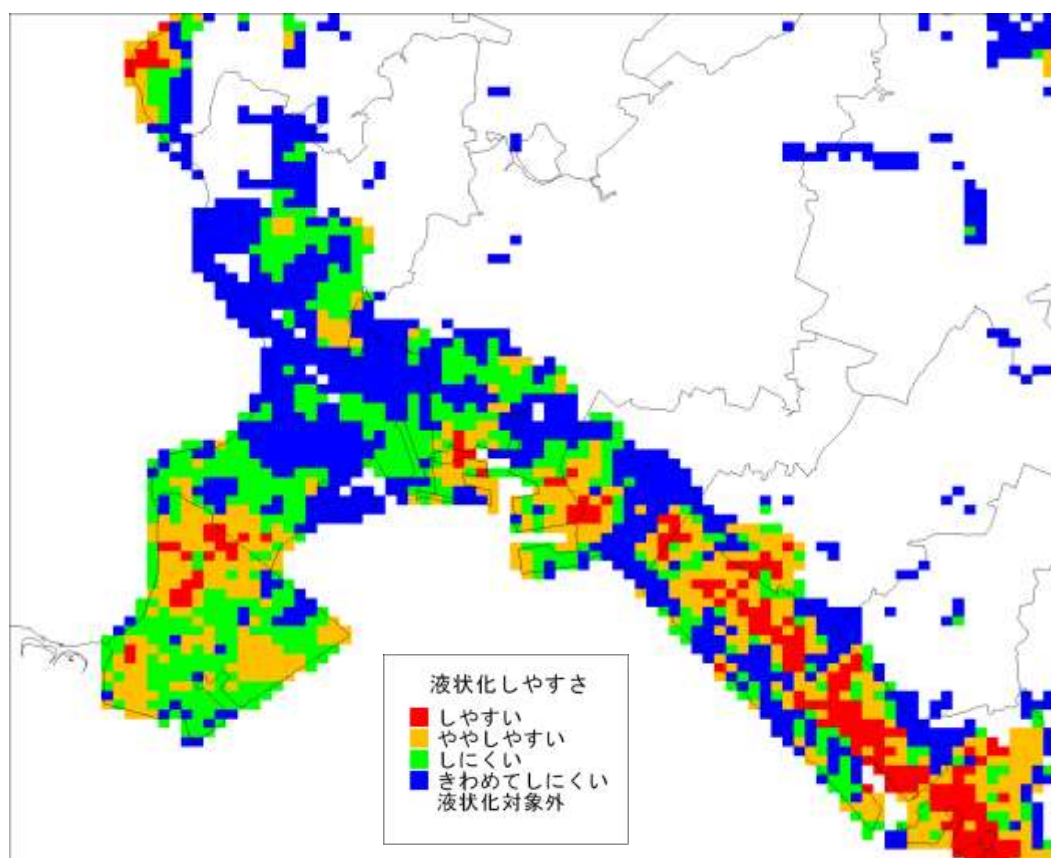


図 2. 4-2(1) 東北地方太平洋沖地震の液状化再現計算結果（東京ガス方式）

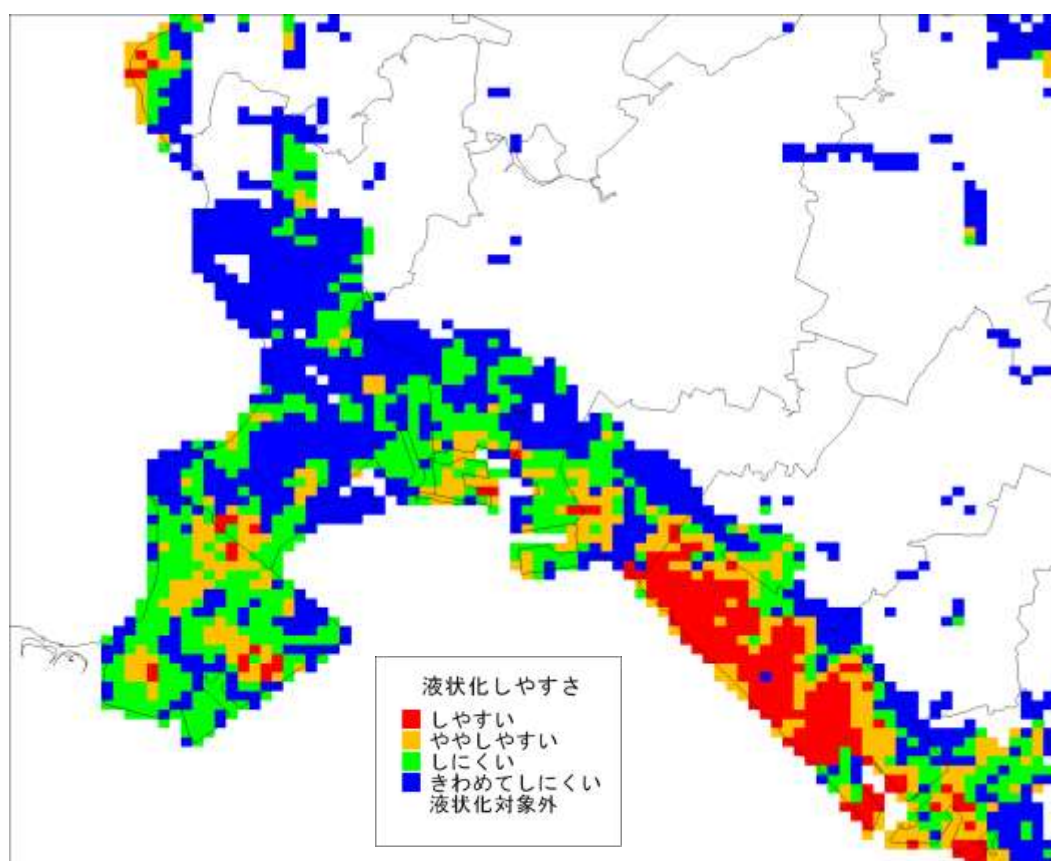


図 2. 4-2(2) 東北地方太平洋沖地震の液状化再現計算結果（建築基礎）

3. 千葉県内の液状化被害の要因分析

3.1 地域ごとの細粒分含有率 F_c の設定

本液状化対策調査では、千葉県内 20 点においてボーリング調査を実施した。ボーリング調査では、標準陥入試験により、地盤の N 値を測定する。

ボーリング調査により得られたコア資料は、粒度試験を行い、細粒分（ $75\mu\text{m}$ 以下の土粒度）の割合を求める。これを細粒分含有率（ F_c ）と言う。

N 値と細粒分含有率 F_c は、地震時の地盤の液状化判定を行う際に必要な試験値である。本章では、各地域ごとに N 値と細粒分含有率 F_c の相関性について検討した。

平成 19 年度地震被害想定では、図 3.1-1 に示す地点でボーリング調査と粒度試験を実施し、図 3.1-2 に示す千葉県内の沖積砂質土の細粒分含有率 F_c と N 値の相関図が得られている。

図 3.1-3(1)～(2)に千葉市美浜区、浦安市、習志野市をまとめた湾岸地域の補正 N 値（ N_1 値）と細粒分含有率 F_c の分布と、本調査による推定式、および、亀井他による式を比較して示す。

図 3.1-3(3)～(4)には、香取市と我孫子市をまとめた利根川流域の補正 N 値（ N_1 値）と細粒分含有率 F_c の分布と、本調査による推定式、および、亀井他による式を比較して示す。

本調査による推定式は、観測値に比べると、ややばらつきが認められるものの、亀井他^{*)}による経験式と、ある程度整合しているのが分かる。



図 3.1-1 平成 19 年度地震被害想定における粒度試験の調査地点

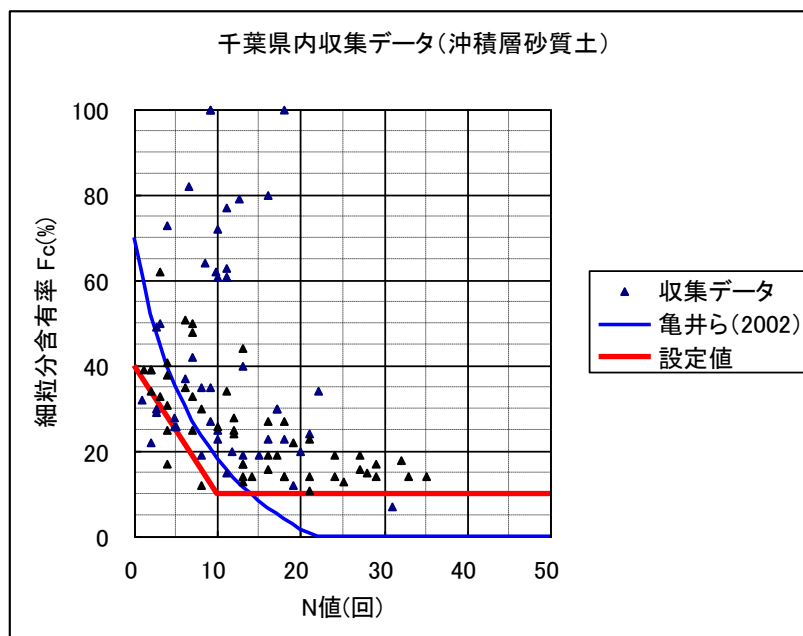


図 3.1-2 平成 19 年度地震被害想定 of N 値と細粒分含有率 ($F_c(\%)$) との関係

精査中

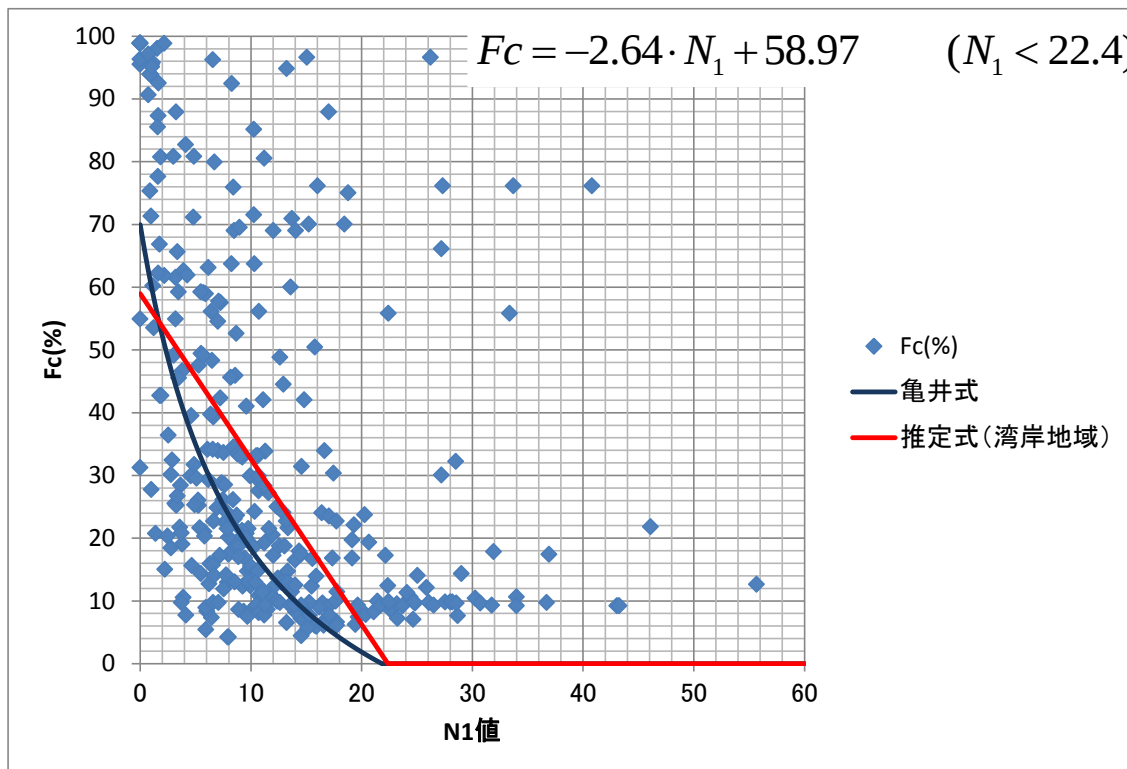


図 3. 1-3 (1) 湾岸地域（浦安市，美浜区，習志野市）の沖積砂層の N_1 — F_c の分布と推定式

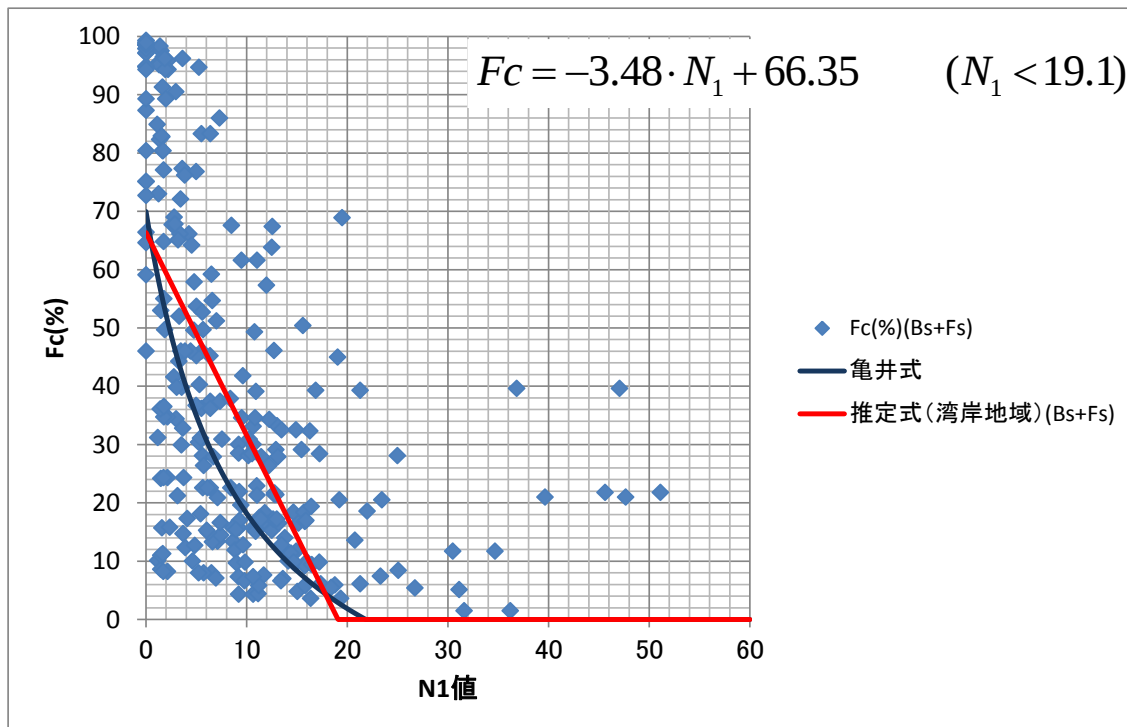


図 3. 1-3 (2) 湾岸地域（浦安市，美浜区，習志野市）の盛土・浚渫土層の N_1 — F_c の分布と推定式

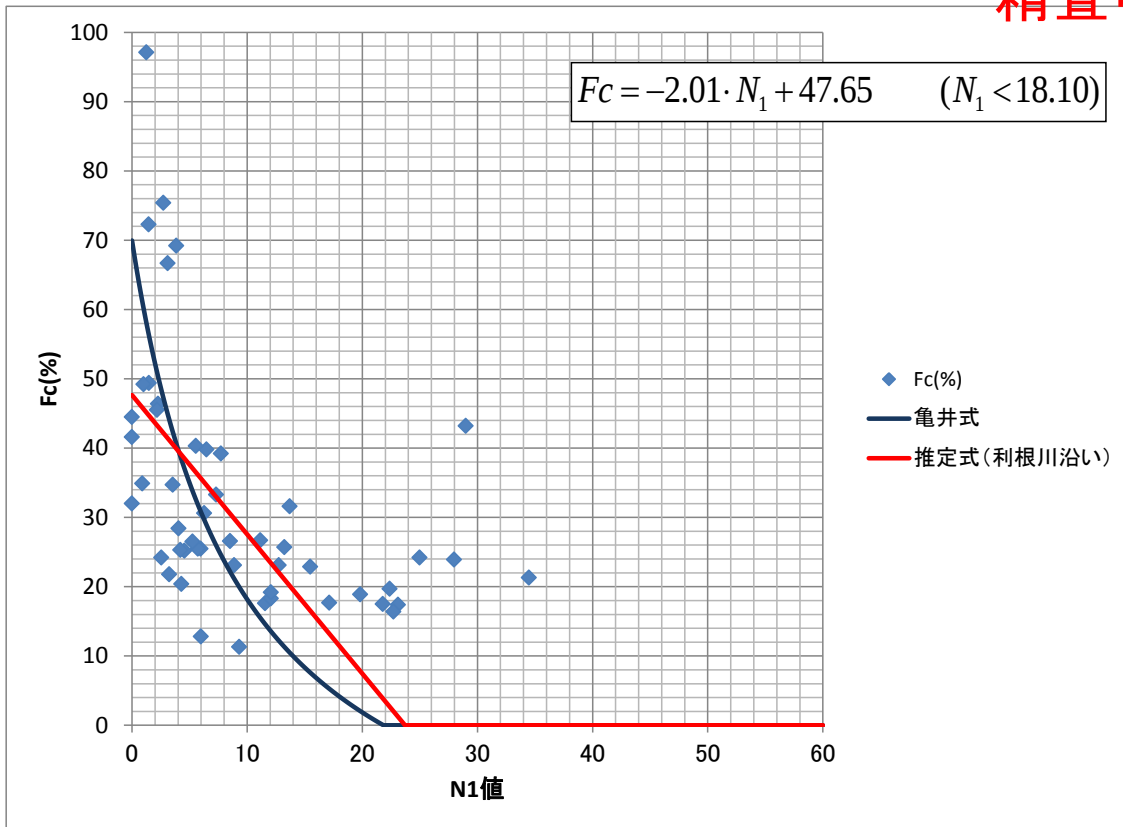


図 3.1-3(3) 利根川沿い（香取市，我孫子市）の沖積砂層の N_1 — F_c の分布と推定式

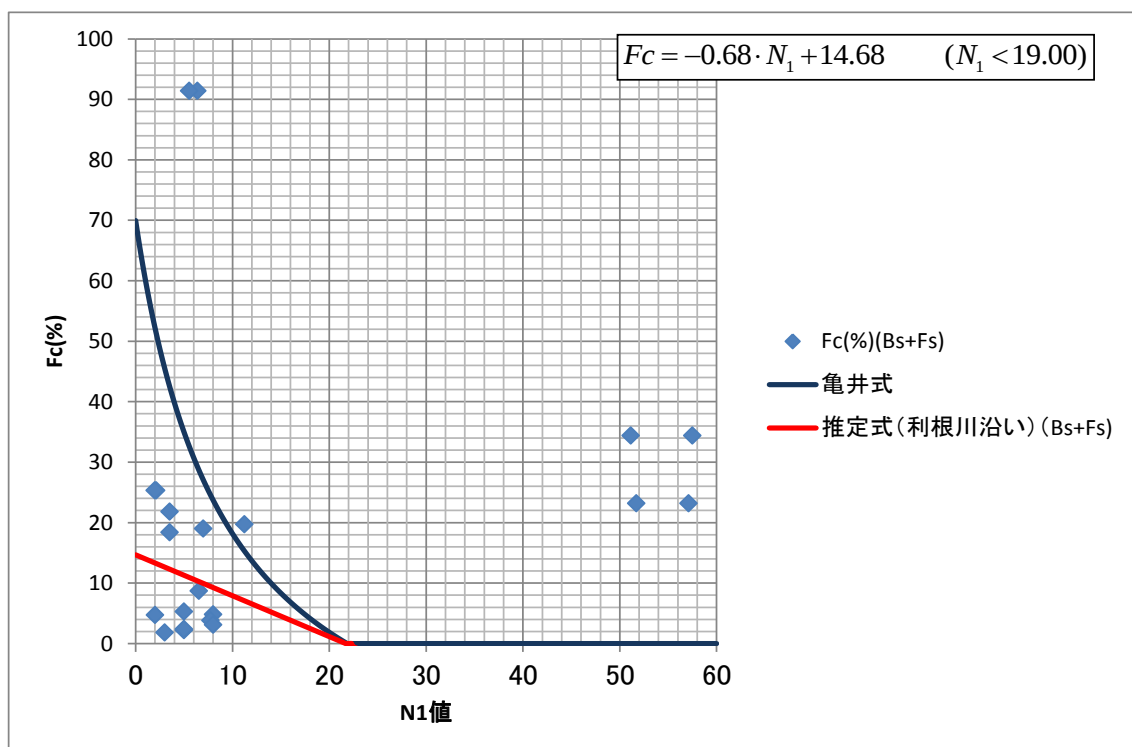


図 3.1-3(4) 利根川沿い（香取市，我孫子市）の盛土・浚渫土層の N_1 — F_c の分布と推定式

3.2 PL 值分布图

本節では、得られたボーリング・コア資料より、液状化指標である FL 値、及び、PL 値を算出する。

FL, 及び PL 値は,

- 道路橋示方書 (2002)
- 森本他 (2002)
- 建築基礎構造設計指針 (2001)

の手法を用いる.

道路橋示方書による PL 値の概要を図 3.2-1 に示す.

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_L : 流動化指数, $W(Z)$: 重み係数, Z : 深度 (m)
判 定 基 準	$P_L = 0$: 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。 $0 < P_L \leq 5$: 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 $5 < P_L \leq 15$: 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。 $15 < P_L$: 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。

PLの算出例

右の例は F_L 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。

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

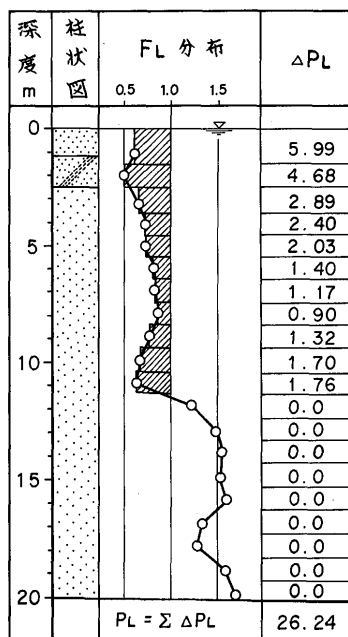


図 3.2-1 P_1 法の概要 (岩崎他(1980)に加筆)

岩崎他（1980）では、PL 値と液状化危険度被害の判定区分を表 3.2-1 のように定義している。本資料では、岩崎他の液状化危険度を、液状化しやすさと呼ぶことにする。

表 3.2-1 PL 値による液状化危険度判定区分（岩崎他（1980）に加筆）

	PL=0	$0 < PL \leq 5$	$5 < PL \leq 15$	$PL > 15$
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

建築基礎構造設計指針では、地表面における設計加速度 α_{max} 、及びマグニチュード M を設定する必要がある。

本調査では、千葉市美浜区は千葉大学・幕張の観測記録より α_{max} は 270gal、習志野市は KKnet 習志野の観測記録より α_{max} は 230gal、香取市は KKnet 香取より 400gal、我孫子市は KKnet 我孫子の観測記録より α_{max} 180gal と設定した。各観測地点と観測記録を図 3.2-2(1)、図 3.2-2(2)に示す。また、マグニチュード M は 9.0、地下水は調査時の孔内水位としている。

なお、千葉市美浜区内における液状化被害の大小は、千葉大学大学院・中井教授らによる噴砂の調査（図 3.2-2(3)）、その他の地点は、千葉県環境研究センターによる調査を参考にしている。

図 3.2-3 から図 3.2-7 に千葉市、習志野市、浦安市、香取市、我孫子市の PL 値分布を示す。更に、図 3.2-8 から図 3.2-12 に、道路橋の動的せん断強度比 R を 0.8 とした場合の PL 値分布を示す。また、図 3.2-13～14 に、PL 値の分布をヒストグラムにして示した。

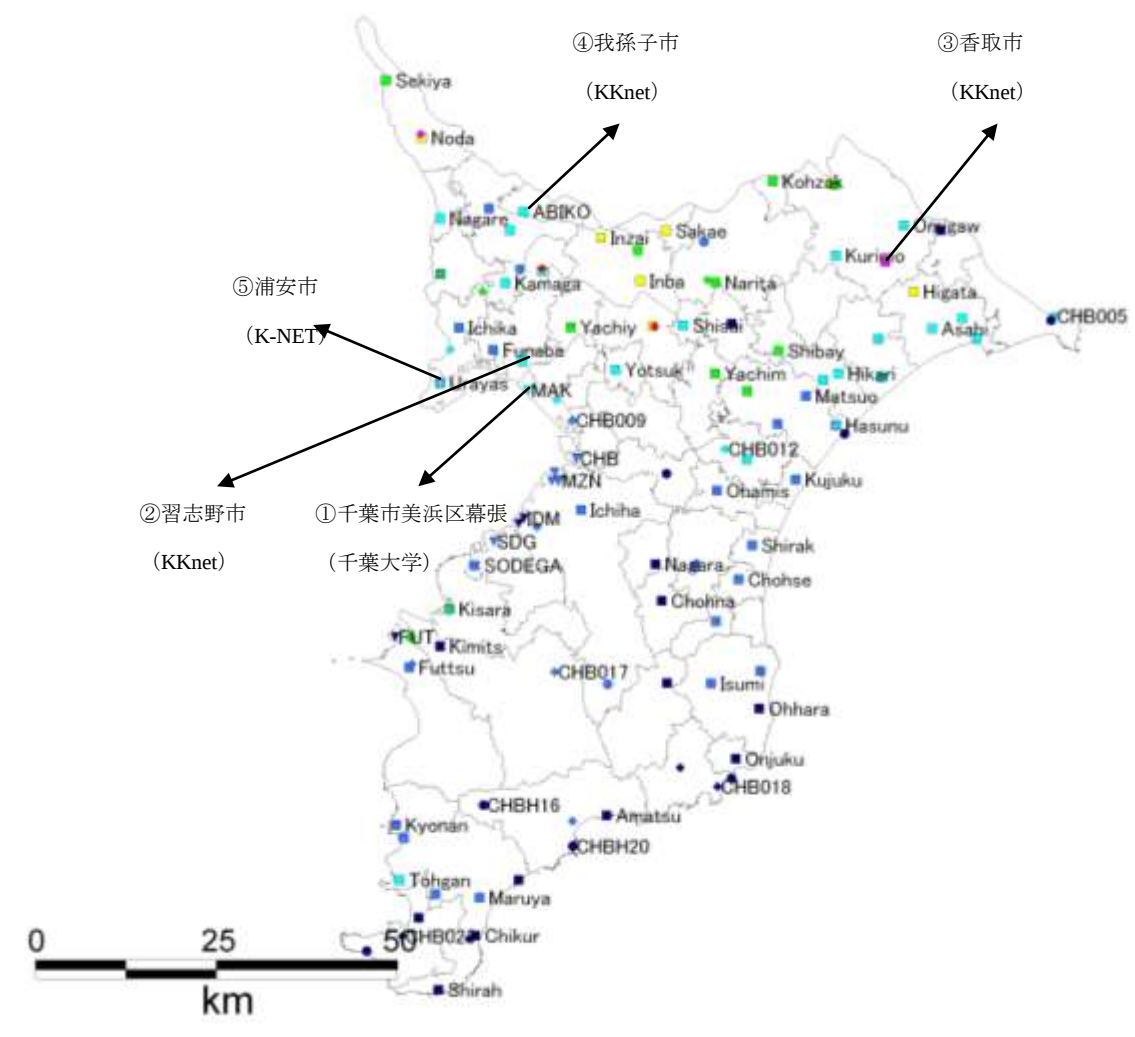


図 3.2-2(1) 千葉市美浜区(幕張), 習志野市, 香取市, 我孫子市, 浦安市の設計用加速度 α_{max} の設定に用いた各観測点における観測点

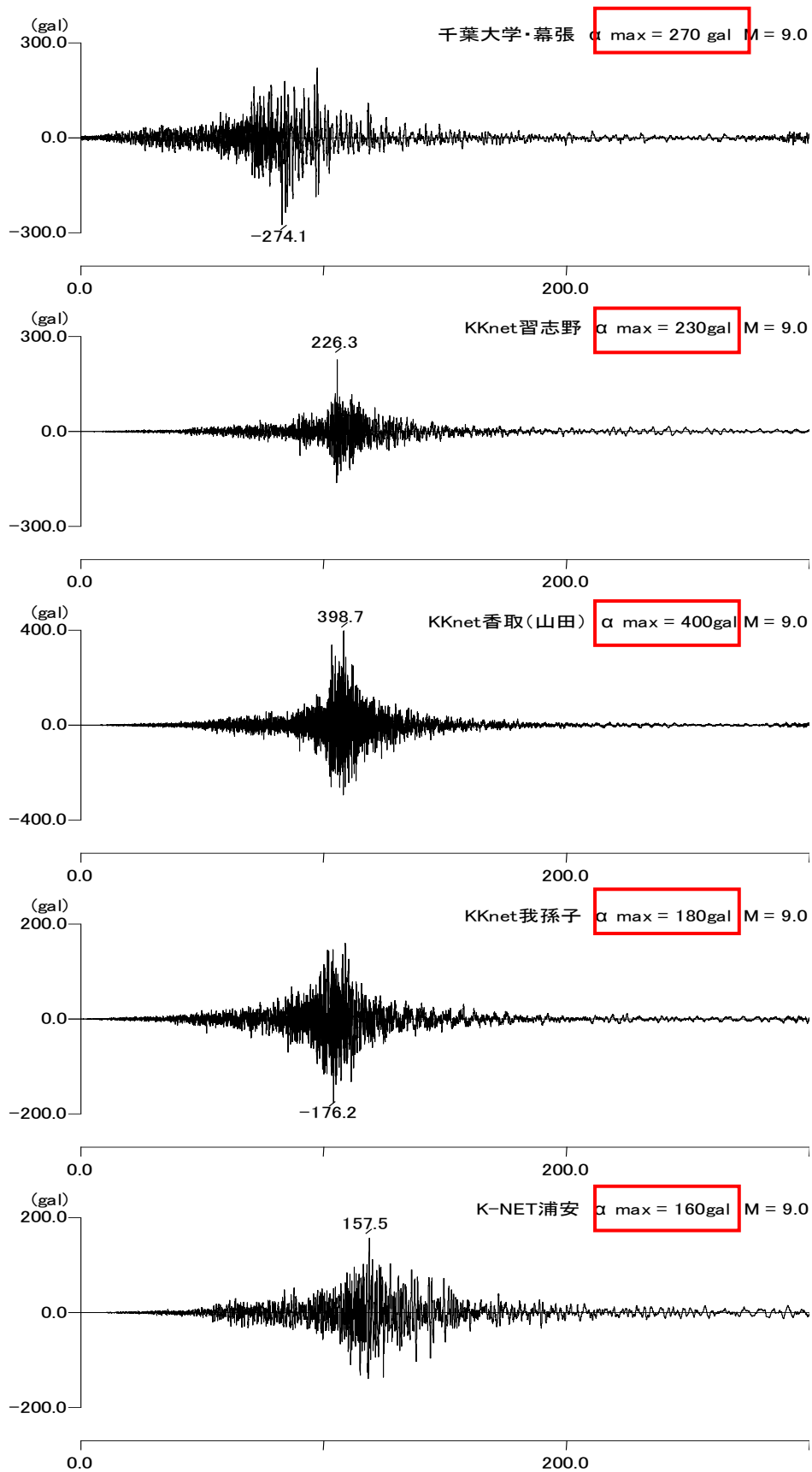


図 3.2-2(2) 千葉市美浜区，習志野市，香取市，我孫子市，浦安市の設計用加速度 α_{max} の設定に用いた各観測点における本震の地震記録

液状化被害(噴砂)の分布

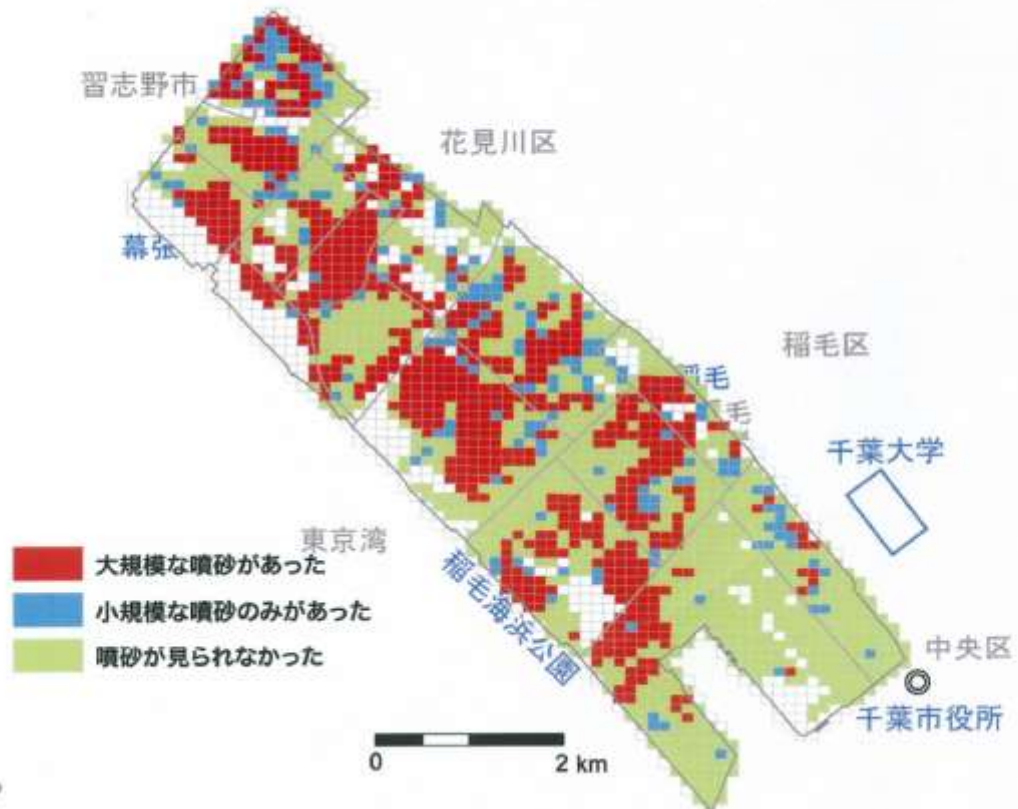


図 3. 2-2 (3) 千葉大学・中井教授らの調査による美浜区の液状化被害（噴砂）の分布

精査中

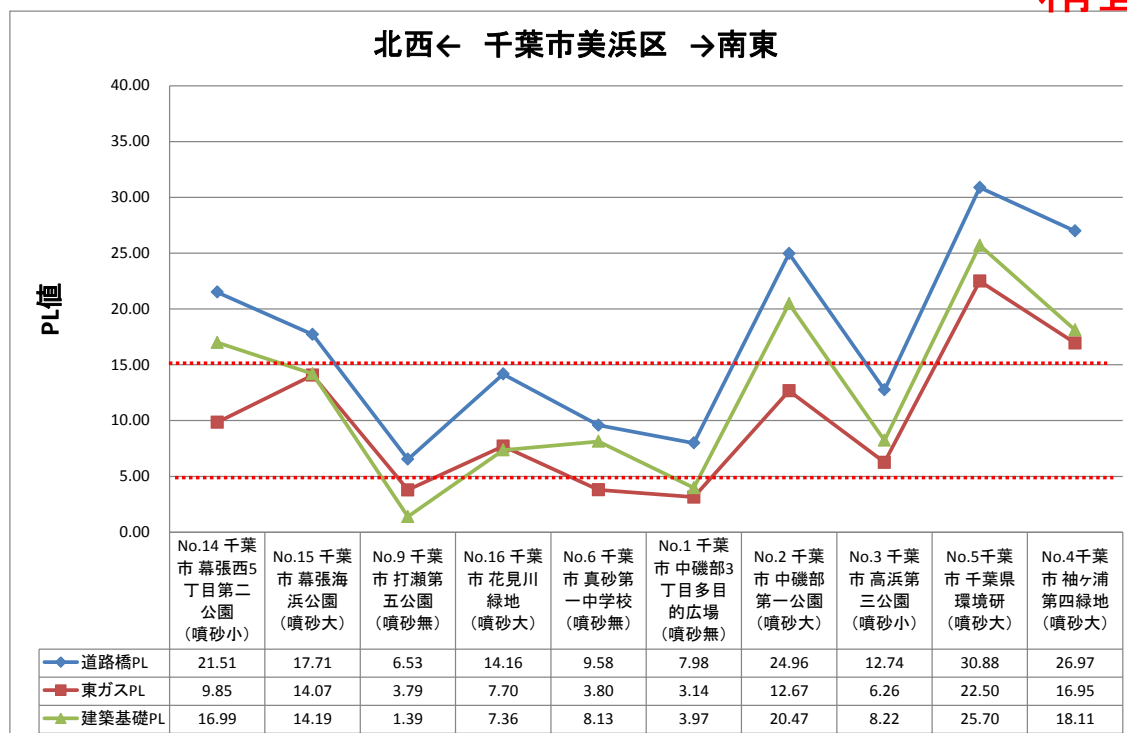


図 3.2-3 千葉市美浜区のボーリング地点（北西－南東）における，道路橋，東京ガス方式，建築基礎による PL 値

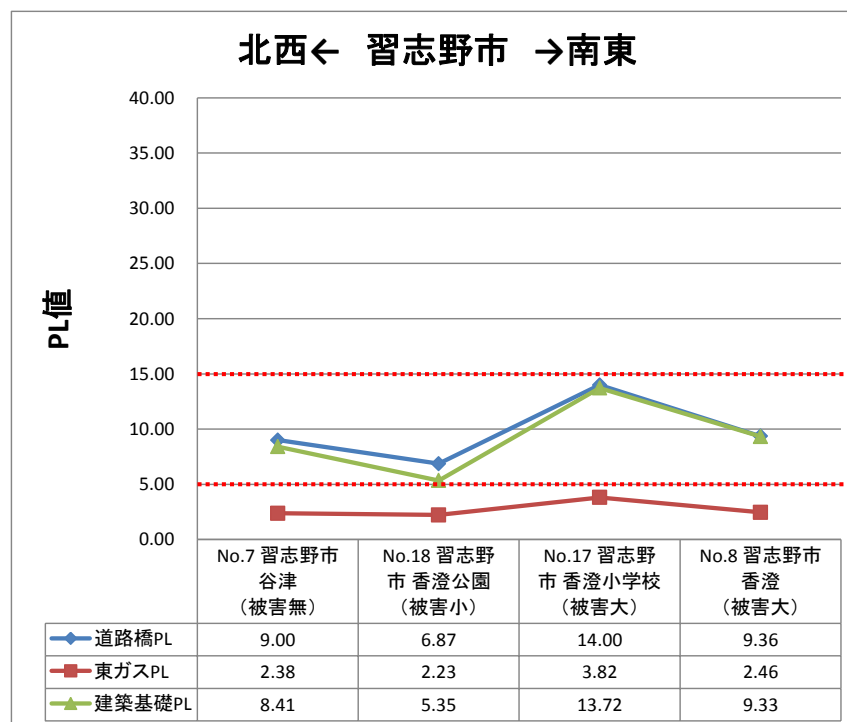


図 3.2-4 習志野市のボーリング地点（北西－南東）における道路橋，東京ガス方式，建築基礎による PL 値

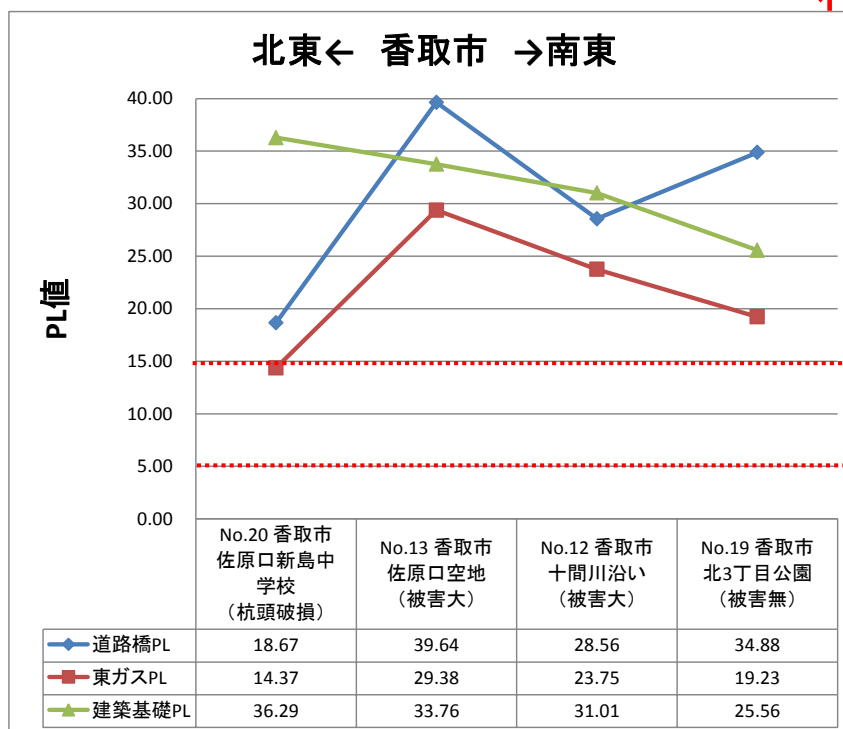


図 3.2-5 香取市のボーリング地点（南西ー北東）における道路橋，東京ガス方式，
建築基礎による PL 値

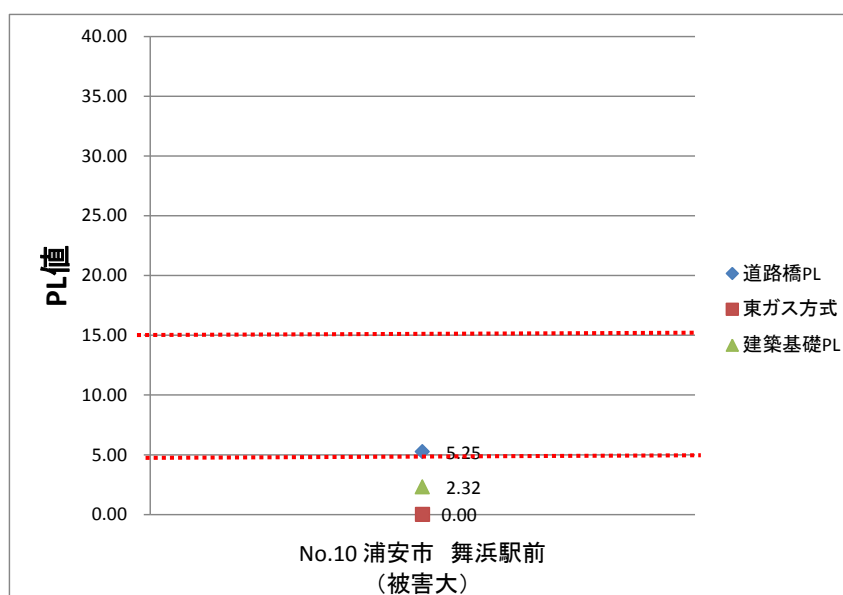


図 3.2-6 浦安市舞浜駅前のボーリング地点（南西ー北東）における道路橋，東京ガス方式，建築基
礎による PL 値

精査中

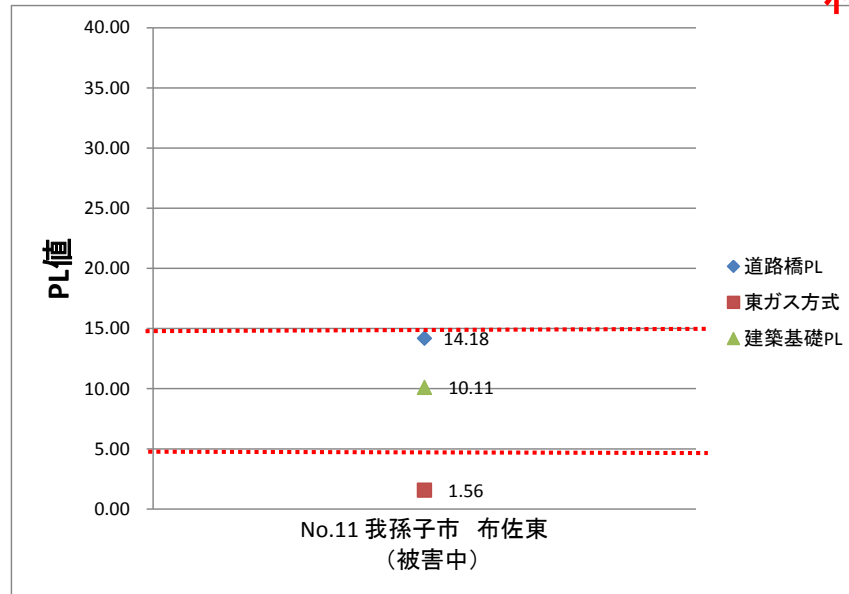


図 3. 2-7 我孫子市のボーリング地点における，道路橋，東京ガス方式，建築基礎による PL 値

精査中

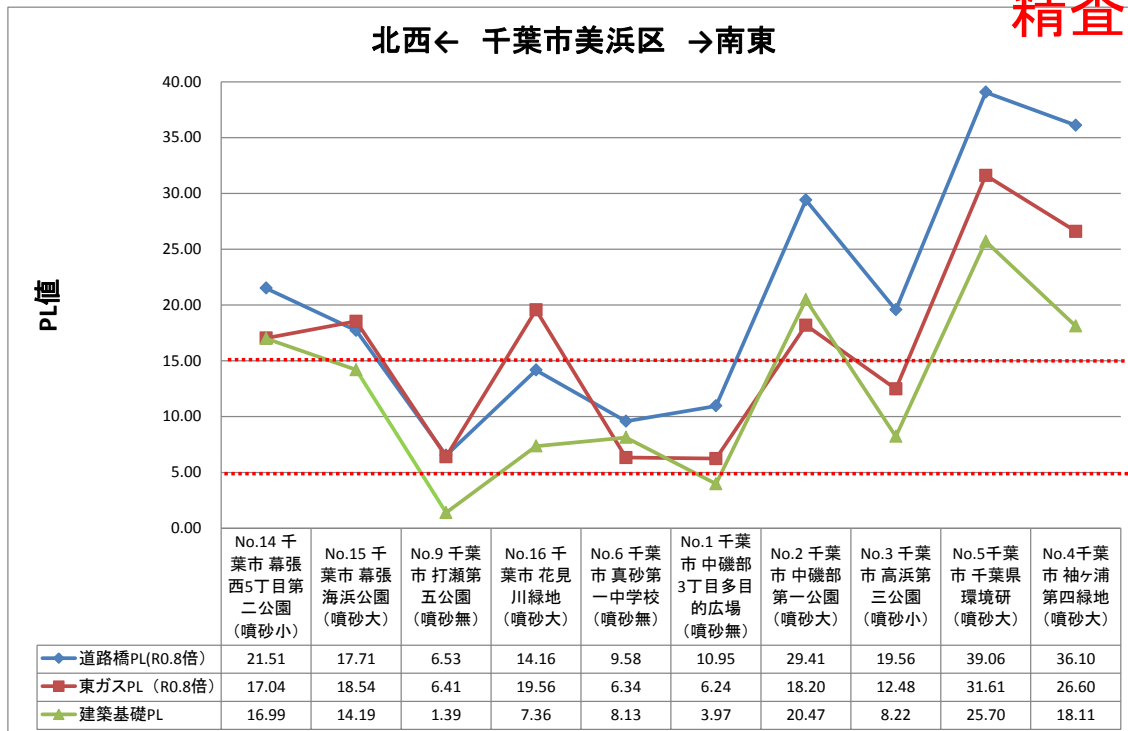


図 3.2-8 千葉市美浜区 動的せん断強度比 R を 0.8 倍にした時の PL 値（建築基礎はそのまま）

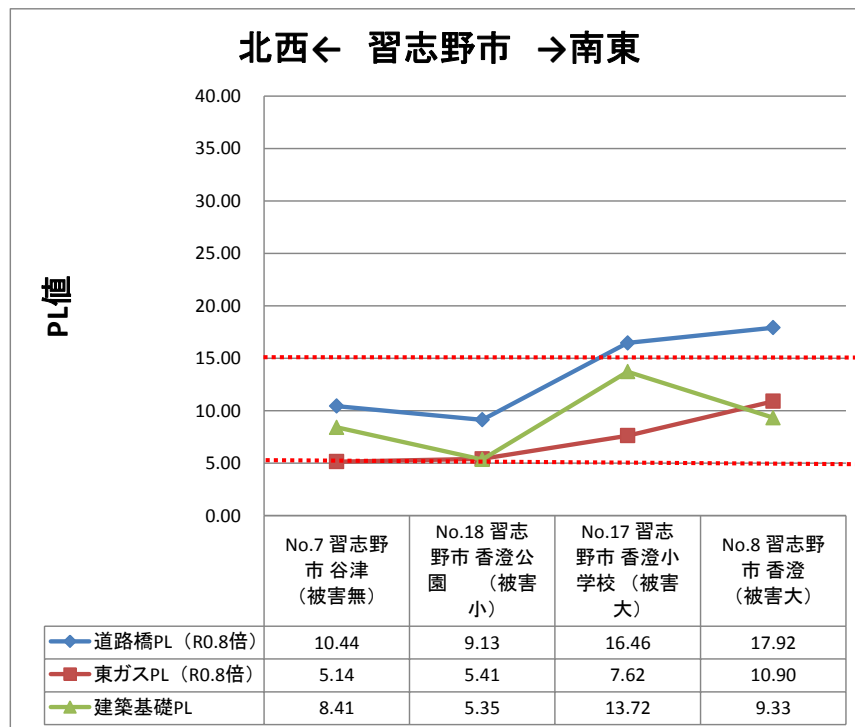


図 3.2-9 習志野市 動的せん断強度比 R を 0.8 倍にした時の PL 値（建築基礎はそのまま）

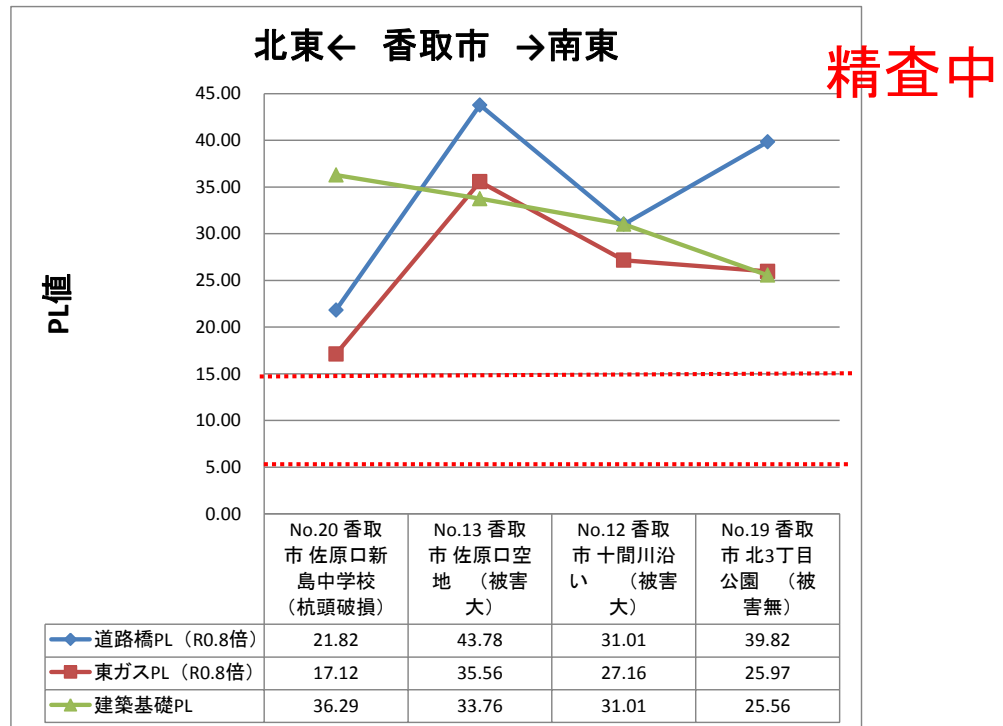


図 3.2-10 香取市 動的せん断強度比 R を 0.8 倍にした時の PL 値 (建築基礎はそのまま)

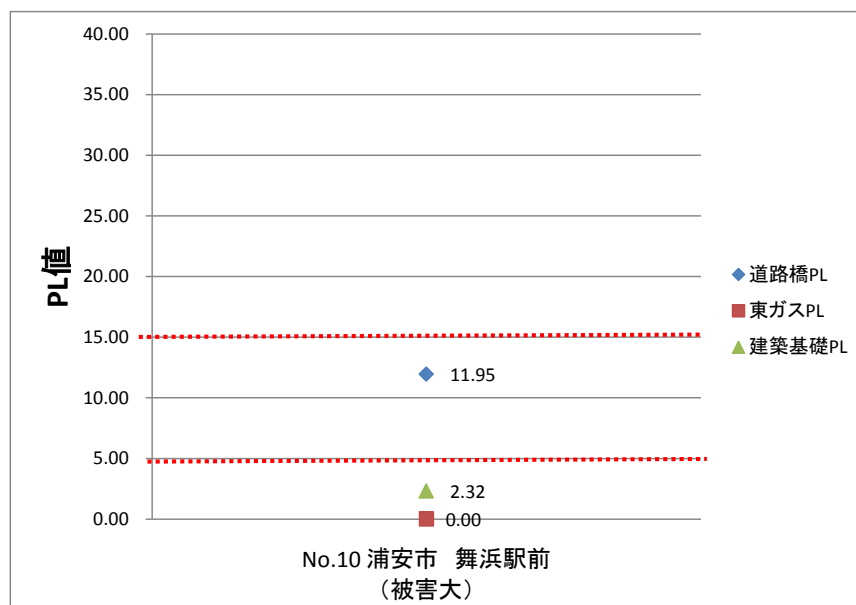


図 3.2-11 浦安市 動的せん断強度比 R を 0.8 倍にした時の PL 値 (建築基礎はそのまま)

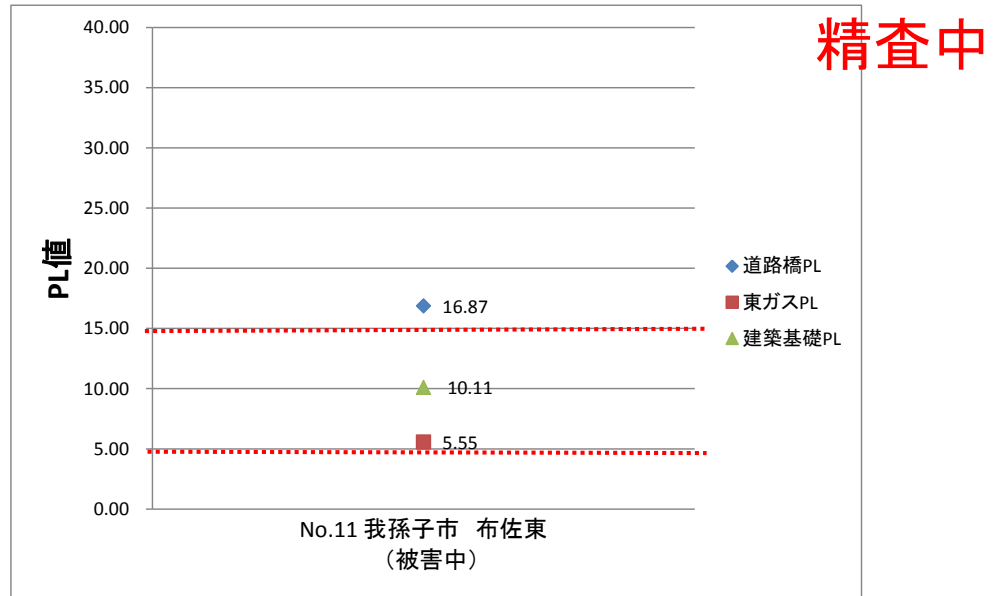


図 3.2-12 我孫子市 動的せん断強度比 R を 0.8 倍にした時の PL 値 (建築基礎はそのまま)

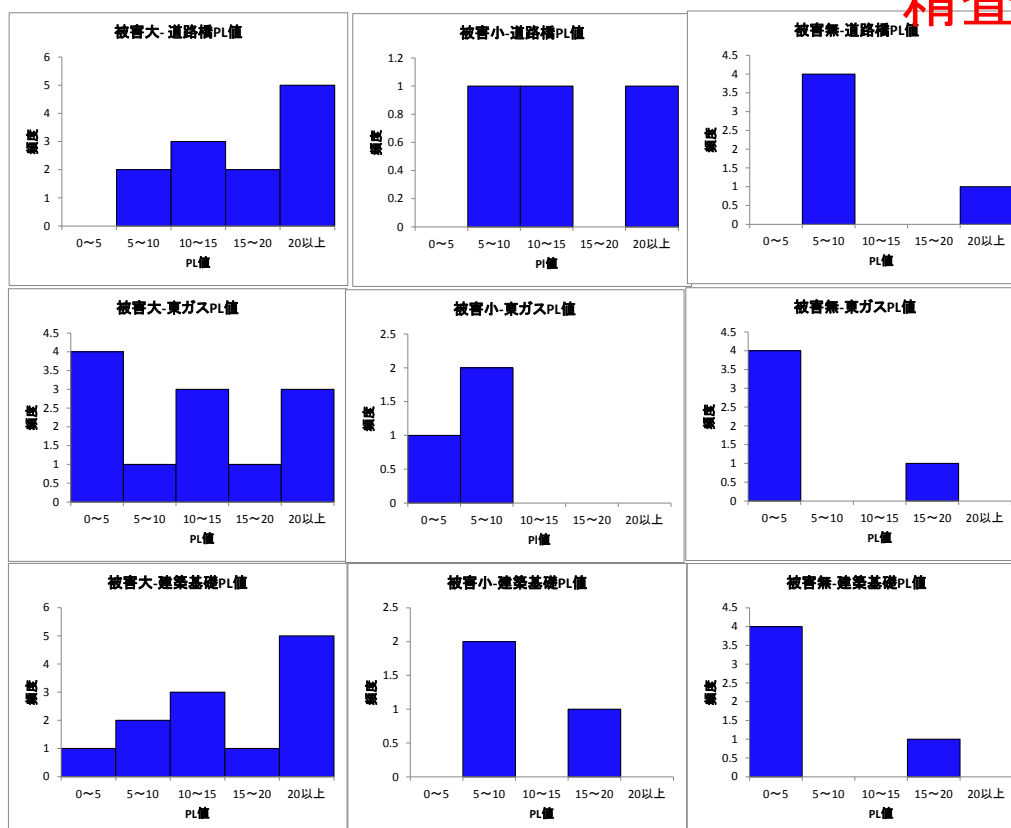


図 3.2-13 道路橋，東京ガス方式，建築基礎の被害区別（被害大，被害小，被害無）毎の PL 値分布

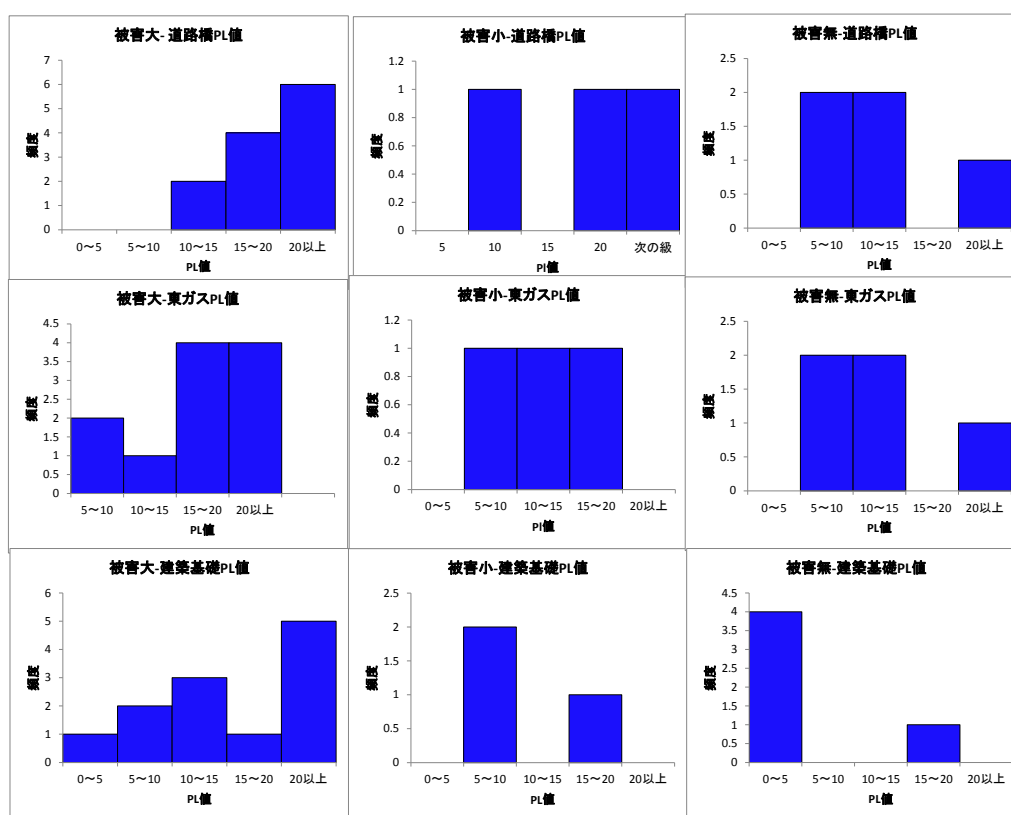


図 3.2-14 道路橋，東京ガス方式，建築基礎の被害区別（被害大，被害小，被害無）毎の PL 値分布
（道路橋，東京ガス方式の動的せん断強度比 R0.8 倍，建築基礎はそのまま）

・ N1-Fc の推定式による PL 値の妥当性の検討

精査中

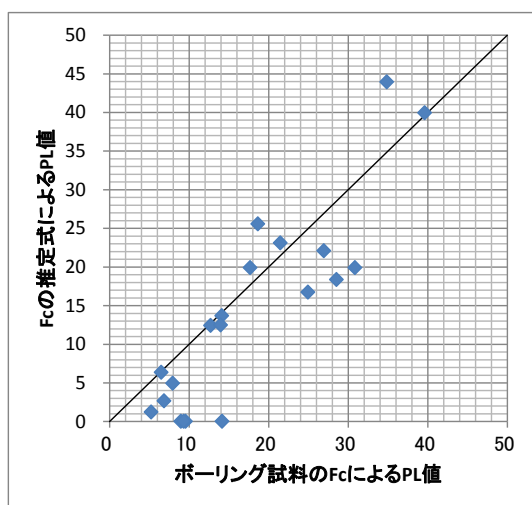


図 3.2-15 ボーリング試料と推定式による PL 値の比較—道路橋

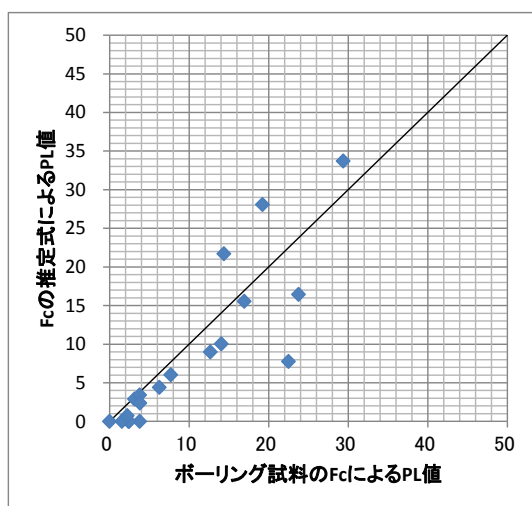


図 3.2-16 ボーリング試料と推定式による PL 値の比較—東京ガス方式

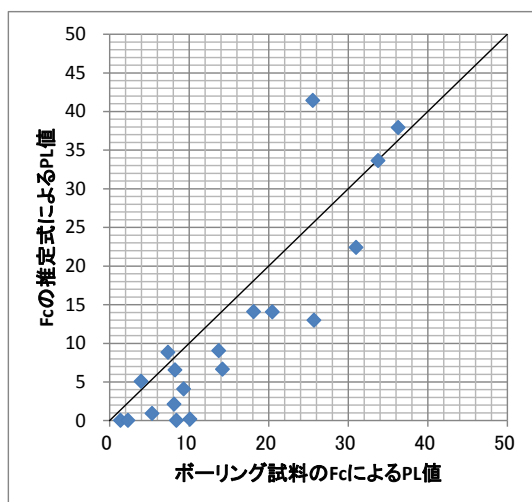


図 3.2-17 ボーリング試料と推定式による PL 値の比較—建築基礎

3.3 各地域の FL 分布

本節では、調査地点各地域の FL 分布を地質断面図と比較して示す。

調査地点については、千葉市美浜区・習志野市、我孫子市、浦安市、香取市の 4 地区に区分した。それぞれの地域について、断面線の位置図、250m メッシュ地下水位分布図、断面図及び FL 値の分布図の順に示した。断面線の位置図には、収集したボーリングデータの分布も併せて示した。地下水位については、収集したボーリングデータの孔内水位を補間して 250m メッシュの地下水位データを求めた。断面図には、収集したボーリングデータ、FL 値の分布に加えて、250m メッシュ地盤モデルから求めた地質境界についても一部示した。

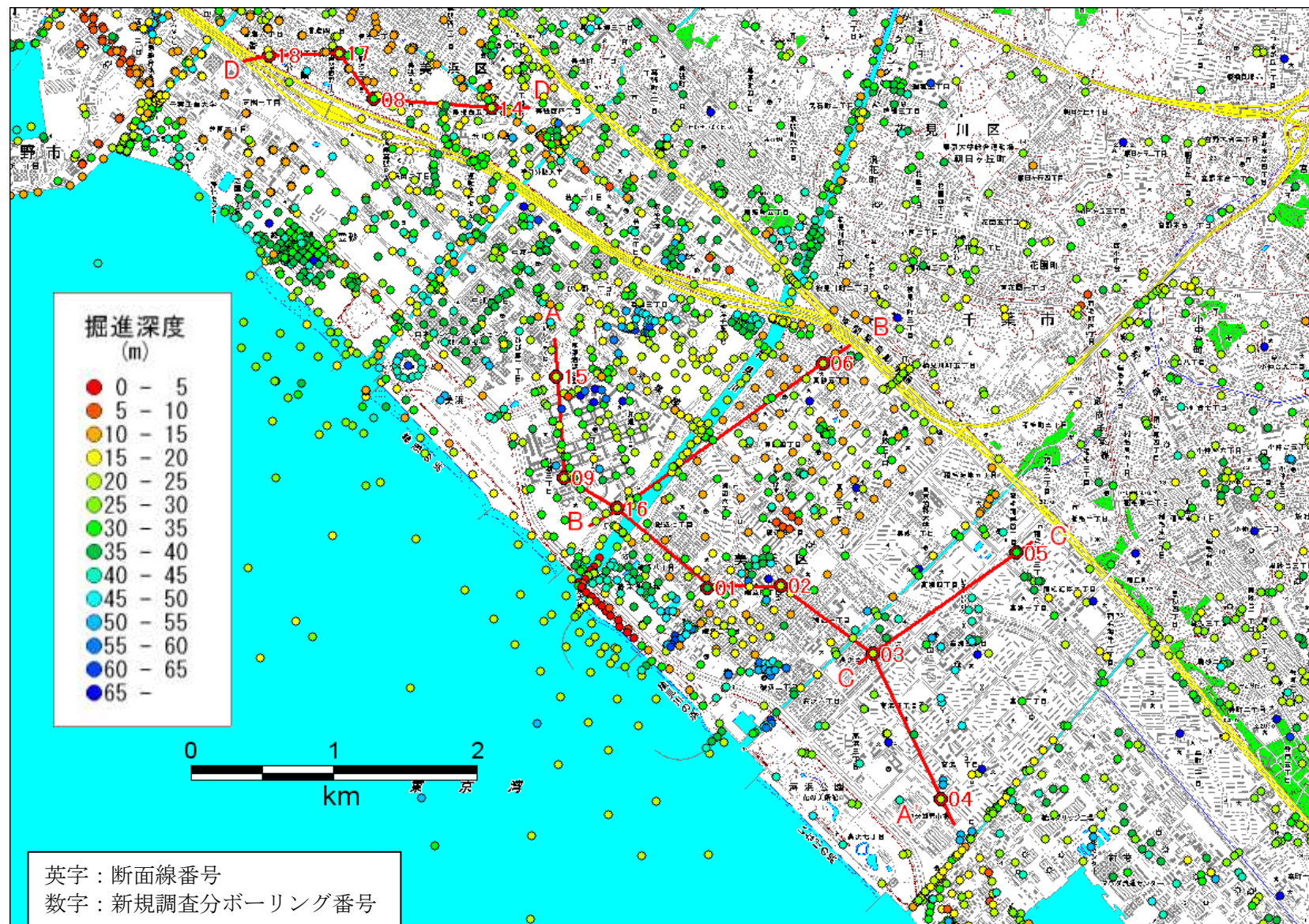


図 3.3-1(1) 断面線の位置（千葉市美浜区・習志野市）

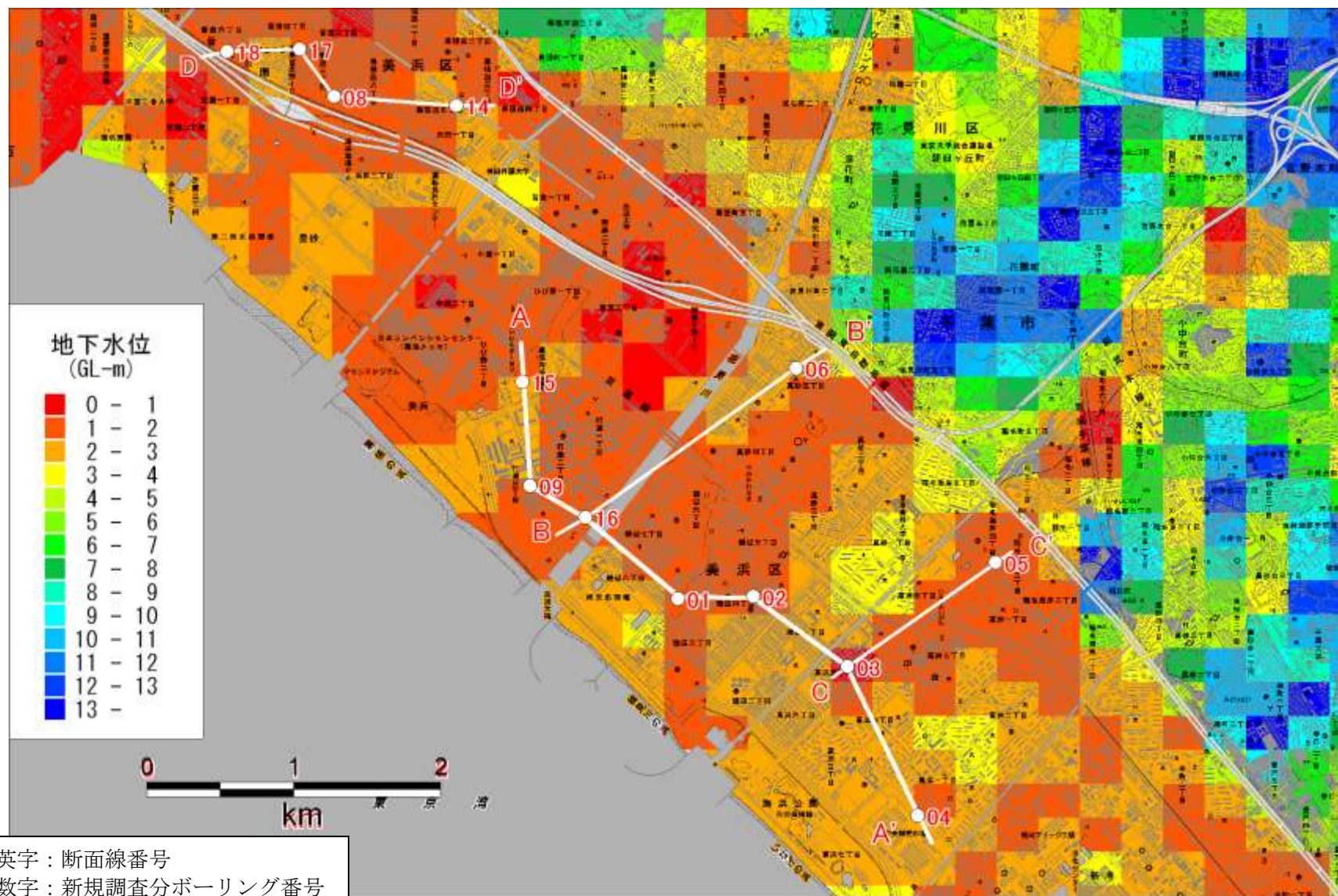


図 3.3-1(2) ボーリング孔内水位から求めた 250m メッシュ地下水位の分布（千葉市美浜区・習志野市）

精査中

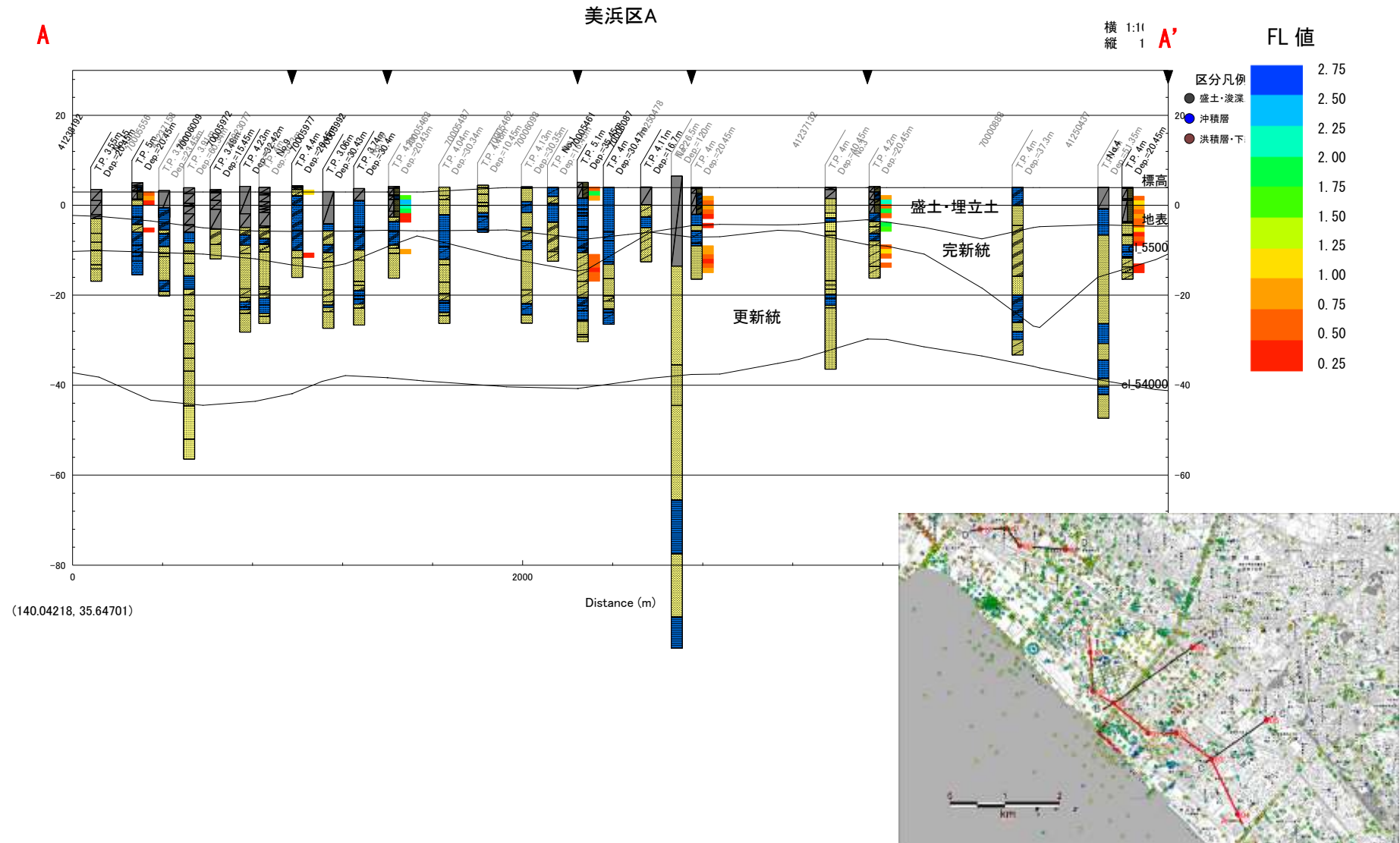


図 3.3-2(1) 断面図及び FL 値の分布（千葉市美浜区・A-A' 断面・FL は建築基礎を参照）

精査中

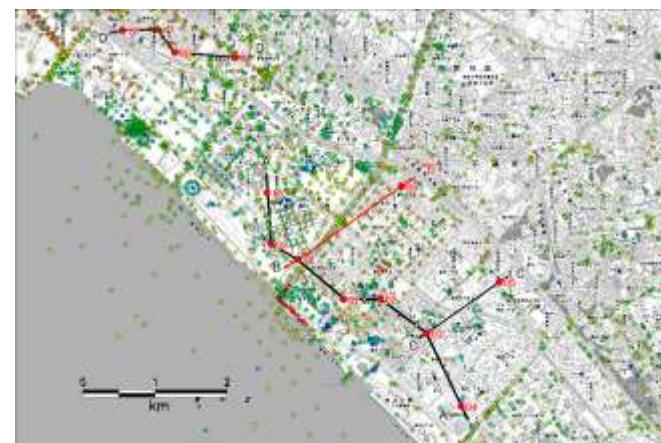
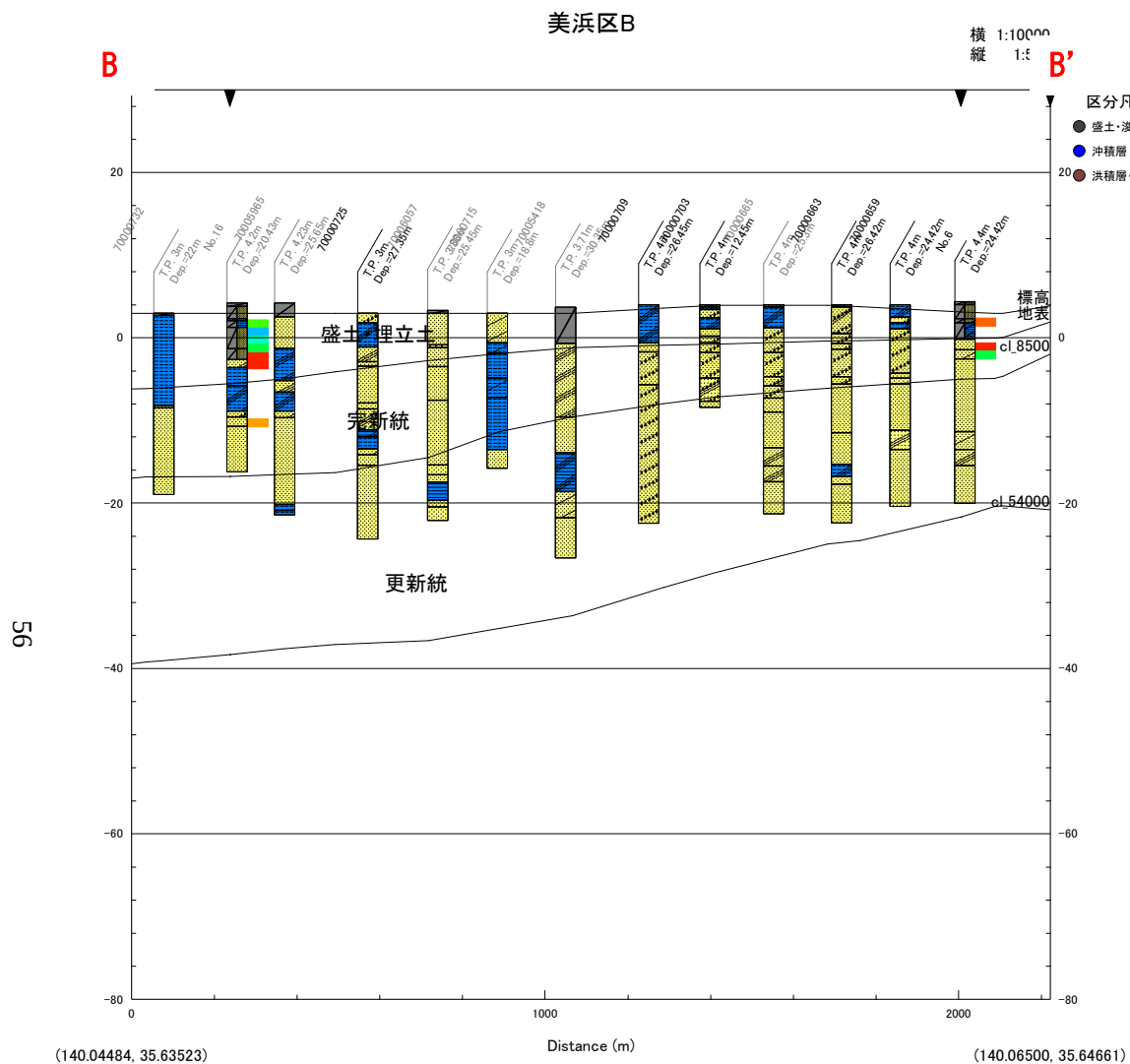


図 3.3-2(2) 断面図及び FL 値の分布（千葉市美浜区・B-B' 断面・FL は建築基礎を参照）